



T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYON BİRİMİ
PROJE SONUÇ RAPORU

Samandağ Üreme Kumsalında Yeşil Deniz Kaplumbağası Yavrularının (*Chelonia mydas*) Sıcaklığa Bağlı Cinsiyet Oranının Araştırılması

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

Bektaş SÖNMEZ

Bu proje Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Tarafından
KMYO-002 Numaralı B-Tipi Bireysel Araştırma Projesi Olarak Desteklenmiştir

SİVAS 2018

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	II
ÇİZELGELER LİSTESİ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL ve METOT	7
2.1. Proje Alanı.....	7
2.2. Yuva Parametreleri	9
2.3. Sıcaklık Kayıtlarının Alınması ve Cinsiyet Oranı Tahmini.....	9
2.4. Metabolik Isınma	10
2.5. Verilerin Analizi	12
3. BULGULAR	12
3.1. Cinsiyet Oranı Tahmini ve Kum Sıcaklık Değişimi	12
3.2. Metabolik Isınma	17
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	23
TEŞEKKÜR	27
KAYNAKLAR.....	27
EK: Arazi Çalışmaları Hakkında Görseller	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Araştırma alanını gösterir harita.....	8
Şekil 2.2 Sıcaklık ölçerlerden verilerin bilgisayar programına alınması ve incelenmesi.....	14
Şekil 3.1. Yüzde dış oranı ile OKS arasındaki ilişkiyi gösterir grafik.....	15
Şekil 3.2. Her iki yıl için Asi Nehir ağzına doğru denize 30 metre uzaklıkta kum sıcaklığının değişimi.....	16
Şekil 3.3. Her iki yıl için Asi Nehir ağzına doğru denize 45 metre uzaklıkta kum sıcaklığının değişimi.....	17
Şekil 3.4. Metabolik ısınmanın neden olduğu kum ve yuva sıcaklığı arasındaki sıcaklık değişimini gösteren yuva sıcaklık profili örneği.....	20
Şekil 3.5. Yıllar arasında ölü embriyo sayılarının (EES, OES ve GES) varyasyonunu.....	21
Şekil 3.6. OKS'deki metabolik ısınma miktarının, kuluçka büyüklüğü ve kuluçkanın en az % 75'ine kadar gelişen embriyo sayısı arasındaki ilişki.....	22

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1 Sıcaklık kaydı alınan yuvaların tanımlayıcı istatistikleri, sıcaklık değerleri ve yüzde dişi oranları	13
Çizelge 3.2. Yıllar arasında yuva parametrelerinin, yuva sıcaklıklarının ve yüzde dişi oranlarının istatistiksel önem düzeyleri	14
Çizelge 3.3. Metabolik ısınmanın belirlendiği yuvaların tanımlayıcı istatistikleri	18
Çizelge 3.4. Yuva ve kum sıcaklıklarının ve metabolik ısınmanın tanımlayıcı istatistikleri...	19

Samandağ Üreme Kumsalında Yeşil Deniz Kaplumbağası Yavrularının (*Chelonia mydas*) Sıcaklığa Bağlı Cinsiyet Oranının Araştırılması

ÖZET

Deniz kaplumbağalarında cinsiyet ve cinsiyetin oranının bilinmesi onların yaşam öyküsü içinde popülasyon dinamiğinin belirlenmesi için gerekli bir parametredir. Deniz kaplumbağalarında genç ve yavru bireylerin cinsiyetlerini belirlemek güçtür. Bu nedenle araştırmacılar yavru popülasyonlarında cinsiyet oranlarının ölçülmesi için farklı teknikler kullanmaktadırlar. Bu projede, Samandağ üreme kumsalında yeşil deniz kaplumbağası yuvalarında sıcaklığa bağlı cinsiyet oranının ve kumsalın zamansal ve mekansal sıcaklık değişiminin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca metabolik ısınmanın dişileştirme üzerine etkisi ve yuva parametreleri ile ilişkisi araştırılmıştır. Toplam 24 yuvadan sıcaklık ölçer yardımıyla yuva sıcaklıkları alınmıştır. Kuluçkanın ortadaki 1/3'lük dönemde ki yuva sıcaklıkları sonucu her iki yıl için ortalama yüzde dişi oranı % 80,8 olarak bulunmuştur. Ayrıca kumsal sıcaklıkları zamansal ve mekansal olarak farklılık göstermemiştir. Metabolik ısınmayı belirlemek için her iki yıl için toplam 18 yuvadan hem kum hem de yuva sıcaklık kaydı alınmıştır. Cinsiyet için önemli olan kuluçkanın ortadaki 1/3'lük döneminde ortalama yuva sıcaklığı, her iki yılda ortalama kum sıcaklığından daha yüksek, ancak 1 ° C'den daha düşüktür. Kuluçka süresinin ortadaki 1/3'lük dönemi sırasında ortalama metabolik ısınma, her iki yılda 0.37 °C olarak hesaplanmıştır. . Samandağ kumsalında her iki yıldaki metabolik ısınmanın ortalama dişileştirme etkisi % 6,8 olarak hesaplanmıştır. Metabolik ısınma kuluçka büyüklüğü ile anlamlı bir ilişki sergilemiş ve metabolik ısınmadaki varyasyonun büyük bir bölümünü açıklamıştır. İleriki çalışmalarda yumurta büyüklüğü ve yuvanın toplam yumurta kütlesi ile metabolik ısınmanın ilişkisi araştırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet Belirleme, Sıcaklık, Metabolik Isınma, Yeşil Deniz Kaplumbağası, Samandağ

ABSTRACT

Knowledge of the sex ratio of gender in sea turtles is a necessary parameter for determining population dynamics within their life story. It is difficult to determine the sex of hatchlings and juvenile in sea turtles. For this reason, researchers use different techniques to determine sex and sex ratios in hatchlings. In this project, it is aimed to investigate the sex ratio and the temporal and spatial temperature changes in the green sea turtle nests on Samandağ nesting beach. In addition, the effect of metabolic heating on feminization and the relationship between metabolic heating with the nest parameters were investigated. Nest temperatures were taken from the total 24 nests by means of data logger. The average percent female ratio for both years was found to be 80.8%. Moreover, beach temperatures did not differ temporally and spatially. In order to determine the metabolic heating, a total of 18 nests were sampled from both the sand and the nest for two years. The mean nest temperature in the middle third of incubation was higher than the mean sand temperature in both years but less than 1 °C. The mean metabolic heating during the MT of the incubation is calculated as 0.37 °C for both years. The mean feminizing effect for both years was 6.8% on Samandağ Beach. Metabolic heating correlated significantly with clutch size and explained for most of the variation in metabolic heat. In future studies it may be suggested to investigate the relationships between the egg size and the total egg mass and the metabolic heating.

Key Words: Sex Determination, Temperature, Metabolic Heating, Green Sea Turtle, Samandağ.

1. GİRİŞ

Yaşayan yedi deniz kaplumbağası türünden beşi; *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Ertmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880) ve *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) Akdeniz’de görülürken, bunlardan sadece *C. mydas* ve *C. caretta* türleri Akdeniz sahillerinde düzenli olarak yuva yaparlar (Groombridge, 1990). CITES (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme) ve Bern Anlaşması (1979) (Avrupa Doğal Hayatı ve Yaşamı Koruma Anlaşması) ile koruma altında olan her iki türde IUCN (Dünya Doğayı Koruma Birliği) kırmızı listesinde (2000) küresel düzeyde “yakın gelecekte nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan tür”, Akdeniz altpopulasyonu için *C. mydas* ayrıca, “kritik olarak tehlike altında olup çok yakın gelecekte nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan tür” olarak listelenmiştir. Eti, kemiği ve kabuğu için avlanan, yumurtlama alanları olan sahillerde ağır turizm ve yerleşim baskısı altında olan, balıkçı ağlarına takılan ve doğal avcılarının tehdidi altında yaşam savaşı veren deniz kaplumbağaları, nesli tehlike altında olan türler içermesi ile bilimsel ilgiyi üzerine çekmektedir. Bununla beraber, yüz milyon yıldan daha uzun süredir okyanuslarda yaşamını sürdüren ve doğal dengeye katkısını sunan deniz kaplumbağaları, uzun yaşam süreleri, göçmen doğası, farklı habitatlarda geçirdiği yaşam safhaları ve çok geniş yayılım alanları ile bilimsel cazibesi yüksek fakat incelenmesi zor türlerdendir. Deniz kaplumbağaları ile ilgili yapılan koruma uygulamaları genellikle esaret altında yetiştirme ve yuva alanlarıyla ilgili yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Eşeyssel üreyen canlılarda, bireyin cinsiyeti en önemli fenotipik özelliktir. Bir embriyonun, dişi ya da erkek olarak farklılaşması onun yaşam öyküsü, davranışı, fizyolojisi, morfolojisi ve uyum gücü üzerinde önemli sonuçlar açığa çıkarır. Populasyon içindeki fenotipik varyasyonun en zengin kaynağı olan cinsiyetin tanımlanması özellikle ekoloji, davranış, koruma ve genetik çalışmalarında önemlidir. Bu nedenle cinsiyet gelişimini yöneten

faktörler bilimsel ilginin odağında olan önemli bir çalışma alanıdır (Mittwoch, 2000; Warner, 2011). Sürüngenlerde cinsiyet belirleyici mekanizmalar, tamamen genetik kontrol altında olanlar ve embriyonik gelişim sürecinde ki sıcaklık değişimine yüksek oranda bağlı olanlar arasında değişen altı kategoriye sokulmakla birlikte geleneksel olarak iki ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlardan birincisi genetik faktörlerin (GCB); ikincisi ise çevresel faktörlerin rol aldığı (ÇCB) cinsiyet belirleme mekanizmalarıdır. Sürüngenlerde embriyonik gelişim süresinde sıcaklığın etkisi diğer çevresel faktörlere göre daha çok hissedilir. Bu nedenle sıcaklık etkili cinsiyet belirleme mekanizması (SCB) sürüngenlerde en sık rastlanan ÇCB yoludur. Karşılaştırmalı analizler, SCB'nin kaplumbağalar için atasal durumu ifade ettiğini (Janzen ve Krenz, 2004; Organ ve Janes, 2008), GCB'nin ise en az 6 kez bağımsız olarak ortaya çıktığını göstermiştir (Janzen ve Krenz, 2004). Yüz kırk dokuz kaplumbağa türüne ait karyotip verileri, sadece 8 türde heteromorfik cinsiyet kromozomu olduğunu açığa çıkarmıştır (Warner, 2011). Yapılan yumurta inkübasyon deneylerinde ise tanımlanmış herhangi bir cinsiyet kromozomu olmadığı halde cinsiyet oluşumunda sıcaklık etkisinin bulunmadığı bazı kaplumbağa türlerinin de olduğu gösterilmiştir (Warner, 2011). Ancak test edilen türlerin çoğunda (%81) SCB'nin temel mekanizma olduğunu gösteren deneysel kanıtlar elde edilmiştir.

