**ANKARA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# ANKARA KEÇİLERİNDE VE OĞLAKLARINDA DOĞUM ÖNCESİ VE SONRASI TİFTİK KORTİZOL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

**Beyzanur AKÖZ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**
**2025**

**Her hakkı saklıdır**

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANKARA KEÇİLERİNDE VE OĞLAKLARINDA DOĞUM ÖNCESİ VE SONRASI TİFTİK KORTİZOL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Beyzanur AKÖZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Erkan PEHLİVAN

Bu araştırmada, halk elinde yetiştirilen 1,5 yaşlı 15 baş ve 2,5 yaşlı 15 baş olmak üzere toplam 30 baş dişi Ankara keçisinde gebelik döneminde ve bu keçilerden doğan 5 baş oğlakta doğum sonrası dönemde tiftik kortizol konsantrasyonları belirlenerek maternal ve fetal hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) aksı aktivitesi incelenmiştir. Ayrıca, Ankara keçilerinde gebelik döneminde tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimi belirlenmiş ve tiftik kortizol konsantrasyonları ile tiftik gerçek uzunlukları arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla araştırmaya dahil edilen dişi Ankara keçilerinden gebelik dönemi süresince aylık periyotlarla, oğlaklarından ise doğumu takiben ilk 24 saat içerisinde tiftik örneği alınmıştır. Alınan tiftik örneklerinde gerçek uzunluk ölçülmüş ve tiftikte kortizol analizi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü bünyesinde bulunan Üreme Biyolojisi ve Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarı'nda ELISA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarının ortalama değerleri bakımından yaş faktörleri arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olmadığı saptanmışken, ay faktörleri arasındaki farklılıklar ve ay x yaş interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimi bakımından yapılan analiz sonuçlarına göre ise yaş faktörleri arasındaki farklılıkların ve ay x yaş interaksiyonlarının istatistik olarak önemli olmadığı saptanmışken, ay faktörleri arasındaki farklılıkların ise istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Araştırma kapsamında dişi Ankara keçilerinde tiftik uzunluğu ve tiftik kortizol konsantrasyonları arasındaki korelasyon istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Ankara keçisi oğlaklarında doğum sonrası tiftik kortizol konsantrasyonları, ergin dişilere kıyasla önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Araştırma sonucunda tiftik kortizol konsantrasyonlarının dişi Ankara keçilerinde uzun vadeli kronik stresin değerlendirilmesinde tutarlı bir gösterge olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Haziran 2025, 54 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Tiftik, Stres, Kortizol, Aşım, Gebelik

## ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF PRE- AND POST-NATAL MOHAIR CORTISOL CONCENTRATIONS IN ANGORA GOATS AND KIDS

Beyzanur AKÖZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Erkan PEHLİVAN

This study aimed to investigate the activity of the maternal and fetal hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis by determining mohair cortisol concentrations in a total of 30 female Angora goats (15 aged 1.5 years and 15 aged 2.5 years) during pregnancy, as well as in 5 kids born to these goats. Furthermore, the monthly changes in mohair length during gestation were measured, and the correlation between mohair cortisol concentrations and mohair length was examined. For this purpose, mohair samples were collected monthly from the female goats throughout gestation period, and within the first 24 hours postpartum from their kids. The lengths of the collected mohair samples were measured, and mohair cortisol concentrations were analyzed using the ELISA method in the Reproductive Biology and Animal Physiology Laboratory of the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ankara University. Statistical analysis revealed that the differences in average mohair cortisol concentrations between age groups during gestation period were not statistically significant, whereas the differences between months and the interaction between month and age were found to be statistically significant ($p<0.05$). In terms of monthly changes in mohair length during pregnancy, differences between age groups and month × age interactions were not statistically significant, while differences between months were statistically significant ($p<0.05$). The correlation between mohair length and mohair cortisol concentrations in female Angora goats was found to be statistically insignificant ($p>0.05$). Cortisol concentrations in mohair samples collected from kids after birth were significantly higher compared to adult females. The findings of this study indicate that mohair cortisol concentrations can serve as a consistent indicator for the assessment of long-term chronic stress in female Angora goats.

**June 2025, 54 pages**



**Keywords:** Mohair, Stress, Cortisol, Breeding, Pregnancy

## TEŞEKKÜR

Akademik hayatımın her aşamasında destek ve teşvikleriyle bana rehber olan danışman hocam Doç. Dr. Erkan PEHLİVAN'a göstermiş olduğu sabır ve özveri için en içten duygularla teşekkür ederim. Lisans ve lisansüstü eğitimim süresince desteklerini ve yol göstericiliğini asla esirgemeyen hocam Prof. Dr. Gürsel DELLAL'e ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvan Yetiştirme ve Islahı Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Tezimin laboratuvar aşamalarında sundukları imkanlar nedeniyle Prof. Dr. Ayşe KARAKEÇİLİ'ye (Ankara Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve Prof. Dr. Mehmet Ali YILDIZ'a (Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), tezimin istatistik analizlerinin yapılmasında emeği geçen Prof. Dr. M. Muhip ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Zootekni Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve Arş. Gör. Anıl KASAKOLU'na, tezimin hayvan materyalini sağlayan sürü sahibi ve saha çalışmalarına katkı sağlayan Dr. Simge TÜTENK DOĞDAŞ'a teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde maddi manevi tüm imkanlarını önüme seren, aldığım her kararda ve koşulda destek olan aileme, yürütmekte zorlandığım her süreçte yanımda olan ve beni destekleyen sevgili Berkant'a, samimi dostlukları ve destekleri için kıymetli arkadaşlarım Anıl'a ve Ümit'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından "Ankara Keçilerinde ve Oğlaklarında Doğum Öncesi ve Sonrası Tiftik Kortizol Konsantrasyonlarının Belirlenmesi (FYL-2024-3287)" adlı proje ile desteklenmiştir.

Beyzanur AKÖZ
Ankara, Haziran 2025

# İÇİNDEKİLER

**TEZ ONAY SAYFASI**
**ETİK** ..... **i**
**ÖZET** ..... **ii**
**ABSTRACT** ..... **iii**
**TEŞEKKÜR** ..... **iv**
**SİMGELER DİZİNİ** ..... **vi**
**ŞEKİLLER DİZİNİ** ..... **vii**
**ÇİZELGELER DİZİNİ** ..... **viii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ** ..... **3**
**2.1 Ankara Keçisi** ..... **3**
**2.2 Tiftik** ..... **4**
**2.3 Stres Fizyolojisi** ..... **6**
**2.3.1 Kortizol** ..... **11**
**2.3.2 Kortizolün lifin yapısına katılması** ..... **15**
**2.4 Kaynak Özetleri** ..... **18**
**3. MATERYAL VE YÖNTEM** ..... **28**
**3.1 Materyal** ..... **28**
**3.1.1 Hayvan materyali** ..... **28**
**3.1.2 Tiftik örnekleri** ..... **29**
**3.2 Yöntem** ..... **30**
**3.2.1 Araştırma hayvanlarının yönetimi** ..... **30**
**3.2.2 Tiftik örneklerinin alınması ve kortizol analizine hazır hale getirilmesi** ... **30**
**3.2.3 Tiftik örneklerinin aylık gerçek uzunluklarının ölçülmesi** ..... **31**
**3.2.4 Kortizol analizi** ..... **32**
**3.2.5 İstatistiksel analiz** ..... **32**
**4. BULGULAR VE TARTIŞMA** ..... **33**
**4.1 Ankara Keçilerinde Gebelik Dönemi Boyunca Tiftik Gerçek Uzunluklarının Aylık Değişimi** ..... **33**
**4.2 Ankara Keçilerinde Gebelik Dönemi Boyunca Tiftik Kortizol Konsantrasyonlarının Aylık Değişimi** ..... **37**
**4.3 Ankara Keçisi Oğlaklarında Doğum Sonrası Tiftik Kortizol Konsantrasyonları** ..... **43**
**5. SONUÇ** ..... **45**
**KAYNAKLAR** ..... **46**
**ÖZGEÇMİŞ** ..... **54**

## SİMGELER DİZİNİ

| | |
|---|---|
| °C | : santigrat derece |
| mg | : miligram |
| ml | : mililitre |
| mm | : milimetre |
| cm | : santimetre |
| rpm | : dakika başına devir |
| sn | : saniye |
| % | : yüzde |
| pg | : pikogram |
| kg | : kilogram |

**Kısaltmalar**

| | |
|---|---|
| M.Ö. | Milattan Önce |
| OPF | Orijinal Primer Folikül |
| SPF | Sekonder Primer Folikül |
| DSF | Dallanmış Sekonder Folikül |
| HPA | Hipotalamus-Hipofiz-Adrenal |
| MSS | Merkezi Sinir Sistemi |
| CRH | Kortikotropin Salgılatıcı Hormon (Corticotropin Releasing Hormone) |
| ACTH | Adrenokortikotropik Hormon (Adrenocorticotropic Hormone) |
| CBG | Kortikosteroid Bağlayıcı Hormon |
| 11ß-HSD2 | 11beta-hidroksisteroid dehidrogenaz tip 2 |
| ELISA | Enzim Bağlantılı İmmünosorbent Analizi (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) |
| RIA | Radyoimmünoanaliz (Radioimmunoassay) |
| LDL | Düşük Dansiteli Lipoprotein |
| PBS | Fosfat Tamponlu Salin |
| EKKO | En Küçük Kareler Ortalaması |
| SH | Standart Hata |
| AGA | Alt Güven Aralığı |
| ÜGA | Üst Güven Aralığı |
| Min | Minimum |
| Max | Maksimum |
| mRNA | Mesajcı RNA |
| DNA | Deoksiribonükleik Asit |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Lif folikül yapısı ..... 4
Şekil 2.2 HPA aksı ..... 7
Şekil 2.3 Gebelik döneminde maternal HPA aksı ve fetal programlama ..... 9
Şekil 2.4 Maternal - fetal kortizol etkileşimi ..... 10
Şekil 2.5 Böbreküstü bezi ..... 11
Şekil 2.6 Kortizol salınımının kontrol ve etki mekanizması ..... 13
Şekil 2.7 Glikokortikoidlerin life katılma mekanizmaları ..... 17
Şekil 4.1 Ankara keçilerinde tiftik gerçek uzunluklarının yaşa ve aylara göre değişimi (cm) ..... 34
Şekil 4.2 Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik gerçek uzunluklarının değişim grafiği ..... 36
Şekil 4.3 Ankara keçilerinde tiftik kortizol konsantrasyonlarının yaşa ve aylara göre değişimi (pg/ml) ..... 38
Şekil 4.4 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişim grafiği ..... 39
Şekil 4.5 Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişim grafiği ..... 44

# ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Dişi Ankara keçilerine ait tanımlayıcı bilgiler ..... 28

Çizelge 3.2 Oğlaklara ait tanımlayıcı bilgiler ..... 29

Çizelge 4.1 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimine ait tanımlayıcı değerler ..... 33

Çizelge 4.2 Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hataları (SH), alt güven aralıkları (AGA) ve üst güven aralıkları (ÜGA) ..... 35

Çizelge 4.3 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı değerler (pg/ml) ..... 37

Çizelge 4.4 Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hataları (SH), alt güven aralıkları (AGA) ve üst güven aralıkları (ÜGA), minimum ve maksimum değerler (pg/ml) ..... 41

Çizelge 4.5 Ankara keçisi oğlaklarında doğum sonrası tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı değerler (pg/ml) ..... 43

# 1. GİRİŞ

Son yüzyılda insan nüfusunun hızla artmasının yanı sıra yeterli ve dengeli beslenme çabalarına bağlı olarak hayvansal üretime olan talebin artması, gıda güvenliği ve sürdürülebilirliğinin küresel bir öncelik haline gelmesini zorunlu kılmıştır (Blokhuis vd. 1998; Aerts vd. 2015). Nitekim yapılan projeksiyonlarda 2050 yılına kadar, dünya çapında hayvansal ürünlere olan talebin %70 düzeylerinde artacağı bildirilmekte (Berckmans 2017), bu nedenle hayvansal üretim sistemlerinde de çeşitli değişimler yaşanacağı belirtilmektedir (Norton 2017). Hayvansal ürün talebinin karşılanabilmesi amacıyla, işletmelerde hayvan yoğunluğu ve entansifleşme artmakta, böylece çiftlik hayvanları daha yoğun stres faktörlerine maruz kalmaktadır (Blokhuis vd. 1998; Berckmans 2017). Yoğun stres faktörleri hayvan refahını olumsuz etkileyerek ürün kalitesini ve tüketici algısını olumsuz etkilediği gibi, çeşitli üreme ve büyüme bozukluklarını da tetikleyerek verimliliğin azalmasına neden olmaktadır (Blokhuis vd. 1998). Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle yerküre sıcaklığının ciddi oranda değişmesi, dünya çapında çiftlik hayvanları yetiştiriciliğini olumsuz etkilemekte, yalnızca sıcaklık stresi nedeniyle milyonlarca dolarlık kayıp yaşanmaktadır (St. Pierre vd. 2003).

Memeli hayvanlarda fizyolojik olarak en stresli dönemlerden biri olarak bilinen gebelik dönemi (Sawyer vd. 2019), organizmanın yaşamın diğer evrelerine kıyasla son derece hızlı geliştiği bir dönemdir (Irwin vd. 2021). Bu dönemde fetüsün büyüme ve gelişimi genetik yapıya ek olarak maruz kaldığı çevreden, çevresi ise annesinden etkilenmektedir (Mousseau ve Fox 1998). Annenin etkilerinin potansiyel kaynağı maternal sistemden salgılanan hormonlar olup, bunlar içerisinde en etkilileri ise glikokortikoidlerdir (Sheriff vd. 2017). Fetüsün gelişimi için kritik olan bu dönemde maternal glikokortikoidlere aşırı maruz kalması, fetal programlama adı verilen ve yaşamının ilerleyen dönemlerini de etkileyen bir sürecin şekillenmesinin temel nedenlerindendir (Barker 1998). Bu nedenle gebelik döneminde maternal kortizol seviyelerinin düzenlenmesi, fetal gelişim için kritik rol oynamaktadır (Sawyer vd. 2019; Irwin vd. 2021). Nitekim koyunlarda gebelik döneminde yürütülen bir çalışmada maternal yapağı kortizol konsantrasyonlarının gebelik süresince önemli ölçüde arttığı (Sawyer vd. 2019) ve bu artışın

serbest/biyoyararlanımlı kortizol seviyelerinin artmasına ve kortikosteroid bağlayıcı globulinin (CBG) östrojen uyarımına bağlı olarak üç ile dört kata kadar çıkabileceği bildirilmiştir (Sawyer vd. 2019; Duthie ve Reynolds 2013). Maternal kortizol düzeylerinde görülen anormal dalgalanmalar, fetüsün maternal glikokortikoidlere aşırı maruz kalmasına sebep olarak yavru atma riskinin artmasının yanı sıra doğum ağırlığında ve yaşama gücünde azalma ile fetal aktivitede artış gibi çeşitli olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir (Duthie ve Reynolds 2013).

Memeli çiftlik hayvanlarında gebelik dönemi süresince ortaya çıkan kronik stresin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar yoğunlukla sığır, koyun, at, domuz ve diğer türler üzerinde yürütülmüş olup ölçümde daha çok kan serumu veya plazması kullanılmıştır. Son yıllarda kronik stresin belirlenmesinde kan gibi geleneksel matrislere kıyasla yeni matrisler olarak isimlendirilen kıl/yapağı gibi matrislerin kronik stresin belirlenmesinde daha uygun bir belirteç olduğu da ileri sürülmektedir (Ghassemi Nejad vd. 2014; Dulude-de Broin vd. 2019; Güven 2024). Kıl/yapağı matrisi kullanılarak kronik stresin belirlenmesine yönelik olarak sığırlar üzerinde çok sayıda araştırma yürütülmüşken (Comin vd. 2011; del Rosario González-de-la Vara vd. 2011; Comin vd. 2013; Peric vd. 2013; Burnett vd. 2014, 2015; Braun vd. 2017; Fischer-Tenhagen vd. 2018; Baier vd. 2019; Ghassemi Nejad vd. 2019, 2020; Heimbürge vd. 2020; Otten vd. 2023; Sano vd. 2023; Fushuku ve Matsunaga 2024) keçi türü üzerinde çok az sayıda araştırma (Battini vd. 2015, Dulude-de Broin vd. 2019; Agradi vd. 2023; Güven 2024) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın hayvan materyalini oluşturan Ankara keçisi ırkında ise gebelik dönemi süresince tiftik matrisinden kortizol konsantrasyonlarını saptamaya yönelik gerçekleştirilen herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bu noktadan hareketle, bu tez çalışmasında Ankara keçilerinin gebelik döneminde ve oğlaklarının doğum sonrası dönemde tiftik matrisindeki kortizol konsantrasyonları belirlenerek maternal ve fetal hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) aksı aracılığıyla keçilerde ve oğlaklarda doğum öncesi ve sonrası dönemde ortaya çıkan kronik stres değerlendirilmiştir. Ayrıca Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimi belirlenmiş, tiftik kortizol konsantrasyonları ve tiftik gerçek uzunlukları arasında korelasyon olup olmadığı da araştırılmıştır.

# 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

## 2.1 Ankara Keçisi

Ankara keçisi veya halk arasında yaygın kullanılan ismiyle Tiftik keçisi, Asya Himalayaları ve/veya Tibet'in yüksek bölgelerinden köken almakta olup Türkiye'nin en önemli yerli genetik kaynaklarından birisidir (Dellal 2021; Anonim 2018). Ankara keçisinin 11. yüzyılda Türk göçü ile birlikte Ankara ili çevresine getirildiği, burada ırk olarak yetiştirildiği ve bu nedenle ismini bu şehirden aldığı bilinmekle birlikte M.Ö. 12., 14. ve 17. yüzyıllarda Anadolu'da yetiştirildiğine dair çeşitli kanıtlar da mevcuttur. Çeşitli girişimlere rağmen 19. yüzyıla kadar yalnızca Anadolu'da görülen Ankara keçisi yetiştiriciliği, günümüzde Güney Afrika Cumhuriyeti, Lesotho, Arjantin ve Avustralya gibi çeşitli ülkelerde de yapılmaktadır (Dellal 2021).

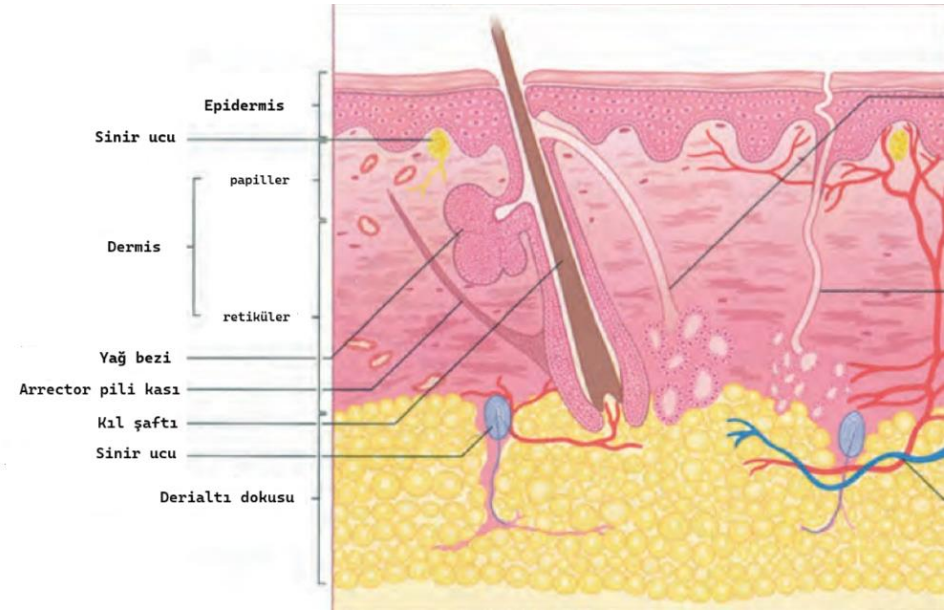
Hayvansal lifler içerisinde tiftik lifini üreten tek keçi ırkı Ankara keçisidir. Bu özelliği nedeniyle yetiştiriciliği esas olarak tiftik üretimi için yapılmakta olup, yetiştiriciliğinden elde edilen gelirin %85'i tiftik satışından sağlanmaktadır (Dellal 2021). Tiftik verimi yaş, cinsiyet, genetik yapı gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Yıllık tiftik veriminin dişilerde 1,5-3 kg, erkeklerde 3-6 kg arasında değiştiği, sürüde hayvan başına ortalama yıllık verimin ise 1,6-1,8 kg arasında değiştiği bildirilmektedir (Dellal 2013). Ankara keçilerinde vücut yapısı küçüktür ve tüm göğüs uzun lüleler halinde tiftik ile kaplıdır. Orta Anadolu'da yetiştirilen keçilerde tiftik rengi esasen beyaz olup farklı bölgelerde kahverengi, siyah veya gri tiftik rengi de görülebilmektedir (Anonim 2018).