Deniz kaplumbağaları uzun ömürlü, geç erginleşen ve tam çözülmemiş karmaşık bir yaşam hikayesine sahiptirler. Bundan dolayı yavru cinsiyet oranlarının sonraki popülasyonlarda görülecek sonuçları hesaplanamamakla birlikte yaygın bir etkiye sahip olacağı bilinmektedir (Kaska ark., 2006). Deniz kaplumbağalarında cinsiyet tahmini ve cinsiyet ayrımının yapılması ile ilgili çalışmalar yaklaşık 35 yıldır yapılıyor olmasına rağmen ülkemizde bu konu ile ilgili çalışmalar 20 yıl öncesine dayanmaktadır. Deniz kaplumbağalarında cinsiyet ve cinsiyetin oranının bilinmesi onların yaşam öyküsü içinde popülasyon dinamiğinin belirlenmesi için gerekli bir parametredir. Bununla birlikte yaşam

döngüleri içinde sıcaklığa bağlı cinsiyet değişimi (SCB) göstermelerinden dolayı küresel iklim değişikliğinden olumsuz etkilenebilirler ve bu var olan popülasyonları etkilemesinin yanında gelecekte ki popülasyonu da etkileyebilir. Küresel iklim değişikliği sonucunda üreme kumsallarının cinsiyet oranlarının bilinmesi türün geleceği ve etkin koruma planının ortaya çıkarılması için önemlidir. Çünkü uzun dönemli hayatta kalmaları hem dişi hem de erkek üretimine bağlıdır (Janzen, 1994). Diğer sürüngenlerde olduğu gibi deniz kaplumbağaları heteromorfik cinsiyet kromozomundan yoksun olup cinsiyetleri de yuva çevresinin sahip olduğu fiziksel şartlardan sıcaklığın etkisi (SCB) ile şekillenmektedir ve cinsiyet ile kuluçka sıcaklığı arasında ki ilişki, eşik sıcaklık derecesi ile karakterizedir (Kaska ve ark., 1998). Eşik sıcaklık derecesi, eşit oranda dişi ve erkek bireylerin oluşmasını sağlayan sıcaklıktır. Sürüngenlerde sıcaklığa bağlı üç tip cinsiyet değişimi görülmektedir; **1-)** Kuluçka sıcaklığı eşik sıcaklığın altında olduğu zaman erkek yavru oluşumu (Deniz kaplumbağaları) (Mrosovsky, 1994), **2-)** Kuluçka sıcaklığı eşik sıcaklığın üstünde olduğu zaman erkek yavru oluşumu (Kertenkele ve Amerikan timsahları) (Wagner, 1980), **3-)** Kuluçka sıcaklığı sadece eşik sıcaklıkta olduğu zaman erkek yavru oluşumu (Leopar gekkolar ve timsahlar) (Gutzke ve Paukstis, 1984). Yapılan arazi çalışmaları doğal popülasyonlarda yavru ve juvenil dişi cinsiyet oranının 1:1'den (Wibbels ve ark., 1993) 9:1'e (dişi:erkek) (Mrosovsky ve Provancha 1992) değiştiğini göstermektedir Yuva manipülasyonları yavruların cinsiyet oluşumunu etkileyerek popülasyon cinsiyet oranlarını değiştirir. Cinsiyet oranlarını izlemek için, manipüle edilmiş yuvalarda, yavruların salınmadan önce cinsiyetlerinin tam olarak belirlenmesi doğal cinsiyet oranlarının korunması için önemlidir (Hamann ve ark., 2010).

Deniz kaplumbağası yavrularında cinsiyet belirlenmesi çalışmalarında Dünya'da değişik araştırmacılar tarafından değişik metotlar ile araştırılmıştır. İç organlar çıkarıldıktan hemen sonra gonadların morfolojik yapısının gözlemlenmesi; gonadlar mezonefroz tip böbreklerin üzerinde iki bant şeklinde görülmektedirler. Bu cinsiyet tespiti McCoy ve ark.

(1983) tarafından *L. olivaceae* türü deniz kaplumbağası yavrularında kullanılmış ve gonadların morfolojik incelenmesinde; ovaryumların testislere göre buruşuk bir yüzeye ve daha büyük bir yapıya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Gliserin ile gonadların incelenmesi; van der Heiden ve ark. (1985) tarafından *L. olivaceae* ve *C. mydas* türü deniz kaplumbağalarının ölü yavrularında kullanılan bu metotta; ürogenital sistem disekte edilerek % 10'luk formol içerisinde alınmış. Daha sonra gonad ve böbrekler birbirinden ayrılarak, gonadları 100 ml, % 4'lük formol ve 5 ml gleserol (fungal kontimasyonu engellemek için birkaç damla bakır sülfat eklenerek) çözeltisi içine bırakılmışlar ve mikroskop altında incelenmişlerdir. Mikroskop altında ovaryumların testislere göre buruşuk yüzeye ve büyük bir yapıya sahip olduğu bununla birlikte testislerin, seminifer tübüllerin varlığından dolayı granular bir görünüme sahip olduğu belirtilmiştir. Kandaki plazma steroid yoğunluğunun Radioimmunoassay (RIA) ile ölçülmesi sonucunda cinsiyet tespiti yapmak deniz kaplumbağa yavrularında son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir metottur (Owens ve ark. 1978). Gross ve ark. (1995) *C. caretta* yavrularında Radioimmunoassay (RIA) ile kloroallantiotik ve amniotik sıvılardan cinsiyet tayininin yapıla bileceğini belirtmişlerdir. Genç ve yetişkin bireylerde erkeklerin Estradiol testestron oranının (E/T) dişilere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır aynı yazarlar benzer oranı yavrular içinde elde etmişlerdir. Canlı bireylerden laparoskopi ile external gonad morfolojisi (Valenzuela ve ark. 2004; Wyneken ve ark. 2007) ya da ölü bireylerden laparoskopi ile external gonad morfolojisi (van der Heiden ve ark. 1985; Wyneken ve ark. 2007) ile cinsiyet tespiti yapılabilir. Gonad histolojisi; bu metot gonadların disekte edildikten sonra fiske edilmesi, dehidrasyon, hidrasyon, şeffaflaştırma ve parafine gömme, kesit alma, boyama gibi adımlar sonucunda gonadların mikroskop altında incelenmesi ile olmaktadır (Yntema ve Mrosovsky, 1980; Kaska ve ark. 1998; 2006; Merchant-Larios ve ark., 1989; Godfrey ve Mrosovsky, 2006; Ceriani ve Wyneken, 2008). Merchant -Larios ve ark. (1989), *L. olivaceae* türü deniz kaplumbağası yavrularında yaptıkları çalışmalarında; erkek

yavruların histolojik incelenmesi sonucunda; onların epittellum yüzeyinin düz, tek tabakalı ve genellikle germinal hücreleri içerdiğini, bununla birlikte medular kordun yüzey epitelimundan ayrı görüldüğünü ve içinde lümen bulunmadığını belirtmişlerdir. Dişi yavru gonadlarının histolojik incelemesi sonucunda ise yüzey epitellumlarının koyu kalın görüldüğünü ya da silindirik epitel bulundugunu ve bununla birlikte gonadın medular bölgesinde ki yüzey epittellumundan ayrılmış kalın bir bazal zar bulundugunu belirtmişlerdir. Eşik sıcaklık ile cinsiyet tahmini; Eşik sıcaklığı ifadesi % 50 dişi ve erkek oranını veren sıcaklık olarak bilinmektedir. Üreme kumsallarında eşik sıcaklık değerinin belirlenmesi sonucu yuvanın dolaylıda olsa dişi ve erkek cinsiyet oranı hakkında tahmin yapılabilir (Godfrey ve ark. 1999; Godfrey ve Mrosovsky, 2006). Kuluçka süresi ile cinsiyet tahmini; eşik kuluçka süresi ifadesi ise % 50 dişi ve erkek oranını veren kuluçka süresi olarak bilinmektedir. Üreme kusmalarında eşik kuluçka süresinin belirlenmesi sonucu yuvanın dolaylıda olsa dişi ve erkek cinsiyet oranı hakkında tahmin yapılabilir (Godley ve ark. 2001). Yuva sıcaklığı ile cinsiyet tahmini; deniz kaplumbağa yuvalarının kuluçka süresi boyunca sıcaklığının elektronik sıcaklık ölçerler yardımıyla kayıt edilerek ölçülmesi sonucu yuvanın cinsiyet oranı hakkında tahmin yapılabilir (Kaska ve ark. 1998; Öz ve ark. 2004; Godfrey ve Mrosovsky, 2006). Kaydedilen bu sıcaklıkların ortadaki 1/3 lük dönemi (60 günlük kuluçka süresinin 20-40 günleri arası gibi) cinsiyet açısından önemli olduğu bilinmektedir (Yntema ve Mrosovsky, 1980; Mrosovsky, 1994).

Cinsiyet belirlenmesi, Hayes (1998) tarafından testis ve yumurta gelişiminde farklılaşmamış gonadlardan cinsel farklılaşmayı yönlendiren mekanizmalar olarak tanımlanmak olup yuva sıcaklığına bağlıdır. Çoğu araştırmada, yuvanın deniz olan uzaklığı (Uçar ve ark.2012; Kılıç ve Candan 2014), yuva nemi (Mcgehee 1990), yuva derinliği (Booth ve Freeman 2006; Candan ve Kolankaya 2014), güneşe maruz kalma (Standora ve Spotila 1985; Wood ve ark. 2014) ve plaj kumunun tane boyutunun (Milton ve ark. 1997) yuva

sıcaklığını etkilediği belirtilmiştir. Yuva sıcaklığı, mekansal ve/veya zamansal olarak değişir (Hays ve ark. 1999) ve yukarıda belirtilen çevresel koşullarla belirlenir. Ayrıca, antropolojik faktörler yuva sıcaklığını belirlemede de etkili olabilir (Kaska ve ark. 1998). Çevresel ve antropolojik faktörler ile gelişmekte olan embriyolar tarafından üretilen metabolik ısıtma, kuluçka sırasında yuva sıcaklığını etkilemektedir (Mrosovsky ve Yntema 1980). Bununla birlikte, metabolik ısıtmanın cinsiyet ve cinsiyet oranı üzerindeki etkileri hala tartışılmaktadır. Mrosovsky ve Yntema (1980) kuluçka sıcaklığının, kuluçkanın orta üçte birinde 1 °C'den fazla artması halinde, metabolik ısınmanın cinsiyet oranını etkileyebileceğini ifade etmiştir. Metabolik ısınmaya bağlı yuva sıcaklığındaki artış dişileştirme üzerine etkili olabilir (Godfrey ve ark. 1997; Broderick ve ark. 2001). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda metabolik ısınmanın dişileştirme üzerine hiçbir etkisi bulunmamıştır (Binckley ve ark., 1998; Zbinden ve ark. 2006; DeGregorio ve Williard 2011). Akdeniz'deki deniz kaplumbağalarının yuva sıcaklığını etkileyen metabolik ısınma ve bunun çevresel parametrelerle olan ilişkileri üzerine yapılan çalışmalar çok sınırlıdır. Doğu Akdeniz Kıbrıs üreme kumsalında iribaş deniz kaplumbağası yuvalarında metabolik ısınma Godley ve ark. (2001) tarafından analiz edilmiştir. Ayrıca Zbinden ve ark. (2006), Yunanistan'ın Zakynthos Adası'ndaki iribaş deniz kaplumbağası yuvalarının metabolik ısınmasını araştırmışlardır. Akdeniz'de Dalyan sahilinde, iribaş deniz kaplumbağası yuvalarında metabolik ısınma üzerine bir diğer araştırma, Grindot ve Kaska (2015) tarafından yürütülmüştür. Akdeniz'deki yeşil kaplumbağalardaki metabolik ısınma çalışmaları Adana ili Sugözü kumsallarında gerçekleştirilmiştir. Candan ve Kolankaya (2014) yuva sıcaklığı üzerinde metabolik ısınma etkisi ve cinsiyet farklılaşması üzerine araştırma sonuçlarını bildirmişlerdir. Ayrıca, Önder ve Candan (2016), yeşil deniz kaplumbağası yuvalarında metabolik ısınmayı araştırarak metabolik ısınmanın dişileştirme etkisini tartışmışlardır.