Ankara keçisi yetiştiriciliğinde besleme esas olarak meraya dayalı olup keçiler ağaç yaprakları ve ince dallar da dahil olmak üzere meradan çok iyi yararlanırlar. Kas ve kemik yapılarının yeterince iyi olmamasına karşın yürüme yetenekleri oldukça iyidir. Ergin tekelerde cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu sırasıyla ortalama 66 cm ve 67 cm, ergin keçilerde ise cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu sırasıyla ortalama 51 cm ve 58 cm'dir. Oğlaklarda doğum ağırlığı erkekler için ortalama 2,7 kg iken, dişilerde 2,5 kg düzeyindedir. Canlı ağırlık ergin erkeklerde ortalama 45 kg, ergin dişilerde ise ortalama

35 kg'dır (Anonim 2018). Oğlak verimleri 1,1 (Anonim 2018), oğlaklama oranı ise yaklaşık %80 olup, süt verimleri yalnızca oğlaklarına yetecek kadar olduğundan sağım genellikle tercih edilmemektedir (Dellal 2013).

## 2.2 Tiftik

Tiftik (mohair), Ankara keçilerinde lif gömleğini oluşturan liflerin bütünü olup, yalnızca Ankara keçisi ırkından elde edilebilen bir hayvansal liftir. Tiftik lifi, derinin iç katmanlarında bulunan primer ve sekonder foliküller tarafından üretilmektedir. Ankara keçilerinin derisi orijinal primer folikül (OPF), orijinal sekonder folikül (OSF) ve dallanmış sekonder folikül (DSF) olmak üzere üç folikül tipine sahiptir. Primer foliküller yapısında genellikle iki lobdan oluşan bir yağ bezi, bir ter bezi ve folikül kası barındırırken, sekonder foliküller ise tek lobdan oluşan bir yağ bezi barındırmaktadır (Şekil 2.1) (Dellal 2021).




Şekil 2.1 Lif folikül yapısı (Kolarsick vd. 2011'den değiştirilerek alınmıştır.)

İnce tiftik liflerinin üretildiği sekonder foliküller lif gömleğinin büyük bir kısmının oluşmasında rol oynar. Bu foliküller aynı epidermik kanalı kullanarak deri dışına çıkabilen birden fazla tiftik lifi üretebilir. Kaba tiftik lifleri ve medullalı tiftik lifleri ise primer foliküller tarafından üretilmektedir. Primer ve sekonder foliküller tarafından üretilen liflerin inceliklerinin birbirlerine çok yakın olması tiftik gömleğinde inceliğin birörnek olmasını sağlamaktadır (Shelton 1993; Dellal 2021).

Ankara keçilerinde primer ve sekonder foliküllerin oluşum ve gelişim süreçleri doğum öncesi ve doğum sonrası olmak üzere iki aşamada gerçekleşen uzun bir süreçtir. Fetüsün baş bölgesinde gebeliğin 35.-80. günlerinde oluşmaya başlayan ilk merkezi primer foliküller fetal büyümeyle birlikte tüm vücuda yayılır (Dellal 2021). Gebeliğin ikinci ayında arka bacaklar ve cinsiyet organlarında primer foliküller oluşur ve merkezi primer foliküller iki yanında yeni primer foliküller oluşturarak üçlü primer folikül gruplarını meydana getirir. Gebeliğin 74.-80. günlerini takiben ise sekonder foliküller oluşmaya başlar. Doğum sonrası oğlakların doğum gömleğinde sekonder folikül sayısı primer foliküllerin yaklaşık 2-3 katıdır. Doğumda tüm primer foliküller oluşmuştur ve yaklaşık 2 yaşına kadar primer folikül sayısı sabit kalır. Buna karşın sekonder foliküllerin sayısı doğum sonrası hızla artmaktadır. Gebeliğin son döneminde ve doğumdan yaklaşık 35 gün sonra sekonder folikül oluşumu en yüksek seviyelerdedir. 3 yaşına gelmiş ergin bir keçide sekonder foliküller, primer foliküllerin 7-12 katına ulaşır ve genellikle sabit kalır (Shelton 1993; Dellal 2021).

Primer foliküller doğumda aktif olarak lif üretirken, sekonder foliküllerin yalnızca bir kısmı aktif olarak lif üretebilmektedir. Sekonder foliküllerin nihai olgunluğuna ulaşıp lif üretebilir duruma gelmesi doğumu takiben yaklaşık 10 ay sürebilmektedir. Deride bulunan sekonder foliküllerin ve primer foliküllerin sayıları ve birbirlerine olan oranları üretilen lif miktarını ve tiftiğin kalitesini belirlemektedir (Shelton 1993; Dellal 2021).

Tiftiğin büyümesi/uzaması anagen, katagen ve telogen olmak üzere üç dönemden oluşan bir süreçtir (Harkey 1993; Dellal vd. 2021). Aktif lif büyüme fazı olarak da bilinen anagen

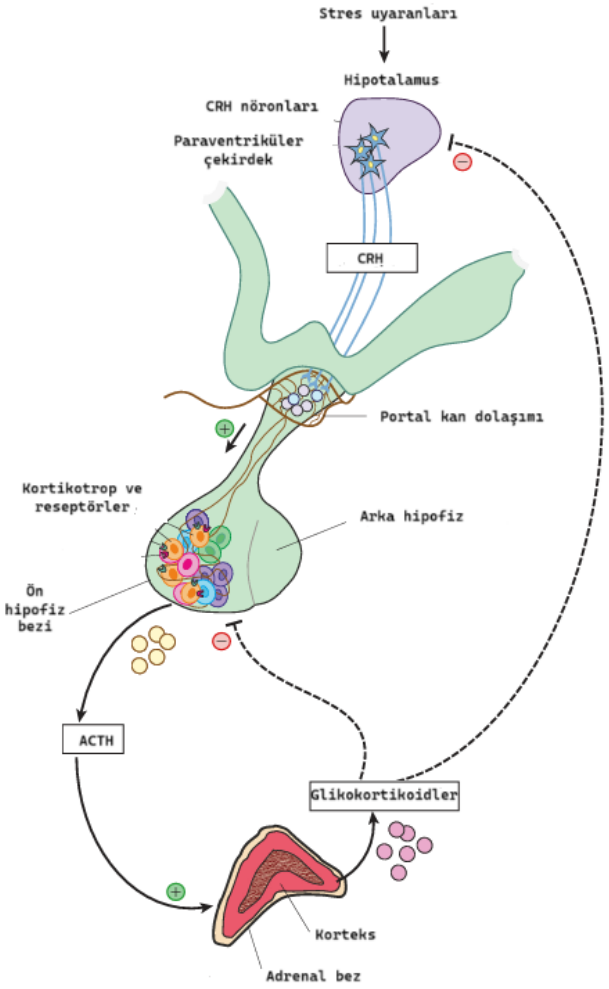
fazı yıl boyu süreklilik göstermekte ve 8-24 ay sürmektedir. Yaz mevsimlerinde gerçek tiftik liflerinde maksimum düzeylere ulaşan anagen fazı, kış mevsimlerinde minimum düzeylere inmektedir. Uygun besleme ve bakım koşulları sağlandığı taktirde ergin bir keçide tiftik lifinin aylık uzama hızı ortalama 2-5 cm arasında değişmektedir (Dellal 2021).

### 2.3 Stres Fizyolojisi

Canlının yaşamı, organizmaya temel besin maddelerinin alınması, bunların kullanılması ve ortaya çıkan atıkların vücuttan uzaklaştırılmasına yönelik düzenlemeler ve bu düzenlemelerin belirli bir düzen içerisinde gerçekleşmesini kontrol eden sistemlerin tutarlı çalışmasına bağlıdır. Homeostaz olarak adlandırılan bu tutarlı ortam, canlı organizma için değişen çevre koşullarının fizyolojik ve davranışsal düzenleyici etkiler yoluyla yaşamsal değişkenlerin izin verilen sınırlar içerisinde değişmesidir. Bir avcı/rakibin görülmesi, ışık şiddeti veya sıcaklık değişimi, besin kaynağı mevcudiyeti gibi çevre koşullarında meydana gelen değişiklikler, beyinde davranışları ve çevre ile olan etkileşimleri kontrol eden bir sistemin devreye girmesine ve buna bağlı olarak kontrol sistemleri üzerinde önemli değişikliklere sebep olan adrenal hormonların salındığı bir dizi tepkiye neden olur (Broom ve Johnson 2019). Bu tepki Moberg (2000) tarafından, "bireyin homeostazına yönelik bir tehdit algıladığında gösterdiği biyolojik tepki" olarak, Broom ve Johnson (2019) tarafından ise, "bireyin kontrol sistemlerine aşırı yüklenen, olumsuz sonuçlara yol açan ve sonunda kondisyonun azalmasına neden olan çevresel etki" olarak tanımlanmıştır.

Hayvanın iç veya dış dünyasında oluşan bir değişikliği homeostazına yönelik tehdit algılamasıyla birlikte merkezi sinir sistemi (MSS) devreye girerek cevap niteliğinde koordineli bir tepkiye neden olur, stres tepkisi olarak adlandırılan bu tepki hem nöral hem de hormonal çıktıları (katekolaminler, glikokortikoidler vs.) içerir (Moberg 2000; Broom ve Johnson 2019). Stres tepkisi, ortaya çıkardığı fizyolojik değişimler, etki süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak dakikalarla saatler arası gibi kısa bir zaman dilimini kapsayan akut stres tepkisi ve günün birkaç saati ile yıl arasında değişen bir zaman dilimini

kapsayan kronik stres tepkisi olmak üzere iki başlık altında incelenebilir (Davenport vd. 2006; Pehlivan ve Dellal 2014; Ataallahi vd. 2022). Akut strese karşı verilen tepki esas olarak otonom sinir sistemine bağlı sempatik sinir sistemi aracılığıyla düzenlenirken, kronik strese verilen tepki hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) aksı aracılığıyla düzenlenmektedir (Şekil 2.2) (Moberg 2000; Pehlivan ve Dellal 2014).

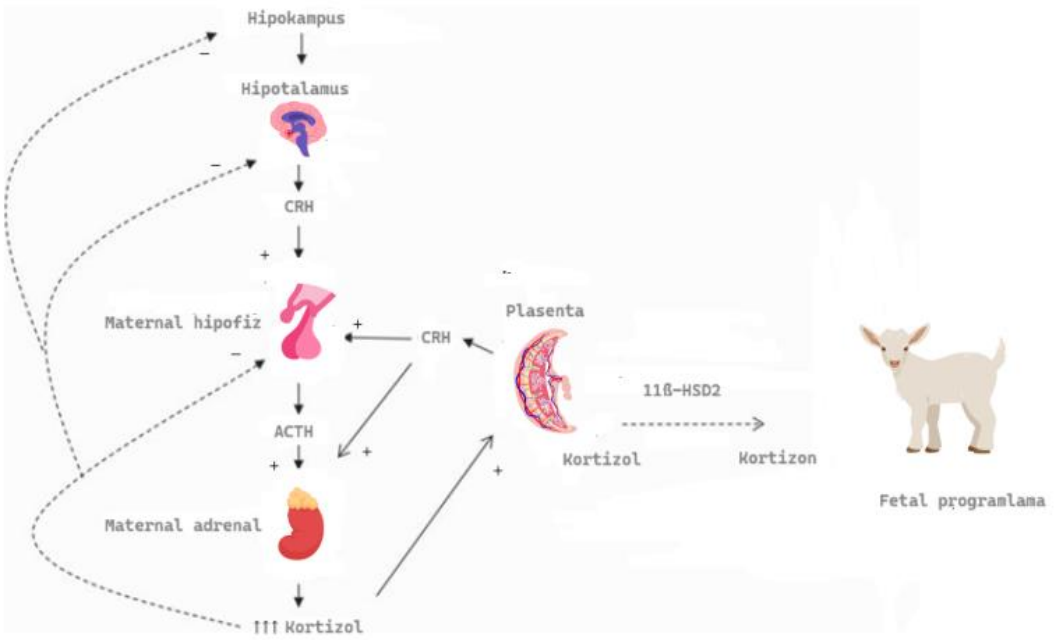



Şekil 2.2 HPA aksı (Sze ve Brunton 2024'den değiştirilerek alınmıştır)

Bir stres etkeni söz konusu olduğunda ortaya çıkan ve biyolojik işlevi değiştiren dört farklı savunma sistemi olup her durumda tümü mutlaka kullanılmamaktadır. Bunlar davranışsal tepkiler, otonom sinir sistemi, nöroendokrin sistem ve bağışıklık sistemidir. Stres etkenlerinin büyük çoğunluğuna verilen ilk tepki davranışsal değişimler olup, bu davranışlar genellikle bir stres etkeninin türüne özgüdür ve hayvanın stresle başa

çıkabilmesine yardımcı olur. İkinci savunma sistemi olan otonom sinir sistemi, stres etkenine yanıt olarak "savaş ya da kaç" tepkisi olarak da adlandırılan nispeten kısa süreli ve hızlı tepkilerin oluşmasında rol oynar. Bu durum kardiyovasküler sistem, adrenal medulla ve ekzokrin bezler başta olmak üzere çeşitli biyolojik sistemleri etkileyerek birtakım fizyolojik değişikliklere sebep olur. Otonom sinir sisteminin aksine nöroendokrin sistem tarafından oluşturulan stres tepkisi, hormon sinyalizasyonu aracılığıyla homeostazın korunmasını sağlayarak daha uzun süreli ve kapsamlı bir etki gösterir. Bu nedenle stres tepkisinin değerlendirilmesinde bilinen en tutarlı yanıtlardan birisi HPA aksının aktivasyonudur. Son sistem olan bağışıklık sistemi ise, artan hastalık insidansı nedeniyle baskılanan bağışıklığın sonucu olarak başta HPA aksı olmak üzere strese duyarlı çeşitli sistemler tarafından düzenlenir (Moberg 2000).

Memeli çiftlik hayvanları yaşamları süresince kızgınlık, gebelik ve laktasyon gibi tekrarlayan farklı fizyolojik dönemler geçirirler. Bunlardan gebelik dönemi, maternal sistemde fetüsün sağlıklı gelişimi için gerekli olan birtakım önemli fizyolojik değişimlerin gerçekleştiği (Davis vd. 2010) ve maruz kalınan çevresel etkilerin gelişmekte olan fetüsün yaşamının ilerleyen dönemlerinde genotipi ve dolayısıyla fenotipi üzerine etkili olduğu önemli bir süreçtir (Rakers vd. 2020). Gebelik süresince anne ve yavru zamansal ve mekânsal olarak ortak bir çevresel stres faktörünü paylaştığından, annenin maruz kaldığı çevresel bir stres faktörü fetüsü etkileyebilmektedir (Sheriff vd. 2017). Bu dönemde maternal HPA aksı önemli değişikliklere uğrayarak fetal HPA aksının programlanmasında rol oynar (Şekil 2.3) (Barker 1998; Duthie ve Reynolds 2013) ve her iki HPA aksı homeostazı sağlamak için sürekli etkileşim halinde çalışır (Connor vd. 2009). Maternal kortizol düzeyleri, gebelik süresince değişim gösterir ki bu tipik olarak doğumda pik yapan kademeli bir artış ve doğum sonrası bazal seviyeye keskin bir düşüş şeklindedir (Thompson ve Trevathan 2008). Kortizol düzeylerinde görülen bu bireysel varyasyon, doğum sonrası yaşamın ilk dönemlerinde deneyimlenen çevresel etkilerden kaynaklanabildiği gibi doğum öncesinde maruz kalınan çevresel etkilerin de bir sonucu olabilir (Mormède vd. 2007; Scharf ve Schmidt 2012).

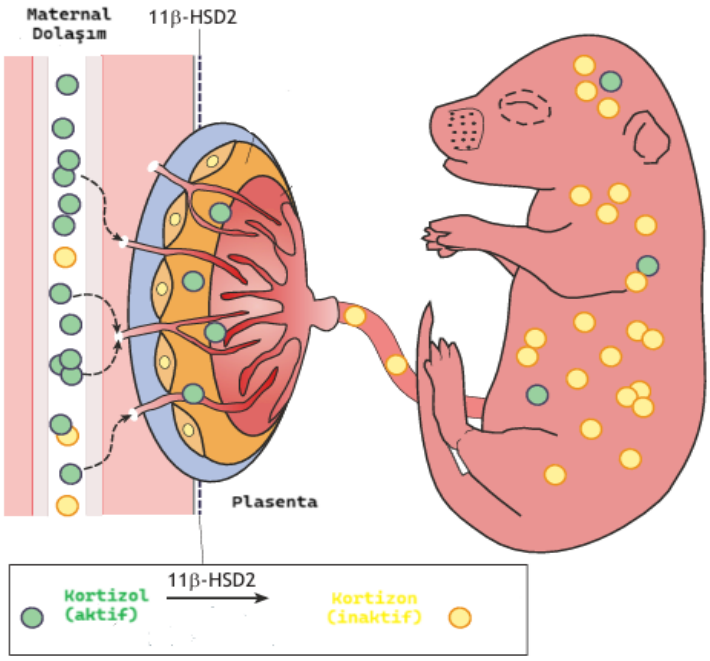



Şekil 2.3 Gebelik döneminde maternal HPA aksı ve fetal programlama (Duthie ve Reynolds 2013'den değiştirilerek alınmıştır)

Gebelik döneminde maternal kortizol düzeylerinde görülen aşırı artış fetüs için zararlı olmakla birlikte, gebeliğin ilerleyen dönemlerinde fetal gelişim için de kritik bir öneme sahiptir. Maternal sistemden aşırı kortizol salınımı, kortizolün plasenta bariyerini geçerek fetüse ulaşmasına neden olabilmekte ve böylece fetal HPA aksının programlanmasında ve doğum sonrası aktivitesinde uzun veya kısa süreli değişikliklere sebep olabilmektedir. Bu değişiklikler maruz kalınan stres etkeninin tipinin ve yoğunluğunun yanı sıra gebelik dönemine göre de değişmektedir (Challis vd. 2001; Rakers vd. 2020).