Sonuç olarak, her yuvalama kumsalının, cinsiyet oranını, kumsal sıcaklık profilini ve

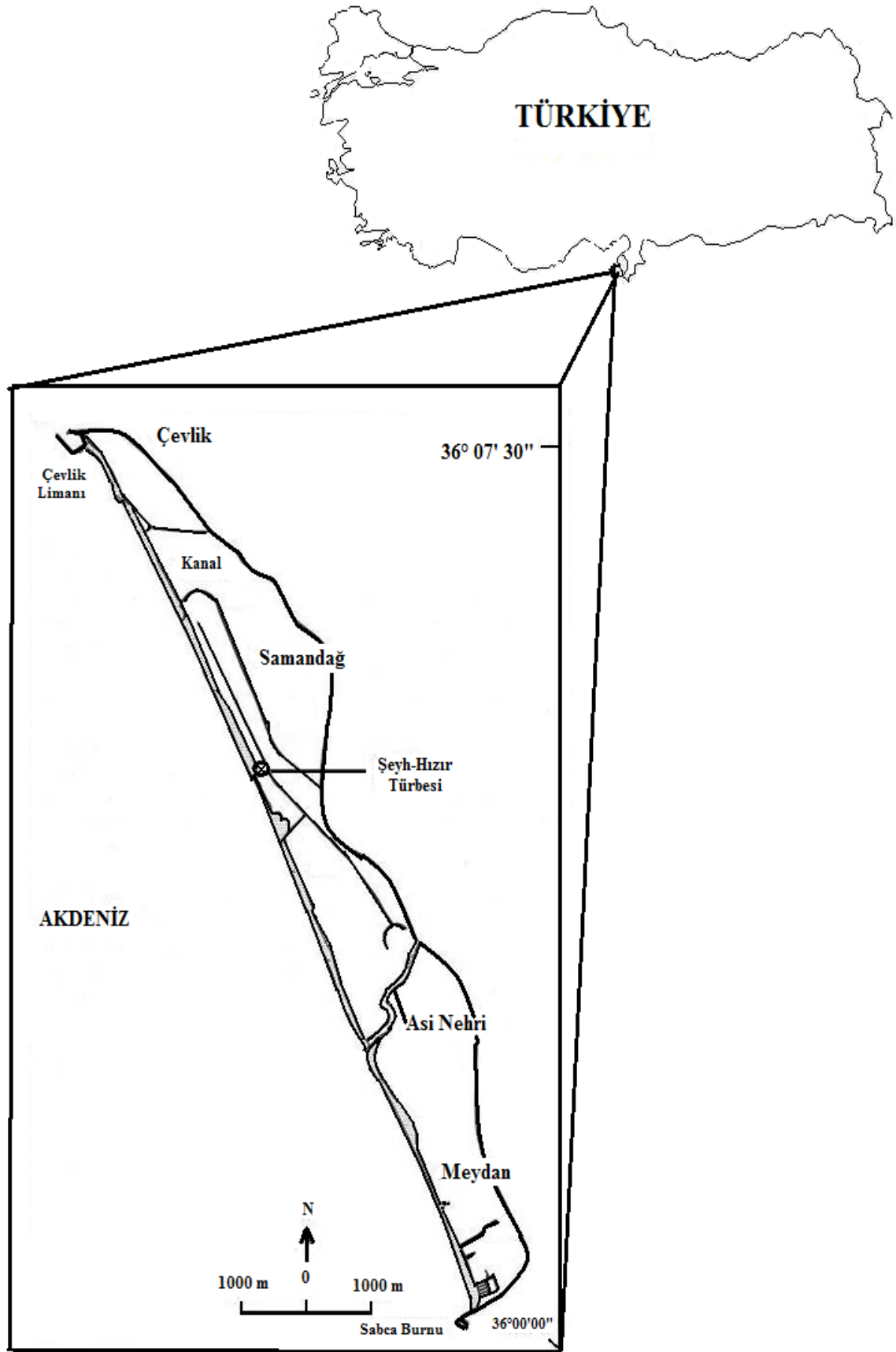
ayrıca metabolik ısınmanın cinsiyet üzerine etkisini bilmek populasyonun geleceği açısından önemli bilgiler verecektir. Bu çerçevede, bu projenin amacı aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Samandağ yeşil deniz kaplumbağası yuvalarından sıcaklık ölçerler kullanılarak sıcaklık kaydı almak ve bunun sonucu olarak cinsiyet tahmini yaparak kumsalın üreme sezonu içerisinde yüzde cinsiyet oranını tahmin etmek
- Kumsalın farklı noktalarına yerleştirilen sıcaklık ölçerler ile kumsal sıcaklık değişiminin üreme sezonu içerisinde zamansal ve mekansal değişimini ortaya çıkarmak
- Yuvaların metabolik ısınması ve dişileştirme üzerine etkisini araştırmak
- Yuva parametreleri (yuva derinliği, deniz ve bitki örtüsüne uzaklık, kuluçka büyüklüğü, kuluçka süresi ve ölü embriyo sayısı) ve metabolik ısıtma arasındaki ilişkileri araştırmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Proje Alanı

Projenin araştırma alanı, yeşil deniz kaplumbağalarının önemli yuvalama kumsallarından olan Hatay ili Samandağ kumsalıdır. Samandağ kumsalı toplam 14 km uzunluğunda olup kumsal Kuzey – Güney doğrultusundadır. Kumsal Çevlik, Şeyh-Hızır ve Meydan alt bölgeleri olmak üzere üç alt bölgeye ayrılarak araştırılmaktadır (Şekil 1). Kumsalın 0 noktası Kuzey’de Çevlik Balıkçı Barınağı olarak alınmıştır.



Şekil 2.1. Araştırma alanını gösterir harita

2.2. Yuva Parametreleri

Samandağ deniz kaplumbağaları koruma çalışmaları günlük arazi izleme çalışmaları sırasında, yuvaların denize ve bitkiye olan uzaklıkları, kuluçka süresi, kuluçka büyüklüğü, yuva derinliği, ölü embriyo ve canlı yavru sayısı gibi araştırma verileri 2016 ve 2017 üreme sezonlarında toplanmıştır. Her yuva için denize (DU) ve bitki örtüsüne (BU) olan uzaklık, esnek bir mezro (± 0.1 m) ile ölçülmüştür. Her yuvanın kuluçka süresi (KS), yeşil deniz kaplumbağasının yumurtladığı gece ile ilk yavru grubunun ortaya çıktığı gece arasındaki gün sayısı olarak tanımlandı (Broderick ve ark., 2001). Son gözlemlenen yavru çıkışından beş gün sonra yuvalar el ile kazıldı. Bu kazı sırasında, her yuvanın kuluçka büyüklüğü (KB), açılmamış yumurta (ölü embriyo) ve kabuk sayıları (yaşayan yavru) birer birer sayılarak her ikisinin toplamı olarak belirlenmiştir. Açılmamış yumurtalar, (1) erken embriyonik evre (EES) (<10 mm), (2) orta embriyonik evre (OES) (10-30 mm) ve (3) geç embriyonik evre (GES) (>30 mm) olmak üzere 3 gruba ayrıldı. (Whitmore ve Dutton 1985). Döllenenmemiş ve anormal (olağandışı şekli, daha büyük veya daha küçük olması) açılmamış yumurta sayısından ayrı tutulmuş ve hesaplamalara dahil edilmemiştir. Deniz kaplumbağası tarafından ilk olarak bırakılan yumurta sayısındaki olası farklılıkları önlemek için yuvalar dikkatli bir şekilde kazılmıştır. Eşzamanlı olarak yuva derinliği (YD) kum yüzeyinden yuvanın en derin noktasına esnek bir mezro ile ölçülmüştür.

2.3. Sıcaklık Kayıtlarının Alınması ve Cinsiyet Oranı Tahmini

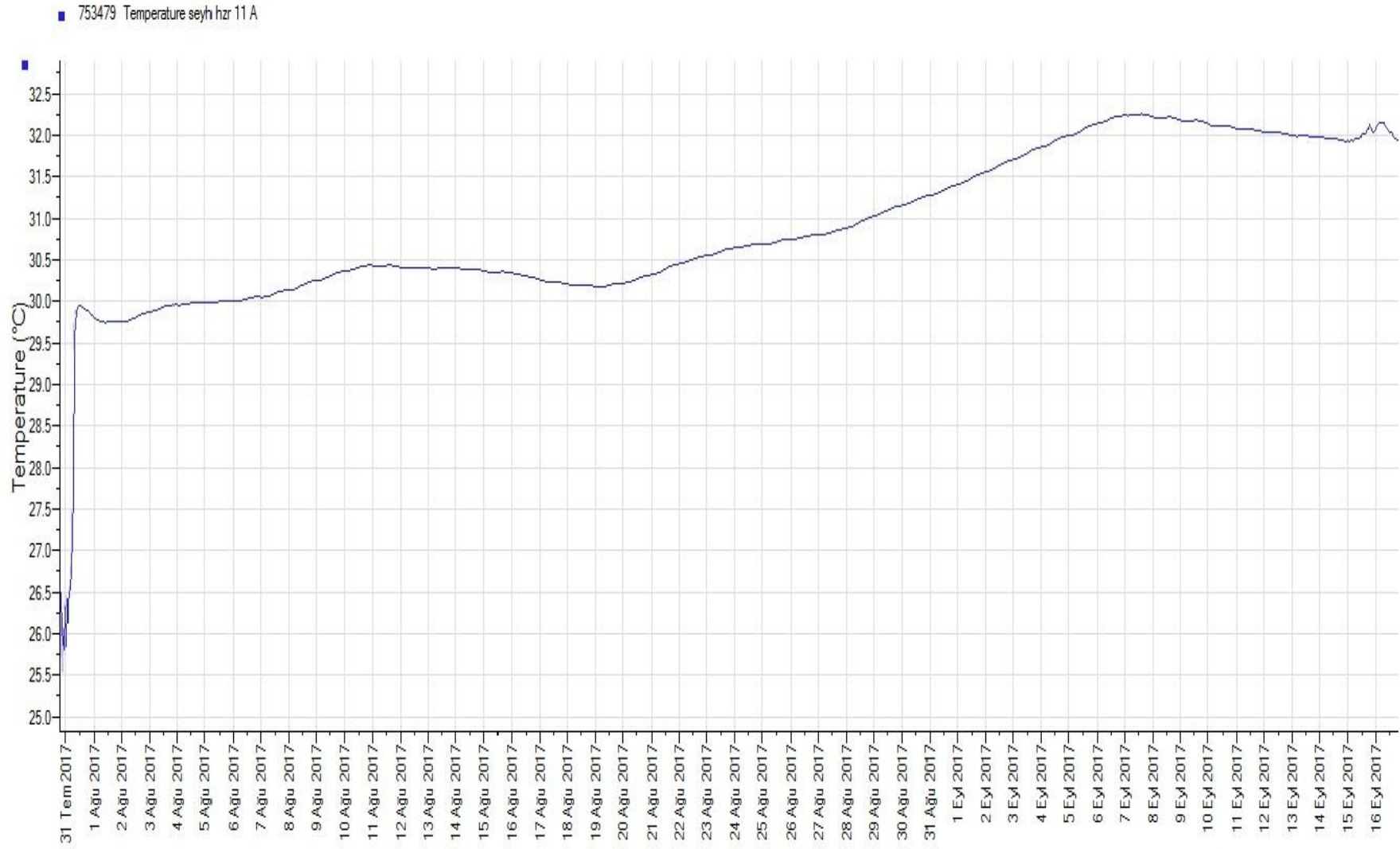
Yuvaların ve kumsalın sıcaklığının belirlenmesi için Tiny Talk (Orion Components (Chichester) Ltd., UK) adı verilen elektronik sıcaklık ölçerler kullanılmıştır. Bu cihaz, ağız kapalı 35 mm'lik film kutusu içinde, günlük 48 okumaya ayarlanarak, geceden yumurtlama işlemini tamamlamış ve sabah arazi sırasında bulunan yeşil deniz kaplumbağası yuvalarında yumurta üstüne konmuştur. Bu işlemler gerçekleştirilirken yumurtalara zarar verilmemiştir.

Kuluçka süresi boyunca kayıt altına alınan sıcaklık bilgileri bilgisayar ortamına aktarılmış (şekil 2) ve düzenlenerek, analize hazır hale getirilmiştir (z ve ark. 2004; Kılıç ve Candan, 2014). Analize hazır hale getirilen veriler ayrıca Microsoft Exel dosyasına aktarılmış ve kuluçka süresi üzerinden eşit  parçaya ayrılmıştır. Kuluçkanın ortada ki 1/3'lk kısmı cinsiyet oranı tahmininde kullanılmıştır. Bunun için, Kaska ve ark. (1998) nerdiği ($2/3 \text{ period} = 0,0716 \text{ percent female} + 25,114$) regresyon eşitliği kullanılmıştır.