Plasenta, gelişim süresince maternal ve fetal glikokortikoidlerin pozitif geri bildirim etkileri sonucu kortikotropin salgılatıcı hormon (CRH) salgılayan endokrin bir organdır. Bu fizyolojik geri bildirim sonucu plasentadan salgılanan CRH, maternal hipotalamusu uyararak maternal CRH salınımını ve buna bağlı olarak maternal kortizol düzeylerini artırır (Glynn vd. 2013; Seth vd. 2016). Maternal kortizol, plasental CRH salınımında HPA aksının negatif geri bildirim etkilerini göstererek baskılamak yerine uyarımını destekler (Kammerer vd. 2006), böylelikle gebelik süresince plasental CRH ve maternal

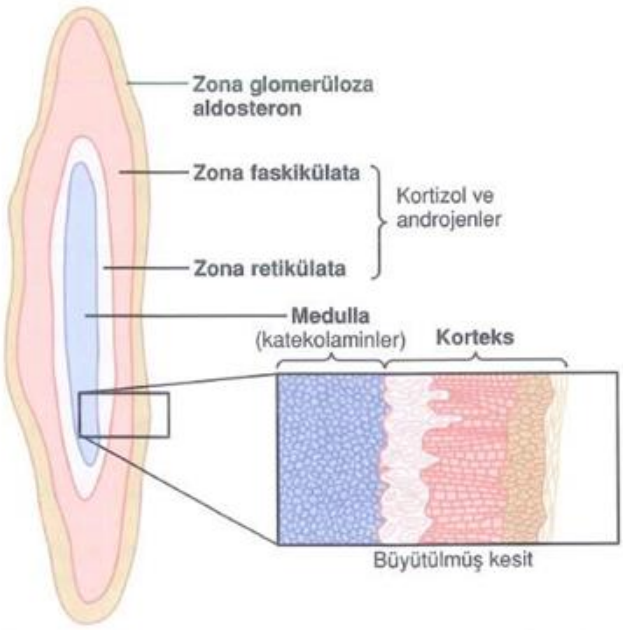
kortizol düzeyleri üssel olarak artar (Campbell vd. 1987). Maternal kortizolün fetal sisteme ulaşması, plasental bir enzim olan 11beta-hidroksisteroid dehidrogenaz tip 2 (11ß-HSD2) enzimi vasıtasıyla büyük oranda inaktive edilerek (kortizolü inaktif formu olan kortizona dönüştürerek) engellenir (Brown vd. 1996; Duthie ve Reynolds 2013; Rakers vd. 2020) ve gelişimin kritik aşamalarında fetüsün maternal kortizolden korunması için kısmi bariyer görevi görür (Murphy ve Clifton 2003). Ancak plasental 11ß-HSD2 enzimi yalnızca kısmi bariyer görevi gördüğünden aktif maternal kortizol plasental bariyerden ve kan-beyin bariyerinden geçebilir, merkezi sinir sistemi boyunca bulunan glikokortikoid reseptörlerini hedef alarak fetal sinir sistemini etkileyebilir (Şekil 2.4) (Jacobson ve Sapolsky 1991; Duthie ve Reynolds 2013). Birçok türde yapılan çalışmalar, gebelik süresince maternal glikokortikoid konsantrasyonlarının fetal dolaşımda arttığını ve bu artışın fetal gelişimi ve doğumu tetikleyen bir mekanizmanın parçası olduğunu öne sürmektedir (Challis vd. 2001). Nitekim gebeliğin son 2-3. haftalarında sağlıklı bir kuzu fetüsünün dolaşım sisteminde adrenokortikotropik hormon (ACTH) ve kortizol düzeylerinde artış olduğu (Challis vd. 2001) ve fetal kortizol düzeylerinin %40-50'sinin maternal kortizolden oluştuğu bilinmektedir (Gitau vd. 1998).




Şekil 2.4 Maternal - fetal kortizol etkileşimi
(Sze ve Brunton 2024'den değiştirilerek alınmıştır)

### 2.3.1 Kortizol

Adrenal bezler, dışta epitel yapıda adrenal korteks bölgesi ve içte ise sinirsel yapıda adrenal medulla bölgesi olmak üzere iç içe geçmiş iki bölgeden oluşan ve böbreklerin sağ ve sol üst uçlarında bulunan endokrin bir organdır (Şekil 2.5). Adrenal medulla, katekolaminler olarak da bilinen epinefrin (adrenalin), norepinefrin (noradrenalin) ve dopamin salınımından sorumludur (Yılmaz 1999; Moberg 2000). Epinefrin ve norepinefrin hormonları, sempatik sinir sistemi sinirlerinin doğrudan uyarılmasına yanıt olarak salınan hormonlar olup (Guyton ve Hall 2017), kalp debisini ve solunum sayısını arttırarak kan akışının organlara yeniden dağılmasına böylece organizmanın acil bir durumla başa çıkacak fizyolojiye sahip olmasını sağlarlar (Broom ve Johnson 2019).




Şekil 2.5 Böbreküstü bezi (Guyton ve Hall 2017'den alınmıştır)

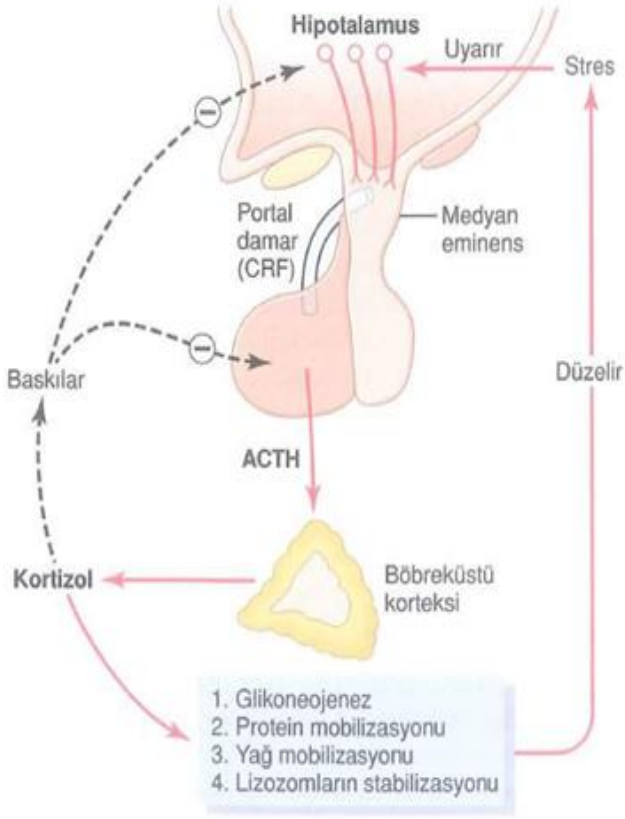
Memelilerin büyük çoğunluğunda adrenal bezlerin büyük bir kısmı adrenal korteksten oluşmaktadır. Adrenal korteks hücre kümelerinin diziliş duruma göre dıştan içe *zona glomerüzola, zona fasikülata* ve *zona retikülaris* olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Adrenal korteks mineralokortikoidler (aldosteron, deoksikortikosteron, kortikosteron),

glikokortikoidler (kortikosteron, kortizol, kortizon) ve androjenler olmak üzere kolesterolden köken alan üç adrenokortikalsteroid hormon grubunun salınımından sorumlu olup, mineralokortikoidler zona glomerüloza katmanından, glikokortikoidler ve androjenler ise zona fasikülata ve zona retikülaris katmanından salınmaktadır (Şekil 2.5) (Yılmaz 1999; Moberg 2000).

Kan glikoz düzeylerini yükselten glikokortikoidler kortizol, kortikosteron ve kortizon hormonlarından oluşup, yapılarında 21 karbon atomu bulundururlar. Kortizol, glikokortikoid etkinliğin büyük kısmını sağladığından primatlar ve memeliler başta olmak üzere birçok türde temel glikokortikoiddir. Kan dolaşımında bulunan kortizolün büyük kısmı kortikosteroid bağlayıcı globüline (CBG) bağlıyken, biyolojik açıdan etkin olan kısmı serbesttir (Yılmaz 1999). Kortizolün kan dolaşımındaki düzeyleri sirkadiyen ritme bağlı olarak artış ve azalış gösterebilir (Oster vd. 2017; Greff vd. 2019). Nitekim sabah saatlerinde pik yapan ve öğle saatlerine kadar yüksek seviyelerde devam eden kortizol salınımı, öğle saatlerinden sonra düşmeye başlar ve gece saatlerinde en düşük seviyelere ulaşır. Salınımı ve sirkadiyen ritmi hipotalamusta bulunan nörosekretör hücrelere gelen sinirsel uyarımlar sonucu salgılanan CRH ve ön hipofizden salgılanan ACTH aracılığıyla düzenlenmektedir (Yılmaz 1999).

Glikokortikoidler vücutta çok sayıda önemli işlevi yerine getirirler. Bu etkilerin başlıcası karbonhidrat metabolizması üzerine etkiyen, karaciğer hücre çekirdeklerinde DNA transkripsiyonunu aktive ederek amino asitleri glikoza çevirmek için gereken enzimlerin mRNA'larını oluşturarak, plazmada hazırda bulunan amino asit düzeylerini ve buna bağlı olarak glikoz yapımını artırmak amacıyla karaciğer dışındaki dokulardan amino asit mobilizasyonunu sağlayarak ve insülinin glikoneojenezi baskılayıcı etkisini antagonize edip karaciğerde glikoz yapımını arttırarak glikoneojenezin uyarılmasıdır. Aynı zamanda, vücuttaki hücrelerin glikoz kullanımını azaltarak kan glikoz konsantrasyonlarının artmasına neden olurlar. Aynı zamanda protein sentezinin azalması ve hücrelerde protein yıkımlanmasına bağlı olarak, karaciğer dışı dokularda protein depolarını azaltmak ve karaciğer ve plazma proteinlerini artırmak suretiyle protein metabolizması üzerinde etki gösterir. Bunlara ek olarak, yağ dokudan yağ asitlerinin serbestlemesini hızlandırarak yağ

asitlerinin konsantrasyonunu artırmak suretiyle yağ metabolizması üzerine de etkirler. Yağ serbestlemesinin artması sonucu açlık, stres gibi durumlarda metabolik sistemlerin enerji için glikoz yerine yağ asitlerini kullanmasına neden olurlar (Şekil 2.6) (Guyton ve Hall 2017).




Şekil 2.6 Kortizol salınımının kontrol ve etki mekanizması (Guyton ve Hall 2017'den alınmıştır)

Ağrı, hastalık, açlık, aşırı sıcak veya soğuk, hareket kısıtlanması gibi çeşitli fizyolojik ve nörojenik stres durumları hipotalamusun paraventriküler çekirdeklerinde bulunan nörosekretör hücreleri uyararak CRH salınımında artışa neden olur. Salınan CRH, hipofiz sapı çevresinde bulunan hipotalamo-hipofizeal portal damarlar aracılığıyla ön hipofize gelir. Artan CRH salınımı ile uyarılan kortikotrop hücreler, hızla ACTH salınımını başlatır. Kan dolaşımına dahil olan ACTH adrenal kortekse geçerek zona fasikülata katmanından kortikosteroidlerin salınımını tetikler (Yılmaz 1999; Guyton ve Hall 2017).