Bununla birlikte elde bulunan boş sıcaklık ölçerler ve yuvalardan sıcaklık kaydı alındıktan sonra boşa düşen sıcaklık ölçerler ile yuvalama kumsalının en yoğun yuvalama bölgesinde her 1000 metrede bir sıcaklık kaydı alınmıştır. Kumsalın dar olduğu yerlerde sadece denizden 30 metre uzaklıkta, geniş olduğu yerlerde ise hem 30 metre hem de 45 metre uzaklıkta kayıtlar alınmıştır. Tüm kumsal sıcaklık kayıtları 60 cm derinlikten alınmıştır.

2.4. Metabolik Isınma

Metabolik ısınmayı belirlemek için, sıcaklık ölçerler günlük arazi çalışmaları sırasında bulunan ve gecedен yumurtlayarak yuvasını yapmış yeşil deniz kaplumbağası yuvalarında yumurta merkezine yerleştirilmiştir. Böylece yuva sıcaklığı elde edilmiştir. Yuva sıcaklığı kuluçka süresi üzerinden, ilk dönem (IKS), orta dönem (OKS) ve son dönem (SKS) kuluçka sıcaklıkları olmak üzere 3 eşit parçaya ayrılmış ve her bir dönem ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca, kum sıcaklığını belirlemek için, yuvanın hemen arkasına (50 cm) ve aynı derinliğe sıcaklık ölçer yerleştirilmiştir. Böylece kum sıcaklık kaydı elde edilmiştir. Metabolik ısınma aynı dönemlerdeki yuva sıcaklığı ile kum sıcaklığı arasındaki fark olarak hesaplandı. Cinsiyet oranları OKS sıcaklığa göre hesaplandı ve bu dönemdeki yuva ve kum sıcaklığı arasında ki fark dişileştirme etkisi olarak hesaplandı.



Şekil 2.2 Sıcaklık ölçerlerden verilerin bilgisayar programına alınması ve incelenmesi

2.5. Verilerin Analizi

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği “Levene Statistic” ile test edilmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği bulunmuştur ($P > 0,05$). Bağımsız Örneklem T-Testi kullanılarak iki grup arasındaki farklar karşılaştırıldı. Orta dönem kuluçka sıcaklığı ile yuva parametreleri arasındaki ilişki Spearman korelasyon katsayısı (iki kuyruklu) ile test edildi. Ayrıca, metabolik ısınmanın embriyo ölümleri üzerindeki etkisini belirlemek için, her dönemdeki metabolik ısınma, aynı evrelerdeki ölü embriyo sayılarıyla Spearman korelasyon katsayısı (iki kuyruklu) ile test edildi. Ayrıca, her evredeki canlı embriyo sayılarının metabolik ısınma üzerindeki etkisini belirlemek için her dönemdeki canlı embriyo sayıları aynı testler vasıtasıyla aynı dönemlerdeki metabolik ısınma ile test edilmiştir. Tüm istatistiksel testler SPSS 17.0 paket programı ile yapılmış ve tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler olarak gösterilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Cinsiyet Oranı Tahmini ve Kum Sıcaklık Değişimi

Her iki üreme sezonunda toplam 24 yuvanın (2016: 11 yuva, 2017: 13 yuva) sıcaklık kaydı alınmıştır. Ancak 2016 yılında bir yuvadan, sıcaklık ölçer cihazının teknik bir sorunundan dolayı sıcaklık kaydı alınamamıştır. Sıcaklık kaydı alınan yuvaların tanımlayıcı istatistikleri, sıcaklık değerleri ve yüzde dişi oranları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Yuvaların ortalama denize uzaklığı $33,7 \pm 8,7$ (16-48) metre, bitki örtüsüne olan uzaklığı ortalama $15,3 \pm 7,9$ (0-33) metre, yuva derinliği ortalama $69,7 \pm 8,1$ (53-82) cm, kuluçka süresi ortalama 51 ± 4 (43-57) gün ve toplam yumurta sayısı ortalama $107,9 \pm 30,5$ (62-210) olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Sıcaklık kaydı alınan yuvaların tanımlayıcı istatistikleri, sıcaklık değerleri ve yüzde dişi oranları (DU: Denize Uzaklık, BU: Bitkiye Uzaklık, YD: Yuva Derinliği, KS: Kuluçka Süresi, KB: Toplam Yumurta, OKS(2/3): Orta Dönem Kuluçka Sıcaklığı, TKS: Toplam Kuluçka Sıcaklığı)

Yuva No	DU (m)	BU (m)	YD (cm)	KS (gün)	KB	OKS(2/3) (°C)	TKS (°C)	Dişi Oranı (%)
409	43	33	82	49	113	31,6	31,1	83,6
443	29	8	74	52	76	29,6	30,1	69,64
444	39	10	81	53	109	-	-	-
445	48	9	54	48	138	31,8	31,8	93,38
446	18	16	53	56	210	31,8	32,8	100
447	35	18	60	49	131	31	30,5	75,22
461	41	17	66	50	111	30,6	30,6	76,62
469	39	10	78	48	103	30,3	30,8	79,41
474	28	22	65	47	116	32,2	32,2	98,97
480	24	15	65	48	106	31,6	31,3	86,4
485	28	20	71	57	104	32,1	32,6	100
74	30	5	74	56	123	30,1	29,8	65,98
75	31	28	66	57	105	30	29,9	67,05
88	30	18	75	54	108	29,9	29,5	61,3
113	25	17	75	56	71	29,6	29,6	64,03
116	26	19	70	54	74	30	30	69,16
124	48	0		43	149	31,8	31,9	95,73
139	16	22	70	54	101	30,2	30,1	70,58
167	34	11	75	52	107	29,9	30,2	71,39
168	41	8	63	49	85	29,7	30,2	71,2
828	43	23	82	47	93	32,4	32	97,49
829	35	23	66		62	31,5	31,6	89,5
832	42	6	63	46	77	32	31,8	94,47
835	35	9	76	48	117	30,9	30,6	77,54
Toplam	33,7	15,3	69,7	51	107,9	30,9	30,9	80,8

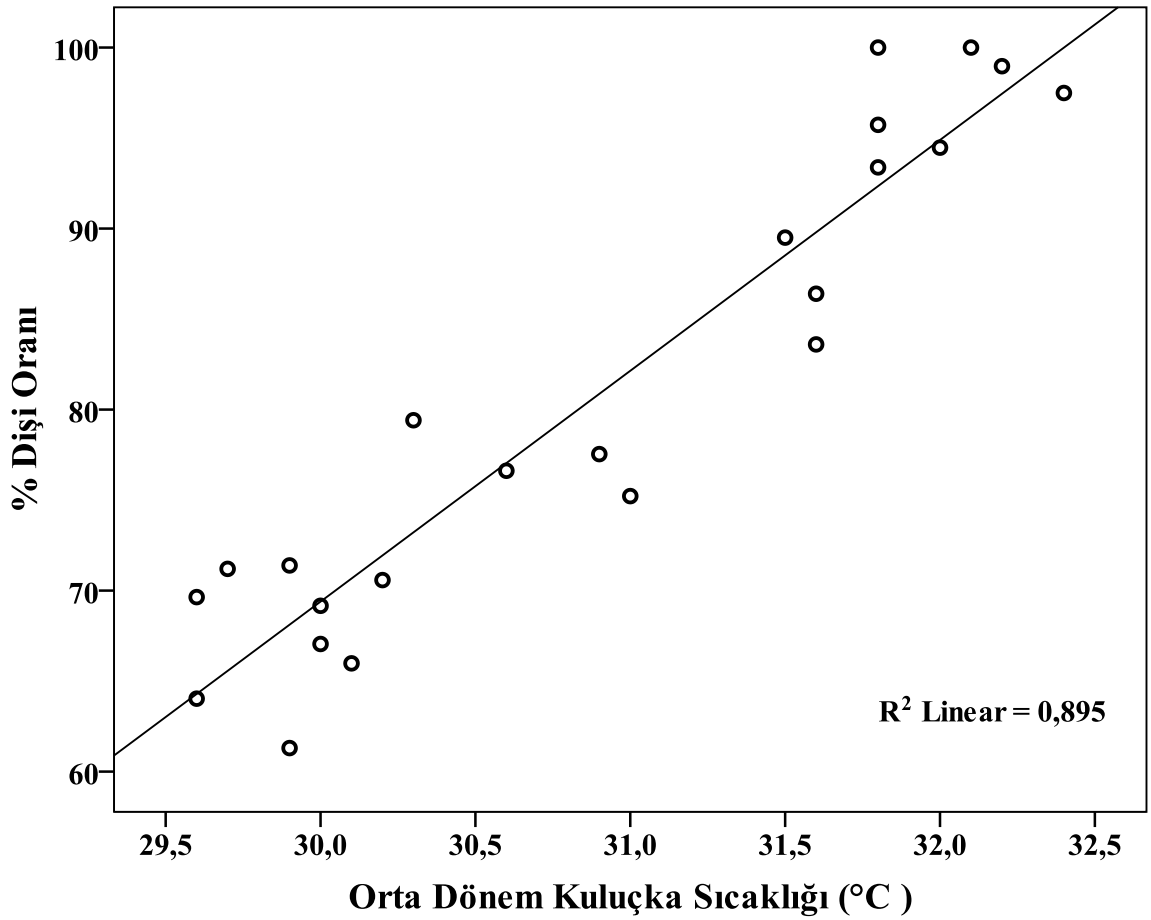
Toplam kuluçka süresince kayıt edilen ortalama yuva sıcaklığı $30,9 \pm 1$ (29,5-32,8) °C olup cinsiyet için önemli olan orta dönem yuva sıcaklığı ise ortalama $30,9 \pm 29,6-32,4$) °C olarak kayıt edilmiştir. Regresyon eğrisi sonucu elde edilen formül ile hesaplanan her iki yılın cinsiyet oranı % 80,8 olarak hesaplanmıştır. Yıllar arasında yuva parametreleri anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 3.2). Ancak ortalama yuva sıcaklığı istatistiksel olarak yıllar arasında anlamlı farklılık göstermiştir (Çizelge 3.2). Her iki yılın yüzde dişi oranları ve orta dönem yuva sıcaklıkları anlamlı farklılık göstermemiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Yıllar arasında yuva parametrelerinin, yuva sıcaklıklarının ve yüzde dişi oranlarının istatistiksel önem düzeyleri (DU: Denize Uzaklık, BU: Bitkiye Uzaklık, YD: Yuva Derinliği, KS: Kuluçka Süresi, KB: Toplam Yumurta, OKS(2/3): Orta Dönem Kuluçka Sıcaklığı, TKS: Toplam Kuluçka Sıcaklığı)

	Levene İstatistik		T-Test			
	F	P	t	df	P (2-tailed)	Ort.Fark
DU	0,258	0,616	0,077	22	0,939	0,27972
BU	1,536	0,228	0,501	22	0,621	1,64336
YD	3,845	0,063	-0,927	21	0,364	-3,15909
KS	2,106	0,161	-0,411	21	0,686	-0,69697
KB	0,100	0,755	1,839	22	0,079	21,88112
OKS	0,654	0,428	1,653	21	0,113	0,64462
TKS*	0,005	0,943	2,114	21	0,047	0,82615
% Dişi	0,458	0,506	1,888	21	0,073	9,75323

Cinsiyet için önemli olan OKS ile yuva parametreleri arasındaki korelasyonları değerlendirdiğimizde, OKS ile KS arasında negatif yönlü anlamlı bir korelasyon vardır ($r=-0,483$, $n=22$, $P=0,023$). Ancak diğer parametreler ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir

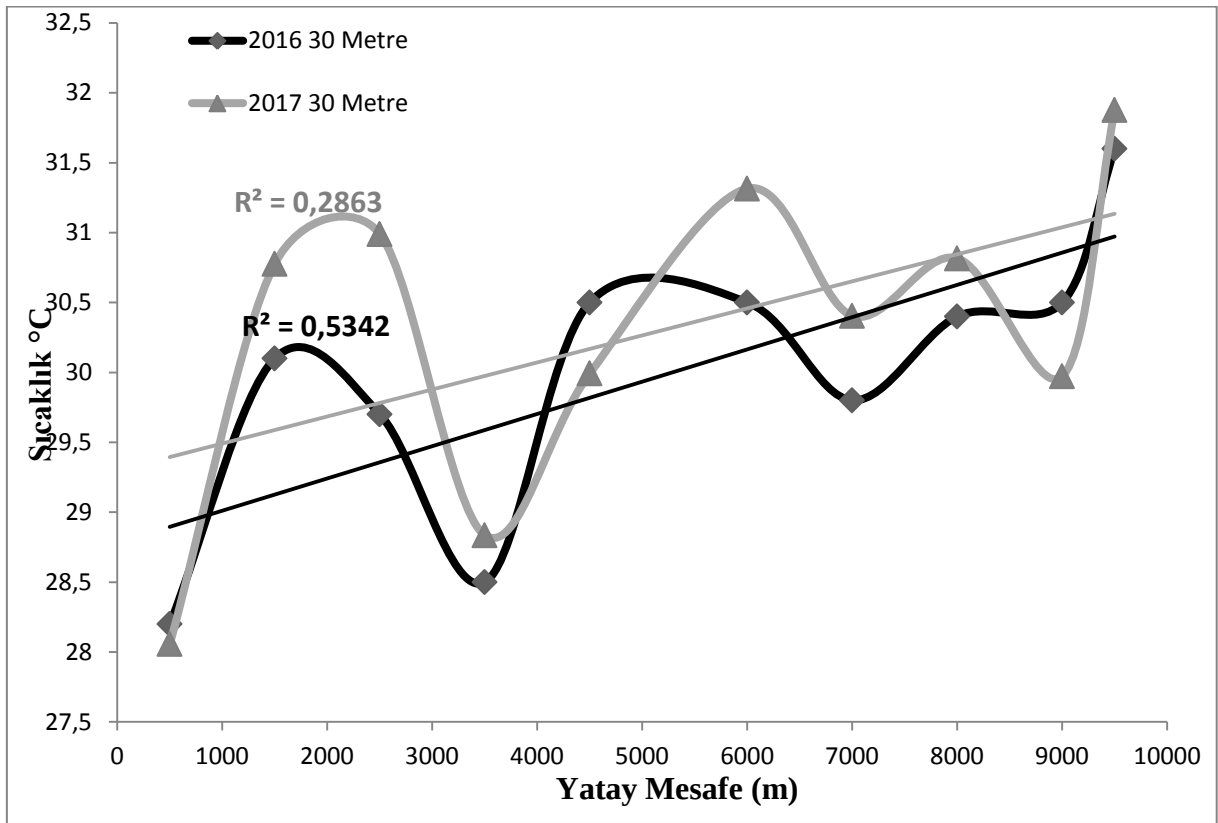
($P>0,05$). Bununla birlikte yüzde dişi oranı ile yuva sıcaklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar vardır. TKS ile yüzde dişi oranı pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermektedir ($r=0,992$, $n=23$, $P=0,001$). Ayrıca OKS ile yüzde dişi oranı da pozitif korelasyon göstermektedir ($r=0,946$, $n=23$, $P=0,001$). Doğrusal regresyon analizi, OKS ile yüzde dişi oranı arasında ki ilişkiyi % 89 oranında açıklamaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yüzde dişi oranı ile OKS arasındaki ilişkiyi gösterir grafik

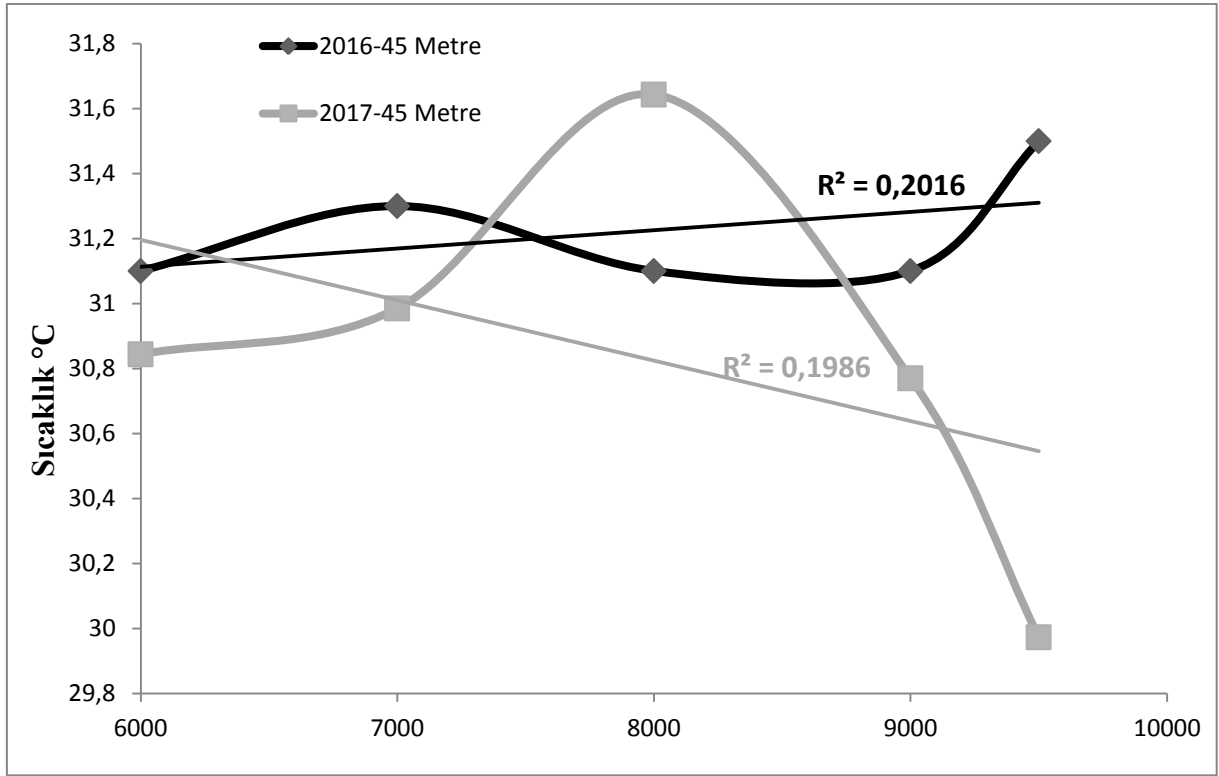
Elde bulunan boş sıcaklık ölçerler kumsalın belirli noktalarına yerleştirilmiş ve bu yerleştirme yapılırken yatay mesafede Çevlik Balıkçı barınağı sıfır noktası olarak alınmış -Asi nehrine doğru- ve sıcaklık ölçerin konacağı yer bu noktaya göre belirlenmiştir. Kumsalın ilk 6000 metresinin dar olması nedeniyle bu alanda sadece denizden 30 metre uzaklıkta sıcaklık kaydı alınmıştır. Bu noktadan sonra Asi nehir ağzına doğru hem 30 metreden hem de 45

metreden sıcaklık kayıtları alınmıştır. 2016 yılı için, denizden 30 metre uzaklıkta ortalama kum sıcaklığı 29,98 °C ve 2017 yılı için ise 30,31 °C olarak bulunmuştur. Yıllar arasında 30 metre uzaklıktaki kum sıcaklığı bakımından anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$). Denize 45 metre uzaklıktaki kum sıcaklığı 2016 yılı için 31,22 °C ve 2017 yılı için 30,84 °C olarak bulunmuş ve yıllar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). Her iki yıl için denizden 30 metre uzaklıkta kum sıcaklığı ortalama 30,72 °C ve denizden 45 uzaklıktaki kum sıcaklığı 31,03 °C olarak bulunmuştur. Kum sıcaklığı denizden 30 metre ve 45 metre uzaklığa göre anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). Yıllara göre denizden 30 meter uzaklıktaki kum sıcaklığı değişimi Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Asi nehir ağzına doğru gidildikçe denize 30 metre uzaklıkta kum sıcaklığının belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür.



Şekil 3.2. Her iki yıl için Asi Nehir ağzına doğru denize 30 metre uzaklıkta kum sıcaklığının değişimi

Yıllara göre denizden 45 metre uzaklıktaki kum sıcaklığı değişimi Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Asi nehir ağzına doğru gidildikçe denize 45 metre uzaklıkta kum sıcaklığı 2016 yılı için azda olsa artan bir eğilim göstermekte ancak 2017 yılı için azalan bir eğilim göstermektedir. Bu fark yıllar arasında ki mevsimsel farklılıklardan kaynaklanabilir.



Şekil 3.3. Her iki yıl için Asi Nehir ağzına doğru denize 45 metre uzaklıkta kum sıcaklığının değişimi

3.2. Metabolik Isınma

Yeşil deniz kaplumbağası yuvalarında metabolik ısınmayı belirleme için 18 yeşil kaplumbağa yuvasından yuva sıcaklığı ve aynı zamanda yuvanın hemen arkasından kum sıcaklığı ölçüldü. Yıllara göre test edilen yuva parametrelerinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3.3’de verilmiştir. Yuva parametreleri YD ($t = -3.215$, $df = 15$, $p = 0.006$), EES ($t = 2.201$ $df = 16$, $p = 0.043$) ve KB ($t = 2.201$ $df = 16$, $p = 0.043$) dışında yıllar arasında anlamlı bir farklılık göstermedi.

Çizelge 3.3. Metabolik ısınmanın belirlendiği yuvaların tanımlayıcı istatistikleri (DU: Denize Uzaklık, BU: Bitkiye Uzaklık, YD: Yuva Derinliği, KS: Kuluçka Süresi, TY: Toplam Yumurta)