Artan kortizol düzeyleri, stres tepkisi esnasında adrenal medulladan salgılanan epinefrin etkisiyle birlikte strese verilen yanıtı destekler (Moberg 2000). Glikokortikoidlerin salınım mekanizması negatif geri bildirim yoluyla düzenlenir. Artan ACTH salınımı daha fazla kortizol salınımına neden olarak plazma kortizol düzeyleri yükselir. Yükselen plazma kortizol düzeyleri ise, hipotalamusun ve hipofizin negatif bildirim yoluyla uyarılmasına ve bu uyarıma bağlı olarak CRH salınımının azalmasına neden olur. Azalan CRH salınımı ACTH salınımını, azalan ACTH salınımı ise kortizol salınımını kısıtlamaktadır (Şekil 2.6) (Yılmaz 1999; Guyton ve Hall 2017).

Kortizol sentezi için gereken kolesterolün bir kısmı adrenal korteks hücreleri tarafından asetat kullanılarak sentezlenebilirken, önemli bir kısmı kan dolaşımında bulunan ve yapısında yüksek miktarda kolesterol barındıran düşük dansiteli lipoproteinlerden (LDL) karşılanır. Adrenokortikal hücre zarlarında bulunan ve klatrin kaplı çukurlar adı verilen yapılar düşük dansiteli lipoproteinlere özgül reseptörler içerir, plazmada bulunan LDL'ler hücrelerarası sıvıya karışarak klatrin kaplı çukurlarda bulunan özgül reseptörlerine bağlanırlar. Endositoz ile hücre içine alınan klatrin kaplı çukurlar lizozomlarla kaynaşan vezikülleri oluştururlar. Böylece sentez için gereken kolesterol serbestleşir. Adrenokortikal hücrelere kolesterol taşınması geri bildirim mekanizmalarıyla düzenlenir, hücrelerde bulunan LDL reseptörlerinin sayısı ve LDL'den kolesterol serbest bırakılmasını sağlayan enzimlerin aktivitesi ACTH uyarımı ile artmaktadır (Yılmaz 1999; Guyton ve Hall 2017).

Kortizol sentezinin bazı aşamaları mitokondride gerçekleşirken, bazı aşamaları endoplazmik retikulumda gerçekleşir ve her aşama sitokrom P450 içeren özgül bir enzim sistemiyle katalize edilir. Serbestleşen kolesterol hücre içine girerek mitokondriye geçer ve burada kolesterolün uzun yan zinciri kolesterol desmolaz enzimi ile çıkarılarak pregnenolona dönüştürülür. Adrenal korteksin tüm katmanları kolesterol desmolaz enzimi içermektedir ve bu aşama aldosteron ve kortizol salgısını kontrol eden farklı faktörler tarafından uyarılır, böylece kolesterolün pregnenolona dönüşümü artar. Pregnenolon, 17α-hidroksilaz (P450c17) enzimi ile 17α-hidroksipregnenolon'a, 17α-hidroksipregnenolon 17, 21 ve 11 numaralı karbon atomlarına hidroksil veya keton

gruplarının bağlanmasıyla 17α-hidroksiprogesterona dönüşür. 17α-hidroksiprogesteron'un 21 numaralı karbon atomuna β-hidroksilaz (P450c21) enzimi ile bir hidroksil grubunun girmesiyle kortizolün başlıca ön maddesi olan 11-deoksikortizol meydana gelir. Son olarak 11-deoksikortizol'ün 11 numaralı karbon atomuna hidroksilaz (P450c11) enzimi tarafından üçüncü bir hidroksil grubunun daha eklenmesiyle ise kortizol oluşur (Yılmaz 1999; Guyton ve Hall 2017).

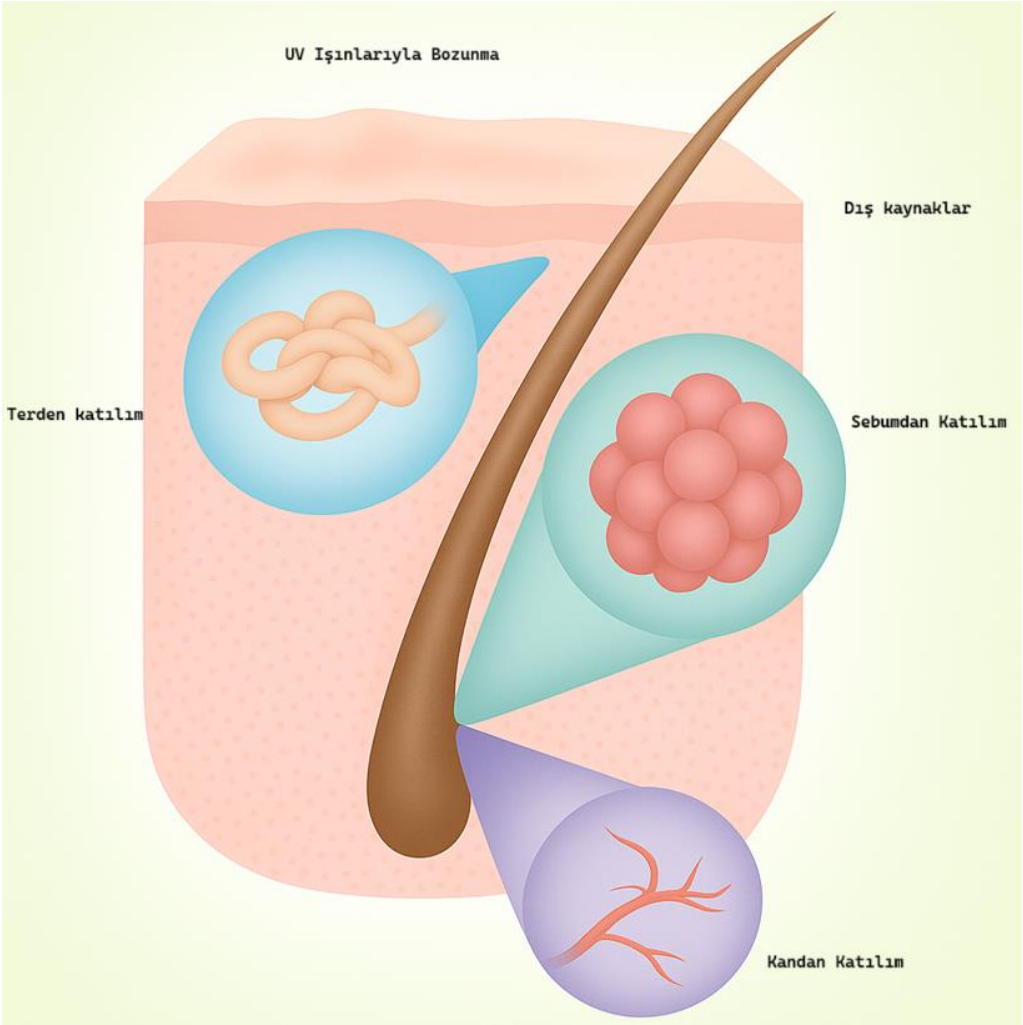
Kortizol hormonu hayvanlarda kan, tükürük, idrar, dışkı, kıl vb. gibi birçok farklı biyolojik matris kullanılarak ölçülebilmektedir. Cirimele ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, insan saçından kortikosteroidlerin başarıyla ekstrakte edilmesiyle birlikte, çiftlik hayvanlarında kronik stresin değerlendirilmesi amacıyla kıl (Peric vd. 2013; Bacci vd. 2014; Burnett vd. 2014; Güven 2024), yapağı (Ghassemi Nejad vd. 2014; Sawyer vd. 2019), tüy (Bortolotti vd. 2008; Beattie ve Romero 2023) gibi keratin yapılı biyomatrisler kullanılmaya başlanmıştır. Bu biyomatrislerde çalışmak aynı bölgeden farklı zaman aralıklarında örnek alınarak ölçümlerin tekrarlanabilmesine olanak sağlaması (Agradi vd. 2023), yapısında biriken kortizol seviyelerinin akut stresten etkilenmemesi (Russell vd. 2012; Isaac vd. 2017), örnek alma işleminin hayvan açısından non-invaziv olması hatta dökülen kıl/yapağı/tüylerin hayvanı rahatsız etmeden toplanabilmesi (Carlitz vd. 2016; Heimbürge vd. 2019) ve ölü hayvanlar üzerinde dahi çalışılabilmesi gibi çeşitli avantajlar sağlamaktadır (Blas 2015; Strong vd. 2015; Romero ve Fairhurst 2016; Ataallahi vd. 2020). Ayrıca "shave-reshave" yöntemiyle çalışılması, hangi zaman dilimine ait HPA aksının aktivitesinin değerlendirildiğini bilmek açısından etkili bir yöntemdir (Heimbürge vd. 2019).