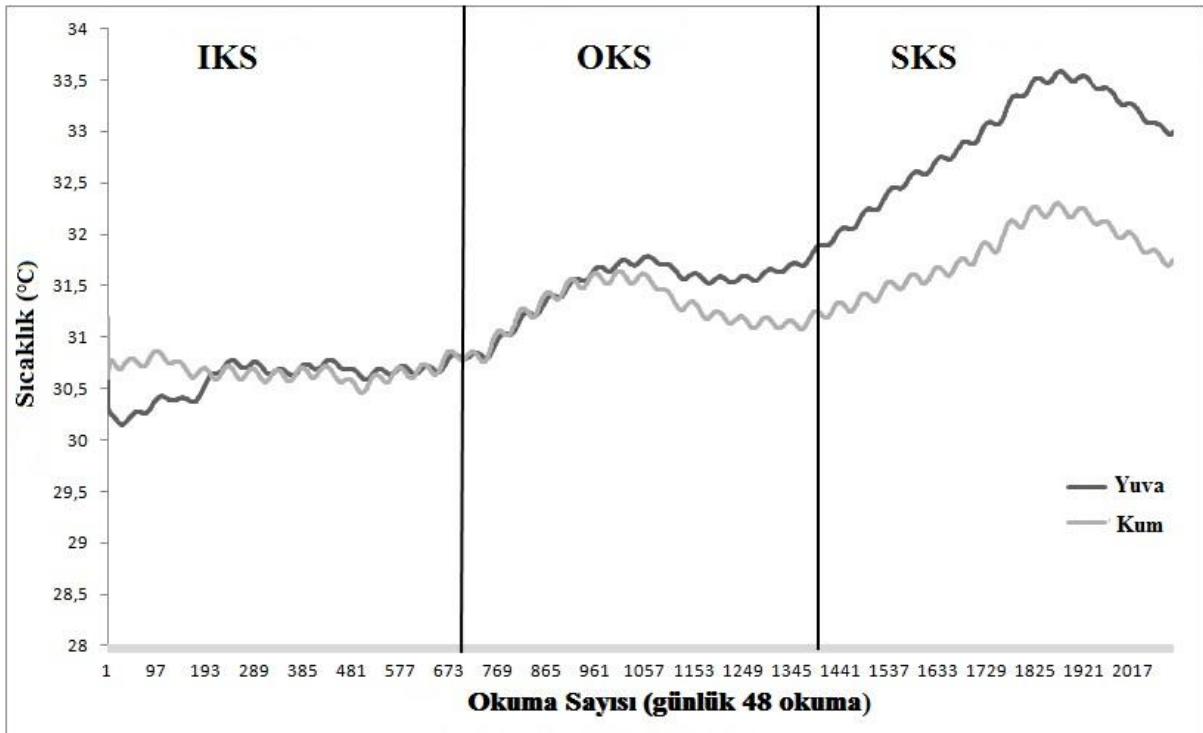
Parametreler	Yıl	N	Ort.	Sd	Min-Max
KS (gün)	2016	7	50,71	4,07	47-57
	2017	11	51,50	4,99	43-57
	Total	18	51,17	4,51	43-57
DU (metre)	2016	7	31,71	1,03	18-48
	2017	11	32,81	9,15	16-48
	Total	18	32,38	9,33	16-48
BU (metre)	2016	7	16,71	4,15	9-22
	2017	11	15,45	9,02	0-28
	Total	18	15,94	7,37	0-28
YD* (cm)	2016	7	62,00	6,63	53-71
	2017	10	71,70	5,75	63-82
	Total	17	67,70	7,70	53-82
KB*	2016	7	130,86	37,12	104-210
	2017	11	98,18	26,09	62-149
	Total	18	110,88	33,99	62-210
EES*	2016	7	130,85	37,12	104-210
	2017	11	98,18	26,09	62-149
	Total	18	110,88	33,99	62-210
OES	2016	7	98,85	16,40	71-124
	2017	11	89,63	25,68	54-134
	Total	18	93,22	22,45	54-134
GES	2016	7	98,57	16,05	71-123
	2017	11	89,54	25,74	54-134
	Total	18	93,05	22,39	54-134

Yuva ve kum sıcaklıklarının ve metabolik ısınmanın tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Yuva ve kum sıcaklıklarının ve metabolik ısıtmanın tanımlayıcı istatistikleri (IKS: İlk Dönem Kuluçka Süresi, OKS: Orta Dönem Dönem Kuluçka Süresi, SKS: Son Dönem Kuluçka Süresi)

Dönem	Yıl	N	Yuva Sıcaklığı °C	Kum Sıcaklığı °C	Metabolik Isınma °C
IKS	2016	7	30,11±0,64 (28,87-30,78)	30,16± 0,43 (29,26-30,67)	-0,04±0,30 (-0,42/0,43)
	2017	11	28,84±1,97 (27,02-31,80)	28,86±1,91 (27,12-31,74)	-0,01±0,33 (-0,62/0,43)
	Total	18	29,33±1,68 (27,02-31,80)	29,36±1,62 (27,12-31,74)	-0,02±0,31 (-0,62/0,43)
OKS	2016	7	31,26±0,87 (30,07-32,28)	30,74±0,41 (30,12-31,27)	0,51±0,58 (-0,04/1,25)
	2017	11	30,35±1,09 (29,07-31,87)	30,06±0,84 (29,17-31,57)	0,29±0,39 (-0,33/0,83)
	Total	18	30,71±1,08 (29,07-32,28)	30,33±0,77 (29,17-32,57)	0,37±0,47 (-0,33/1,25)
SKS	2016	7	33,11±0,56 (32,35-33,92)	31,34±0,46 (30,56-31,79)	1,76±0,36 (1,11/2,27)
	2017	11	32,72±0,76 (31,79-34,47)	31,07±0,60 (30,05-31,88)	1,16±0,53 (0,78/2,65)
	Total	18	32,87±0,70 (31,79-34,47)	31,18±0,55 (30,05-31,88)	1,69±0,46 (0,78/2,65)
Total	2016	7	31,49±0,64 (30,49-32,09)	30,75±0,41 (30,06-31,24)	0,74±0,36 (0,41/1,22)
	2017	11	30,64±1,02 (29,53-32,12)	30,00±0,96 (28,90-31,73)	0,64±0,33 (0,19/1,29)
	Total	18	30,97±0,97 (29,53-32,12)	30,29±0,86 (28,90-31,73)	0,68±0,34 (0,19/1,29)

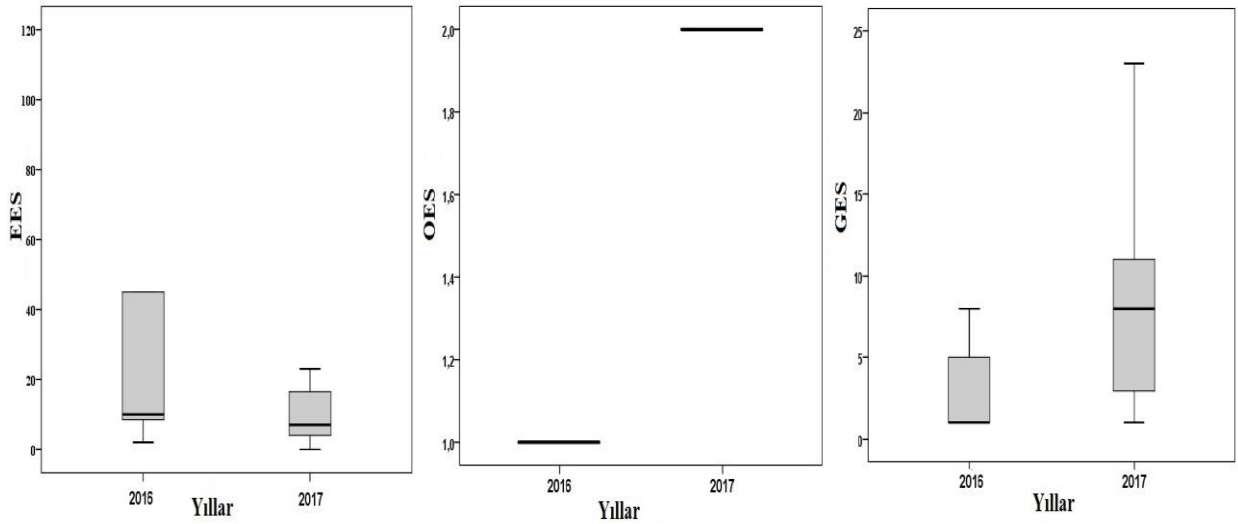
Kuluçka süresinin IKS'sinde, ortalama yuva sıcaklığı her iki yılda ortalama kum sıcaklığından düşüktür. Kuluçka süresinin IKS sırasında ortalama metabolik ısınma her iki yılda da -0.02°C olarak hesaplandı. Kuluçka OKS'sindeki ortalama yuva sıcaklığı, her iki yılda ortalama kum sıcaklığından daha yüksek, ancak 1°C 'den düşüktür. Kuluçka süresinin OKS sırasında ortalama metabolik ısıtma, her iki yılda 0.37°C olarak hesaplandı. Kuluçka süresinin SKS'sindeki ortalama yuva sıcaklığı, ortalama kum sıcaklığından yüksektir ve her iki yılda da 1°C 'den daha yüksektir. Kuluçka süresinin SKS süresi boyunca ortalama metabolik ısınma her iki yılda da 1.69°C olarak hesaplandı. rnek yuvada gösterildiği gibi (şekil 3.4) kuluçka sonuna doğru ortalama yuva sıcaklıkları artma eğilimi göstermiştir ve kuluçka süresinin tamamında ortalama yuva sıcaklığı ortalama kum sıcaklığından daha yüksek, ancak 1°C 'den daha düşüktür. Kuluçka süresince ortalama metabolik ısınma her iki yılda 0.68°C olarak hesaplanmıştır.



şekil 3.4. Metabolik ısınmanın neden olduğu kum ve yuva sıcaklığı arasındaki sıcaklık değişimini gösteren yuva sıcaklık profili rneği

Orta dönem kuluçkaya göre metabolik ısınmanın dişileştirme etkisi, 2016 yılında % 9,3 ve 2017 yılında % 5,3 olarak hesaplandı. Samandağ kumsalında her iki yıldaki metabolik ısınmanın ortalama dişileştirme etkisi % 6,8 olarak hesaplandı.

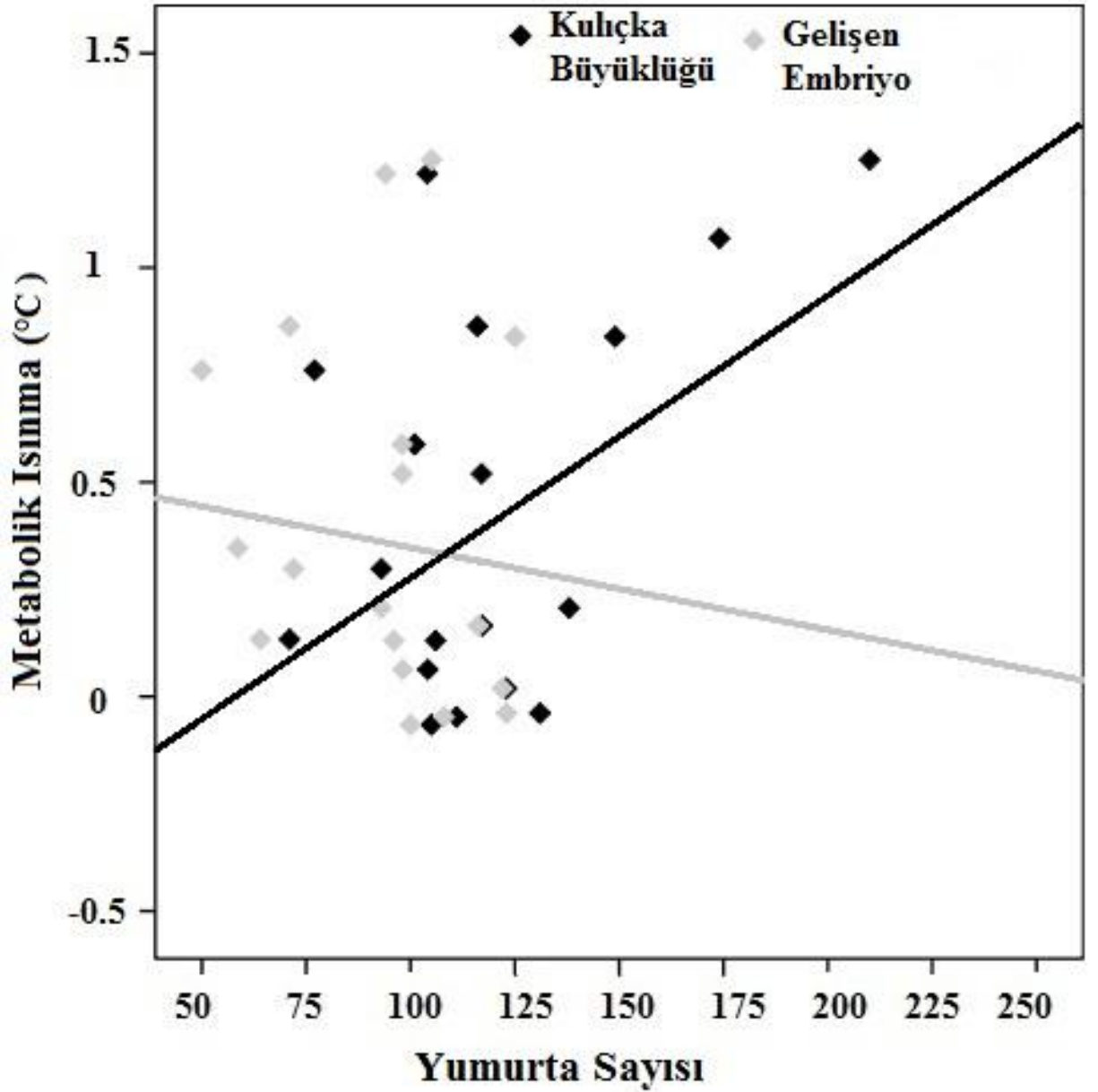
Ölü embriyo evrelerindeki (EES, OES ve GES) yıllar arasındaki değışmeler Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Metabolik ısınmanın embriyo ölümleri üzerindeki etkisini belirlemek için, IKS, OKS ve SKS dönemlerindeki metabolik ısınma, aynı dönemdeki sırasıyla EES, OES ve GES ölü embriyo sayıları ile korelasyona tabi tutulmuştur. IKS'deki metabolik ısınma ölü EES sayısı ile pozitif korelasyon gösterdi ($r = 0.533$, $p = 0.023$), ancak OKS ve SKS'deki metabolik ısınma sırasıyla ölü OES ve GES ile korelasyon göstermedi ($p > 0.05$).