### 2.3.2 Kortizolün lifin yapısına katılması

Kortizolün lifin yapısına nasıl dahil olduğuna yönelik mekanizma henüz tam anlamıyla aydınlatılamamış olmakla birlikte çeşitli öngörüler mevcuttur (Meyer ve Novak 2012). Bu öngörülerden birisi, sistemik kortizolün lipofilik yapısı sayesinde lifin büyümeye devam ettiği anagen fazda foliküler kılcal damarlardan lif şaftının medullasına pasif

difüzyon yolu ile geçtiğidir (Meyer ve Novak 2012; Burnett vd. 2014). Bu durumda, kıl yapısında biriken kortizolün, serumdaki toplam kortizol konsantrasyonlarından farklı olarak entegre serbest kortizol fraksiyonunu yansıttığı düşünülmektedir (Russell vd. 2012). Bununla birlikte eksojen kaynaklar aracılığıyla da lif yapısına dahil olabileceği, bu sayede lif boyunca tüm katmanlarda kortizol birikimi görülebileceği de öne sürülmektedir (Meyer ve Novak 2012; Russell vd. 2012). Aynı zamanda kortizolün ter ve sebum salgılarıyla kütikulaya geçerek kılın yapısına dahil olabileceği (Raul vd. 2004; Pragst ve Balikova 2006), farklı vücut bölgelerinden salgılanan ter ve sebum miktarlarında farklılık olması nedeniyle, vücudun farklı bölgelerinden ve farklı çevre koşullarında alınan kıl örneklerinin kortizol değerlerini etkileyebileceği ileri sürülmektedir (del Rosario González-de-la Vara vd. 2011). Nitekim dışkı ile kontaminasyon riskinin yüksek olduğu kuyruk bölgesinden örnekleme yapmanın kıl kortizol değerlerini önemli ölçüde etkileyebileceği bildirilmiştir (Davenport vd. 2006; Meyer ve Novak 2012; Ghassemi Nejad vd. 2014). Bu nedenle lif matrisinin örneklenmesinde erişilebilirliği ve temizliği nedeniyle alın gibi vücut bölgelerinin tercih edilmesi tavsiye edilmiştir (Ghassemi Nejad vd. 2020). Aynı zamanda bu öngörü kortizol konsantrasyonlarının lif şaftı boyunca sabit kalıp kalmadığı ile ilgili bir başka metodolojik tartışmaya neden olmuştur. Bu bağlamda Kirschbaum vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, doğum yapmamış 9 kadından en az 18 cm olacak şekilde saç örneği toplanmış ve 3 cm'lik 6 bölüme ayrılmıştır. Araştırma sonucunda, distal alandan alınan saç örneklerinin daha fazla çevresel hasara maruz kalması nedeniyle proksimal 1-6 cm'lik alandan alınan saç örneklerinin sistemik kortizol konsantrasyonlarını saptamada daha güvenilir olabileceği öne sürülmüştür. Konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalar proksimalden distale kıl kortizol düzeylerinde artış gerçekleştiği öngörüsünü doğrular nitelikteyken (Gao vd. 2010; Heimbürge vd. 2020), bazı çalışmalar ardışık segmentlerin kıl kortizol düzeylerinde artış olmadığını bildirmiştir (Davenport vd. 2006; Thomson vd. 2010; Manenschijn vd. 2011; Webb vd. 2011). Bir başka öngörü ise, lif folikülleri tarafından kendi kortizollerinin üretildiğidir (Ito vd. 2005). Nitekim Stubsjoen vd. (2015), koyunlarda yürüttükleri çalışmada glikokortikoidlerin lokal olarak üretildiği ve/veya metabolize edildiği öngörüsünde bulunmuşlardır (Şekil 2.7). Kortizolün life dahil edilme mekanizmasını anlamak amacıyla Rhesus maymunlarında radyoetiketleme çalışması yürütülmüştür. Araştırma sonucunda damar yoluyla enjekte edilen etiketlenmiş kortizol,

maymunlardan 14 gün sonra toplanan kıl örneklerinde tespit edilmiştir (Kapoor vd. 2018). Özetle, yukarıda bildirilen araştırmalarda her ne kadar kortizolün life katılma mekanizmasına ilişkin kesinleşmiş bir mekanizma tarif edilemese de liften kortizol analizinin kronik stresi belirlemede kullanılabileceğini belirten çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Kapoor vd. 2018).




Şekil 2.7 Glikokortikoidlerin life katılma mekanizmaları (Barbosa vd. 2013'den alınmıştır)

## 2.4 Kaynak Özetleri

Yapılan literatür taramasında memeli hayvan liflerinde kortizol düzeylerini saptamaya yönelik gerçekleştirilen araştırmaların bazılarının özetleri aşağıda verilmeye çalışılmıştır.

Comin vd. (2011) tarafından, süt ineklerinde kış mevsimindeki kapalı barınma koşullarından yaz mevsimindeki dağlık bölgedeki otlatma koşullarına geçiş döneminde, kıl kortizol düzeylerinde meydana gelen değişiklikleri saptamak amacıyla üç farklı çiftlikten 83 süt ineği ile yürütülen çalışmada, kapalı barınma koşullarından dağlık bölgedeki otlatma koşullarına geçen hayvanlarda kıl kortizol değerlerinin yükseldiği ($p<0,01$) bildirilmiştir. Kıl kortizol değerlerinde görülen bu artışın hayvanların maruz kaldığı çevre koşullarında yaşanan değişimin HPA aksının yanıtını değiştirmesinden kaynaklı olabileceği öne sürülmüştür.

del Rosario González-de-la Vara vd. (2011), buzağı kıllarının kortizol düzeylerini saptamak ve kıl renginin kıl kortizol düzeylerine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda, beyaz kıl örneklerinde siyah kıl örneklerine kıyasla daha yüksek kortizol düzeyleri saptandığı ($p<0,05$) ve 15 günlük yaşta olan buzağılardan ölçülen kıl kortizol düzeylerinin 2 yaşlı hayvanlardan ölçülen kıl kortizol düzeylerinden daha yüksek olduğu ($p<0,05$) bildirilmiştir. Ek olarak kıl kortizol düzeylerinin depolama yöntemlerinden bağımsız olduğu öne sürülmüştür.

Comin vd. (2012) tarafından doğum, 30 ve 60 günlük yaştaki taylarda kıl kortizol düzeyleri üzerine, ana yaşı, parite ve tay cinsiyeti ile kıl kortizol konsantrasyonu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, 60 günlük yaşta 30 günlük yaşa kıyasla kıl kortizol konsantrasyonlarında önemli bir düşüş olduğu saptanmış, kıl kortizol konsantrasyonunun kısrak yaşı, parite ve tayın cinsiyetinden etkilenmediği bildirilmiştir. Aynı zamanda 30 günlük yaşta daha yüksek belirlenen kıl kortizol konsantrasyonunun ise doğum ve yenidoğan tayın çevreye uyum sağlamaya çalışması nedeniyle olabileceği ve

60 günlük yaşta daha düşük bulunan kıl kortizol konsantrasyonunun tayların çevreye uyum sağlamadaki başarısından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir.

Comin vd. (2013), hastalık, doğum gibi sebeplerle klinik veya fizyolojik olarak baskılanmış (Grup A) ve sağlıklı (Grup B) olmak üzere iki gruptan oluşan toplam 475 baş multipar Holstein inekte, kıl kortizol değerlerinin HPA aksı aktivitesini değerlendirmede gösterge olarak kullanılıp kullanılamayacağını değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, kıl kortizol değerlerinin 0,76 pg/mg ile 28,95 pg/mg arasında değiştiği ve A grubundaki hayvanların, B grubundaki hayvanlardan daha yüksek kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir ($p<0,01$). Ayrıca çalışmada klinik durumları baskılanmış hayvanlar ve bu hayvanlardan ölçülen kıl kortizol düzeyleri arasında pozitif korelasyon saptandığı bildirilmiştir ($p<0,01$).

Peric vd. (2013) tarafından, sığırlarda HPA aksı aktivitesini değerlendirmek amacıyla 8 aylık yaşta 145 baş Holstein ve 150 baş melez (İsveç Kırmızısı x Montbeliarde) olmak üzere toplam 295 baş düve ile yürütülen araştırma sonucunda, melez hayvanlara ait kıl kortizol değerlerinin, Holstein ırkı hayvanlara ait kıl kortizol değerlerinden daha düşük olduğu ($p<0,01$), bu farkın HPA aktivitesinde ve allostatik yükte görülen farklılıktan kaynaklanabileceği ve melez düvelerin çevre şartlarına adaptasyon kabiliyetlerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Bacci vd. (2014) tarafından, damızlık dişi domuzların kıl kortizol düzeylerinin orta-uzun vadeli değişimini incelemek ve invaziv olmayan bu tekniği doğrulamak amacıyla yürütülen çalışmada, ardışık iki üreme döngüsünü ve üç farklı fizyolojik durum (gebelik başlangıcı, doğum öncesi, sütten kesme dönemi) karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, diğer dönemlerle kıyaslandığında gebeliğin başlangıcında alınan kıl örneklerinde kortizol düzeylerinin önemli ölçüde yüksek olduğu ($p<0,001$), gebeliğin başlangıcında alınan örneklerde ardışık iki üreme döngüsü arasında önemli ölçüde farklılık görülmemesine (sırasıyla 20.1 ± .95 pg/mg, 16,29 ± 2,15 pg/mg) karşın sıcak mevsimde kıl kortizol düzeylerinin azalma eğiliminde olduğu ($p<0,058$) bildirilmiştir.

Burnett vd. (2014), laktasyondaki Holstein ineklerde yürüttükleri çalışmada kıl kortizol konsantrasyonu üzerine farklı vücut bölgelerinin, farklı kıl renklerinin ve farklı işleme yöntemlerinin etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, beyaz renkli kıl örneklerinden elde edilen kortizol konsantrasyonlarının siyah renkli kıl örneklerinden elde edilen kortizol konsantrasyonlarına kıyasla yüksek olduğu, farklı vücut bölgelerinden (kuyruk ucu, omuz, kalça, sırt) elde edilen beyaz kıl örneklerinin kortizol konsantrasyonları karşılaştırıldığında ise kuyruk ucundan alınan örneklerin omuzdan alınan örneklere kıyasla daha yüksek kortizol değerlerine sahip olduğu ancak kalçadan ve sırttan alınan örneklerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir. Aynı zamanda 18 baş primipar ve 19 baş multipar Holstein inekten doğum sonrası her üç haftada bir alınan kıl örneklerinden yapılan analizler sonucunda, primipar ve multipar inekler karşılaştırıldığında paritenin kıl kortizol konsantrasyonlarına anlamlı bir etkisi olmadığı, multipar ineklerde 0. ve 21. gün kıl kortizol konsantrasyonlarının 42., 84., ve 126., gün kıl kortizol konsantrasyonları ile kıyaslandığında daha yüksek değerler saptandığı bildirilmiştir.