Şekil 3.5. Yıllar arasında ölü embriyo sayılarının (EES, OES ve GES) varyasyonunu

Ayrıca, her evredeki canlı embriyo sayılarının metabolik ısınma üzerindeki etkisini belirlemek için, her dönemdeki metabolik ısınma, aynı evrelerdeki canlı embriyo sayılarıyla korelasyona tabi tutuldu. SKS'deki metabolik ısınma GES ile pozitif korelasyon gösterdi ($r = 0.482$, $p = 0.043$), ancak IKS ve OKS'deki metabolik ısınma sırasıyla EES ve OES ile korelasyon göstermedi ($p > 0.05$). Ayrıca cinsiyet için önemli olan OKS metabolik ısınma, KB ve kuluçka süresinin en az yaklaşık % 75'i (yani GES artı OES artı canlı yavru sayısı) kadar gelişen embriyo sayısı arasında korelasyonlar için test edilmiştir. KB, metabolik ısınma ile

anlamli korelasyonlar gosterirken ($r = 0.584$, $p = 0.009$), kuluçka süresinin en az yaklaşık % 75'ine kadar gelişen embriyo sayısı, metabolik ısınma ile korelasyon gstermedi ($p > 0.05$) (şek. 3.6). Dahası, KB tüm kuluçka süresince ortaya çıkan ortalama metabolik ısınma ile pozitif bir korelasyon gsterdi ($r = 0.473$, $p = 0.041$).



şekil 3.6. OKS'deki metabolik ısınma miktarının, kuluçka büyüklüğü ve kuluçkanın en az % 75'ine kadar gelişen embriyo sayısı arasındaki ilişki (Kuluçka büyüklüğü için $R^2 = 0.198$, Gelişen embriyo için $R^2 = 0.007$)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak, Samandağ kumsalı yeşil deniz kaplumbağası yuvalarından elde edilen sıcaklık verileri ışığında, 2016 ve 2017 üreme sezonunda cinsiyet oranı dişi ağırlıklı (% 80.8) olarak bulunmuştur. Yıllar arasında yüzde dişi oranı bakımından anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır. Yüzde dişi oranı yeşil deniz kaplumbağası için Akdeniz’de yapılan önceki çalışmalar ile benzerlik göstermekte olup dişi ağırlıklıdır (Kaska ve ark., 1998; Broderick ve ark., 2000; Kılıç ve Candan, 2014; Yalçın Özdilek ve ark., 2016). Ayrıca kum sıcaklığı yıllar arsaında anlamlı farklar göstermemekte ve Asi nehir ağzına doğru kum sıcaklığı hem denizden 30 metre hem de 45 meter uzaklıkta artış eğilimi göstermiştir. Bununla birlikte denizden uzaklıklar bakımından 30 metre ve 45 metre kum sıcaklıkları anlamlı farklılık göstermemiştir. Kum sıcaklığı zamansal ve mekansal olarak değişmemiştir. Yuva sıcaklığı ve yüzde dişi oranı yuva parametreleri ile anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Ancak kuluçka süresi ile orta dönem kuluçka sıcaklığı arasında anlamlı yönde negatif bir ilişki vardır. Bir çok çalışmada, yüksek yuva sıcaklığının daha kısa kuluçka süresi ile sonuçlandığı bilinmektedir (Yntema ve Mrosovsky, 1980; Godley ve ark., 2001; Wood ve ark., 2014) Bunun paralelinde orta dönem kuluçka sıcaklığı ile yüzde dişi oranı arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde Sugözü kumsallarında, Kılıç ve Candan (2014) orta dönem kuluçka sıcaklığı ile yüzde dişi oranı arasında anlamlı pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bir çok çalışmada yuva parametrelerinin yuva sıcaklığı ve dişi oranı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Yalçın Özdilek ve ark. (2016), Yüzde dişi oranı ve yuva sıcaklıklarının denize olan uzaklık ile negatif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. PCA analizi sonucunda, Türkozan ve ark. (2003), Fethiye’de iribaş deniz kaplumbağası yuvalarında denizden uzaklığın, yuva sıcaklığı ve bitki örtüsüne olan uzaklık ile ters orantılı olduğunu belirttiler. Bununla birlikte, Kılıç ve Candan (2014), Sugözü Plajı’nda, yuva sıcaklığı ile denize uzaklık arasında pozitif bir korelasyon

bulmuşlardır. Samandağ ve Sugözü ikisi de doğu Akdeniz'de bulunsa da, yağmur ve kumun albedosu gibi (Hays ve diğerleri, 2001) her iki kumsal arasında ortaya çıkan lokal farklılıklar bunun nedeni olabilir. Ayrıca yuva sıcaklığını ve dolayısıyla cinsiyet oranını, yuvaların bitki örtüsüne yakınlığı, şiddetli yağmur ve fırtınalar gibi iklim koşulları ve kumsalın iklim ve jeomorfolojisi ile ilgili diğer faktörler gibi birçok çevresel faktörün (örneğin, Janzen ve Paukstis, 1991; Mrosovsky, 1994; Godfrey ve ark., 1997; Hays ve ark., 2001) etkilediği bilinmektedir.

Yuva sıcaklığını ve dolayısıyla cinsiyet oranını etkileyebilecek bir diğer etken, yuvalarda gelişen embriyolar tarafından üretilen metabolik ısınmadır. Projenin metabolik ısınma ile ilgili bölümü “The Relations Between the Metabolic Heating with Nest Parameters for Green Turtle (*Chelonia mydas*, L. 1758) on Samandağ Beach, Turkey” başlıklı olarak “Zoological Science” adlı SCI bir dergide basımı kabul edilmiştir. Tüm kuluçka süresi boyunca yuvaların sahip olduğu metabolik ısınma önceki çalışmalarına benzerdi. Yani metabolik ısıtma kuluçka süresinin son üçte birinde (SKS) en yüksek seviyelere ulaşmıştır (Godfrey ve ark., 1997; Broderick ve ark., 2001; Zbinden ve ark., 2006; Önder ve Candan, 2016). Bununla birlikte, bu dönemde metabolik ısınmadaki bu artışın cinsiyet oranı üzerine bir etkisinin olmadığı bilinmektedir (Binckley ve ark., 1998; Godley ve ark., 2001; Zbinden ve ark., 2006). Kuluçkanın OKS'sinde cinsiyet için kritik bir önemi olan metabolik ısınma, bu çalışmada her iki yılda da 1 °C'nin altında bulundu. Yeşil deniz kaplumbağa yuvalarında yapılan önceki araştırmaların metabolik ısınma değerleri, 0,6 – 5 °C aralığında değişiklik göstermektedir (Booth ve Astill, 2001; Booth ve Freeman, 2006; Merwe ve ark., 2006; Broderick ve ark., 2001; Candan ve Kolankaya, 2014; Önder ve Candan, 2016). Metabolik ısınma değerleri arasında ki bu bölgesel farklılıklar kuluçka büyüklüğü, yumurta boyutu ve bölgeler arası iklim farklılıklarına bağlı olabilir (Booth ve Astill, 2001; Zbinden et al., 2006).

KSK'deki metabolik ısınma, Akdeniz'deki Sugözü kumsallarında 0.6 °C olarak rapor edilmiştir (Candan ve Kolankaya, 2014; Önder ve Candan, 2016). Samandağ kumsalındaki yeşil kaplumbağa yuvalarının metabolik ısınma değeri Sugözü kumsallarına benzerdi. Kuluçkanın son döneminde ki metabolik ısınmaya bağlı sıcaklık artışı, kuluçkanın ortadaki 1/3'lük kritik ısıya duyarlı dönemin ardından artış göstermesinden dolayı, sıcaklığa bağlı cinsiyet değişimi için önemli değildir (Mrosovsky ve Yntema, 1980; Broderick ve ark., 2001). Godfrey ve ark. (1997) metabolik ısınmanın cinsiyet oranlarına olan etkisinin kaplumbağa türlerinde göz ardı edilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Broderick ve ark. (2001), yeşil kaplumbağaların yavru cinsiyet oranlarını tahmin ederken metabolik ısınmanın göz önüne alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Önder ve Candan (2016), OKS dönemindeki metabolik ısınmanın, Sugözü kumsallarında yeşil kaplumbağaların yuvalarında dişi yavru üretimini % 10.4 yükselttiğini belirtti. Malezya'nın doğu kıyılarındaki yeşil kaplumbağaların yuva sıcaklığı üzerine metabolik ısınmanın en etkili faktör olduğu rapor edilmiştir (Merwe ve ark., 2006). Buna karşın, metabolik ısınma, Playa Grande'deki Kosta Rika Pasifik kıyısındaki deri sırtlı deniz kaplumbağalarında cinsiyet oranını etkilemediği rapor edilmiştir (Binckley ve ark, 1998). Benzer şekilde, Zbinden ve ark. (2006), metabolik ısınmanın, Yunanistan'ın Zakynthos Adası'ndaki iribaş deniz kaplumbağası yuvalarında önemli bir dişileştirme etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Cinsiyet için önemli olan orta dönem kuluçka süresindeki metabolik ısınmanın 1 °C (0.37 °C) düşük olması ve ortalama dişileştirme etkisinin % 6,8 olması nedeniyle metabolik ısınmanın Samandağ plajındaki yeşil kaplumbağa yuvaları için düşük öneme sahip olduğu söylenebilir.

Samandağ kumsalında kuluçka büyüklüğü ile metabolik ısınma anlamlı bir ilişki göstermiştir. Birçok çalışma, daha büyük kuluçka büyüklüğünün daha yüksek metabolik ısınma değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Broderick ve ark. (2001), Ascension

Adası'ndaki yeşil kaplumbağaların kuluçka büyüklüğünün ile metabolik ısınma ile pozitif korelasyona sahip olduğunu bulmuşlardır. Aynı sonuç Booth ve Astill (2001) tarafından Avustralya'da yeşil kaplumbağalar için bildirildi. Dahası, kuluçka büyüklüğü, Yunanistan'ın Zakynthos Adası'ndaki iribaş deniz kaplumbağalarında metabolik ısınma ile pozitif bir korelasyon göstermiştir (Zbinden ve ark., 2006). Bu bulgularla uyumlu olarak, metabolik ısınma bu çalışmada kuluçka büyüklüğü ile pozitif korelasyon göstermiştir. Kuluçka süresinin IKS'sinde metabolik ısınmanın artması ölü EES sayısını arttırmıştır. Önder ve Candan (2016) IKS'deki yuva sıcaklığı ve canlı EES arasında bir ilişki olmadığını belirttiler. Ancak; Önder ve Candan'ın (2016) verdiği EES sayısı, aynı evrelerdeki canlı embriyo sayısıdır. Ölü EES sayısı kuluçkanın ilk günlerinde ortaya çıkan bir durumdur. Bu dönemde, embriyonik gelişimin erken safhalarında embriyolar önemsiz miktarda metabolik ısı üretir (Merwe ve ark., 2006). Belki de ölü EES'nin yüksek sayısı, doğrudan metabolik ısınma ile ilgili değil, embriyonik gelişimin kimyasal, biyolojik ve fiziksel koşullarla ilişkili olabileceği gibi karmaşık koşullarla daha fazla ilgilidir (Ackerman ve ark., 1985; Maloney ve ark., 1990). Kum ve yuva sıcaklığı IKS sırasında anlamlı bir fark göstermediğinden çevre sıcaklığı (metabolik ısıtma değil) ölü EES sayısını etkilemiş olabilir.

Sonuç olarak, Samandağ yeşil deniz kaplumbağa yavru popülasyonu 2016 ve 2017 yıllarında dişi ağırlıklı olarak bulunmuştur. Kumsal sıcaklığı zamansal ve mekansal olarak farklılık göstermemiştir. Her iki yılda ki ortalama metabolik ısınma değeri dişileştirme üzerine büyük bir etkiye sahip değildir. Ayrıca metabolik ısınma kuluçka büyüklüğü ile anlamlı bir ilişki sergilemiş ve metabolik ısınmadaki varyasyonun büyük bir bölümünü açıklamıştır. İleriki çalışmalarda yumurta büyüklüğü ve yuvanın toplam yumurta kütlesi ile metabolik ısınmanın ilişkisi araştırılabilir.

TEŞEKKÜR

Projenin, arazi çalışmalarına gönüllü olarak katılan öğrencilere, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar VII. Bölge Müdürlüğüne, Samandağ Kaymakamlığına, Samandağ Çevre Koruma ve Turizm Derneği yönetici ve üyelerine, Cumhuriyet Üniversitesi CUBAP ofisine ve Suşehri Timur Karabal ve Koyulhisar Meslek Yüksek Okulu yöneticilerine, akademik ve idari personellerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

Ackerman RA, Seagrave RC, Dmiel R, Ar R. 1985. Water and heat exchange between parchment-shelled reptile eggs and their surroundings. *Copeia* 1985:703–711

Binckley CA, Spotila JR, Wilson KS, Frank V. 1998. Sex determination and sex ratios of Pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Copeia* 291- 300.

Booth DT, Astill K. 2001. Temperature variation within and between nests of the green sea turtle, *Chelonia mydas* (Chelonia: Cheloniidae) on Heron Island, Great Barrier Reef. *Australian Journal of Zoology*, 49: 71-84.

Booth DT, Freeman C. 2006. Sand and nest temperatures and an estimate of hatchling sex ratio from the Heron Island green turtle (*Chelonia mydas*) rookery, Southern Great Barrier. *Coral Reef*, 25: 629-633.

Broderick AC, Godley BJ, Hays GC. 2001. Metabolic heating and the prediction of sex ratios for green turtles (*Chelonia mydas*). *Physiological and Biochemical Zoology*, 74 (2): 161-170

Broderick AC, Godley BJ, Reece S, Downie JR. 2000. Incubation periods and sex ratios of green turtles: highly female biased hatchling production in the eastern Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 202: 273-281.

Candan O, Kolankaya D. 2014. Temperature profiles and sex ratio estimation for green turtle (*Chelonia mydas*) hatchlings on Sugözü beaches. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry. 42 (4), 531-536.

Ceriani, S. A. ve Wyneken, J. 2008. Comparative morphology and sex identification of the reproductive system in formalin-preserved sea turtle specimens. Zool., 111:179–187.

DeGregorio BA, Williard AS. 2011. Incubation temperatures and metabolic heating of relocated and in situ loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nests at a Northern rookery. Chelonian Conservation and Biology, 10 (1): 54-61

Girondot M, Kaska Y. 2015. Nest temperatures in a loggerhead nesting beach in Turkey is more determined by sea surface than air temperature. Journal of Thermal Biology, 47: 13-18.

Godfrey MH, Barreto R, Mrosovsky N. 1997. Metabolically generated heat in sea turtles nests and its potential effect on the sex ratio of hatchlings. Journal of Herpetology. 31 (4): 616-619.

Godfrey, M. H., Amato, D. A. F., Marcovaldi, M. A., Mrosovsky, N. 1999. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil. Canadian Journal of Zoology, 77: 1465- 1473.

Godfrey, M.H. ve Mrosovsky, N. 2006 Pivotal temperature for green seaturtles, *Chelonia mydas*, nesting in Suriname. Herpetological Journal 16: 55-61.

Godley, B. J., Broderick, A. C. Mrosovsky, N. 2001. Estimating hatchling sex ratios of loggerhead turtles in Cyprus from incubation durations. Mar. Ecol. Prog. Ser., 210: 195–201.

Groombridge, B. 1990. Marine turtles in the Mediterranean; Distribution, population status, conservation. A report to the Council of Europe, World Conservation Monitoring Centre. Cambridge, UK.

Gross, T.S., Crain, D.A., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., and Carthy, R.R. 1995. Identification of sex in hatchling loggerhead turtles (*Caretta caretta*) by analysis of steroid concentrations in chorioallantoic/amniotic fluid. Gen. Comp. Endocrin. 99: 204-210.

Gutzke, W. H. N. ve Paukstis, G. L. 1984. A low temperature threshold for temperature differentiation in the painted turtle *Chrysemys picta*. Copeia, 1984: 546–547.

Hamann, M., Godfrey, M. H., Seminoff, J. A., Arthur, K., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Godley, B. J. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. Endangered Species Research, 11, 245-269.

Hayes TB. 1998. Sex determination and primary sex differentiation in amphibians: Genetic and developmental mechanisms. Journal of Experimental Zoology, 281: 373-399.

Hays GC, Godley BJ, Broderick AC. 1999. Long-term thermal conditions on the nesting beaches of green turtles on Ascension Island. Mar. Ecol. Prog. Ser. 185, 297–299.

Janzen FJ, Paukstis GL 1991. Environmental sex determination in reptiles – ecology, evolution, and experimental design. Q Rev. Biol 66: 149-179.

Janzen, F. J. ve Krenz, J. G. 2004. Phylogenetics: which was first, TSD or GSD? In N. Valenzuela & V. A. Lance (Eds.), “Temperature- Dependent Sex Determination in Vertebrates” (pp. 212–130) Washington DC: Smithsonian Institution Press.

Janzen, F.J. 1994. Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles Proceedings of the National Academy of Sciences. USA. 91: 7487-7490.

Kaska, Y., Downie, J.R., Tippet, R., Furness, R. 1998. Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. Canadian Journal Zoology 76: 723–729.

Kaska, Y., Ilgaz, Ç., Özdemir, A., Başkale, E., Türkozan, O., Baran, İ., Stachowitsch, M. 2006. Sex ratio estimations of loggerhead sea turtle hatchlings by histological examination and nest temperatures at Fethiye beach, Turkey. Naturwissenschaften, 93(7), 338-343.

Kılıç Ç, Candan O 2014. Hatchling sex ratio, body weight and nest parameters for *Chelonia mydas* nesting on Sugözü beaches (Turkey). Animal Biodiversity and Conservation 37 (2): 177 - 182.

Maloney E, Darian-Smith C, Takahashi Y, Limpus CD. 1990. Environment for the development of the embryonic loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in Queensland. Copeia, 1990: 378-387.

McCoy, C. J., Vogt, R. C. Censky, E. J. 1983. Temperature- controlled sex determination in the sea turtle *Lepidochelys olivacea*. Journal of Herpetology, 17: 404-406.

McGehee MA. 1990. Effects of moisture on eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). Herpetologica, 46: 251-258.

Merchant-Larios, H., Villalpando-Fierro, I., and Centeno-Urruiza, B. 1989. Gonadal morpho-genesis under controlled temperature in the sea turtle. Herpeto. Monographs 3: 43-61.

Merwe J, Ibrahim K, Whitter J. 2006. Effects of nest depth, shading, and metabolic heating on nest temperatures in sea turtle hatcheries. *Chelonian Conservation and Biology*, 5 (2): 210-215.

Milton SL, Schulman AA, Lutz PL. 1997. The effect of beach nourishment with aragonite versus silicate sand on beach temperature and loggerhead sea turtle nesting success. *Journal of Coastal Research*, 13 (3): 904-915.

Mittwoch, U. 2000. Three thousand years of questioning sex determination. *Cytogenetics and Cell Genetics*, 91, 186–191.

Mrosovsky, N. 1994. Sex ratios of sea turtles. *J Exp Zool.*, 270: 16–27

Mrosovsky, N. ve Provancha, J. 1992. Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. *Canadian Journal of Zoology*, 70 (3), 530-538.

Organ, C. L. Janes, D. E. 2008. Evolution of sex chromosomes in Sauropsida. *Integrative and Comparative Biology*, 48, 512–519.

Owens, D.W., Hendrickson, J.R., Lance, V.A., and Callard, I.P. 1978. A technique for determining sex of immature *Chelonia mydas* using radioimmunoassay. *Herpetologica* 34: 270-273.

Önder FB, Candan O. 2016. The feminizing effect of metabolic heating in Green Turtle (*Chelonia mydas*) clutches in the eastern Mediterranean, *Zoology in the Middle East*, 62:3, 239-246

Öz, M., Erdoğan, A., Kaska, Y., Düşen, S., Aslan, A., Sert, H., Yavuz, M., Tunç, M.R. 2004. Nest temperatures and sex-ratio estimates of loggerhead turtles at Patara beach on the southwestern coast of Turkey. *Canadian Journal Zoology*. 82: 94–101.

Standora EA, Spotila SJ. 1985. Temperature-dependent sex determination in sea turtles. *Copeia* 1985, 480-482.

Türkozan O, Ilgaz Ç, Taşkavak E, Özdemir A 2003. Hatch rates of loggerhead turtles and physical characteristics of the beach at Fethiye, Turkey. *J Mar Biol Assoc UK* 83: 231-232.

Uçar AH, Kaska Y, Ergene S, Aymak S, Kaçar C, Kaska A, İli P. 2012. Sex ratio estimation of the most Eastern main loggerhead sea turtle nesting site: Anamur beach, Mersin, Turkey. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 58: 87-100

Valenzuela, N., Adams, D.C., Bowden, R.M., and Gauger, A.C. 2004. Geometric morphometric sex estimation for hatchling turtles: a powerful alternative for detecting subtle sexual shape dimorphism. *Copeia* 4: 735-742.

van der Heiden, A. M., Briseno, R., Rios- Olmeda, D. 1985. A simplified method for determining sex in hatchling sea turtles. *Copeia*, 1985: 779-782.

Wagner, E. 1980. Temperature-dependent sex determination in a gekko lizard. *Quart. Rev. Biol.*, 55: 21.

Warner, D.A., 2011. Sex Determination in Reptiles. *Hormones and Reproduction of Vertebrates, Volume 3-Reptiles*.

Wibbels, T., Balazs, G. H., Owens, D. W. Amoss, M. S. 1993. Sex ratio of immature green turtles inhabiting the Hawaiian archipelago. *Journal of Herpetology*, 327-329.

Whitmore CP. Dutton PH. 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in leatherback and green sea turtles in Suriname. *Biological Conservation*, 34, 251–272.

Wood A, Booth DT, Limpus CJ. 2014. Sun exposure, nest temperature and loggerhead turtle hatchlings: implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 451: 105-114.

Wyneken, J., Epperly, S. P., Crowder, L.B., Vaughan, J., Esper, K.B. 2007. Determining sex in posthatchling loggerhead sea turtles using multiple gonadal and accessory duct characteristics. *Herpetologica*, 63: 19–30.

Yalçın Özdilek Ş, Sönmez B, Kaska Y. 2016. Sex ratio estimations of *Chelonia mydas* hatchlings at Samandağ Beach, Turkey. *Turk. J. Zool.* 40: 552-560.

Yntema CL, Mrosovsky N (1980). Sexual differentiation in hatchling loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*. 36: 33-36.

Zbinden JA, Margaritoulis D, Arlettaz R. 2006. Metabolic heating in Mediterranean loggerhead sea turtle clutches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 334: 151-157.

EK: Arazi Çalışmaları Hakkında Görseller