Ghassemi Nejad vd. (2014) tarafından, sıcaklık stresine ve su kısıtlamasına maruz bırakılan 3 yaşlı 9 baş dişi Corriedale koyununda yapağı ve kan kortizol konsantrasyonlarını değerlendirmek amacıyla yürütülen araştırma sonucunda, yemleme sonrası 3 saat su kısıtı uygulanan hayvanların su kısıtı uygulanmayan ve 2 saat su kısıtı uygulanan hayvanlara kıyasla daha yüksek yapağı kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak kan kortizol konsantrasyonlarına kıyasla yapağı kortizol konsantrasyonlarında daha güvenilir sonuçlar elde edilebileceği ve yapağı kortizol konsantrasyonunun sıcaklık stresine maruz kalan hayvanlarda daha güvenilir bir gösterge olduğu bildirilmiştir.

Battini vd. (2015) tarafından, 24 baş sağlıklı kıl örtüsüne sahip, 24 baş da keçeleşmiş kıl örtüsüne sahip toplamda 48 baş ergin Saanen keçi ile kıl örtüsü durumunun refah değerlendirmesi protokollerine dahil edilip edilemeyeceğini araştırmak için yürütülen çalışma sonucunda, keçeleşmiş kıl örtüsüne sahip keçiler ile ve sağlıklı kıl örtüsüne sahip

keçiler arasında kıl kortizol düzeyleri bakımından istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirilmiştir.

Burnett vd. (2015) tarafından, 118 baş Holstein ırkı ineğin kuyruk ucundan alınan kıl örneklerinden ölçülen kortizol konsantrasyonlarının klinik hastalıklar, üreme durumu ve subklinik endometrit gelişimi ile ilişkisini araştırmak için gerçekleştirilen çalışmada, kıl kortizol konsantrasyonlarının klinik hastalıklar ve gebelik durumu ile doğrudan ilişkili olduğunu ancak subklinik hastalık gelişimi gibi daha düşük şiddetteki stres durumlarını ayırt etmek için uygun olmadığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda yalnızca klinik hastalığı olmayan hayvanlar dahil edildiğinde multipar hayvanların primipar hayvanlardan daha yüksek kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir.

Stubsjøen vd. (2015), 4-5 aylık yaşlı 27 baş Norveç Beyazı ırkı kuzuda kronik stresin ölçütü olarak yapağı kortizol ve kortizon düzeylerini değerlendirmek yürüttükleri araştırma sonucunda, yapağı kortizon düzeylerinin yapağı kortizol düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğunu bildirilmiş ve stresin biyobelirteci olarak yapağı kortizon düzeylerinin de değerlendirilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Braun vd. (2017) tarafından, 3-17 yaşlı 27 baş süt sığırından bir ay boyunca uzayan kıl örneklerinde ve daha önce tıraşlanmamış bir bölgeden alınan kıl örneklerinde kortizol konsantrasyonlarını karşılaştırmak ve gebelik, hastalık durumu, dönem faktörlerinin kıl kortizol konsantrasyonları üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülen çalışma sonucunda, doğum gibi fizyolojik stres faktörlerinin kıl kortizol konsantrasyonları üzerindeki etkisinin daha önce tıraşlanmamış bölgeden alınan kıl örneklerine kıyasla aylık örneklenen kıl örneklerinde daha kolay tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Fischer-Tenhagen vd. (2018), sağlıklı ve kronik topal inekler arasında kıl kortizol konsantrasyonlarını karşılaştırmak ve stres göstergesi olarak değerlendirilebilirliğini

saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada, kıl kortizol konsantrasyonlarının süt ineklerinde kronik topallığı ayırt etmede uygun biyomatris olmadığını belirtmişlerdir.

Baier vd. (2019) tarafından, besi çiftliğinde yetiştirilen 19 baş melez boğa ile kıl uzunluğu, kıl rengi ve hayvan yaşının kıl kortizol konsantrasyonları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma sonucunda, yaş faktörünün kıl kortizol konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkilediği, siyah kıl rengine sahip genç boğalardan alınan örneklerde hem siyah hem de beyaz kıl rengine sahip yaşlı boğalardan alınan örneklere kıyasla daha düşük kıl kortizol konsantrasyonları tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca kıl uzunluğu ve kıl kortizol konsantrasyonları arasında zayıf ancak pozitif korelasyon gözlemlendiği belirtilmiştir.

Dulude-de Broin vd. (2019), Kayalık dağ keçilerinde yürüttükleri araştırma sonucunda tekrarlanan ACTH enjeksiyonlarını takiben kıl kortizol düzeylerinde belirgin artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca ergin dişilere kıyasla ergin erkeklerde daha düşük kıl kortizol düzeyleri saptandığı, oğlaklar ve 1 yaşlı keçilere kıyasla 1 yaş üstü keçilerin daha düşük kıl kortizol düzeylerine sahip olduğu bildirilmiştir.

Fürtbauer vd. (2019), 33 baş Gal Dağ koyunu ile yürüttükleri çalışmada lif şaftı, farklı vücut bölgeleri ve zaman dilimlerinin yapağı kortizol konsantrasyonları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, bireyler arası önemli farklılıklar olduğu, omuz bölgesinden alınan örneklerde sırt bölgesinden alınan örneklere kıyasla daha yüksek kortizol düzeyleri tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca, yapağı uzama hızı bilindiği takdirde bir numunenin zaman çizelgesi olarak kullanılabileceği ve tekrarlanan ölçümlerde aynı vücut bölgesinden örnekleme yapılmasının önemli olduğu bildirilmiştir.

Ghassemi Nejad vd. (2019) tarafından, termal konfor şartlarında bulunan ineklerde ve düvelerde çeşitli vücut bölgelerinde kıl kortizol konsantrasyonlarını saptamak amacıyla Holstein ırkı 47 baş multipar inek ve 23 baş düve ile yürüttükleri çalışmada, hayvanların

alın, omuz ve kuyruk sokumu olmak üzere üç farklı vücut bölgesinden kıl örneği toplamışlardır. Araştırma sonucunda, farklı örnekleme bölgelerinden alınan kıl örneklerinde kortizol konsantrasyonları bakımından fark bulunmadığı ($p>0,05$), analiz için toplanacak örneğin 3 vücut bölgesinden de alınabileceği bildirilmiştir.

Sawyer vd. (2019), Merinos ırkı 46 baş dişi koyundan üç farklı kırkım zamanı (koçlar sürüdeyken, doğumdan 2 hafta önce, doğumdan 2 ay sonra) alınan yapağı örneklerinde, üreme süreçlerindeki progesteron ve kortizol hormonlarının konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, gebelik döneminde alınan yapağı örneklerinde kortizol ve progesteron düzeylerinde artış olduğu, doğum sonrasında ise önemli ölçüde azalış gösterdiği bildirilmiştir.

Ghassemi Nejad vd. (2020), iki farklı analiz yöntemini (ELISA ve RIA) karşılaştırmak ve doğruluklarını değerlendirmek, sıcak ve nemli çevre koşullarda tutulan düveler ve laktasyondaki inekler arasında kıl kortizol konsantrasyonlarını karşılaştırılmak amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda, ELISA yönteminin daha güvenilir ve çevre dostu olduğu belirtilmiş, laktasyondaki ineklerin düvelerle kıyaslandığında sıcaklık stresine karşı daha savunmasız olduğu bildirilmiştir.

Heimbürge vd. (2020), domuzlarda ve sığırlarda yaptıkları çalışmada vücut bölgesinin kıl uzama hızı ve kıl kortizol konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca yenidoğan buzağıların kıl kortizol konsantrasyonlarının 6 aylık, 18 aylık ve yetişkin sığırlara kıyasla daha yüksek olduğu ve yetişkin domuzlara kıyasla yavru domuzlarda daha yüksek kıl kortizol düzeyleri saptandığı bildirilmiştir. Domuzlarda mevsimin kıl kortizol konsantrasyonları üzerine anlamlı bir etkisi saptanmazken, sığırlarda yaz aylarında alınan örneklere kıyasla kış aylarında alınan örneklerde daha yüksek kıl kortizol değerleri saptanmıştır.

Hantzopoulou vd. (2022) tarafından, farklı kırkım yöntemlerine tabii tutulan Merinos ırkı dişi koyunlardan doğan kuzuların yapağı kortizol konsantrasyonlarını değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, iki defa kırkılan koyunlardan doğan kuzuların, bir defa kırkılan koyunlardan doğan kuzulara kıyasla daha yüksek yapağı kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir.

Otten vd. (2023), kıl kortizol düzeylerinin laktasyonun farklı aşamaları ve süt üretim özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, Holstein ırkı 41 baş multipar inekten doğumdan başlayıp 100 gün aralıkla doğum sonrası 300. güne kadar örnek toplamışlardır. Araştırma sonucunda, doğum sonrası kıl kortizol düzeylerinde artış görüldüğü ve bu artışın doğum sonrası 200. günde alınan örnekte en yüksek seviyelere ulaştığı, doğum sonrası 300. güne kadar olan kümülatif süt verimi ile 300. gün kıl kortizol düzeyleri arasında pozitif korelasyon saptandığı bildirilmiştir.

Agradi vd. (2023), dikey göç (düşük rakımlı kışlaklardan yüksek rakımlı yaylalara çift yönlü hareket) esnasında kıl kortizol düzeylerinin değişimini belirlemek amacıyla 24 baş dişi Frisa keçisi ile yürüttükleri çalışma sonucunda, meraya çıkan hayvanlarda kıl kortizol düzeylerinin kapalı alanda kalan hayvanlara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Cobb vd. (2023), Merinos ırkı koçlarda fizyolojik stresin bir göstergesi olarak yapağı kortizol konsantrasyonları ve yapağı fenotipi ile arasındaki korelasyonu değerlendirmek ve yapağı kortizol düzeyleri ve mevsimsel değişim arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda, yapağı fenotipi ve yapağı kortizol düzeyleri arasında korelasyon bulunmadığı ancak yapağı kortizol düzeyleri ve mevsimsel değişim arasında korelasyon saptandığı bildirilmiştir.

Sano vd. (2023), 9 baş primipar ve 16 baş multipar olmak üzere 25 baş Holstein inek ve bu hayvanlardan doğan 27 buzağı ile yürüttükleri çalışmada, doğumdan 0-3 gün sonra ve doğumdan 1 ay sonra olmak üzere 2 farklı zaman diliminde kuyruk ucundan kıl örneği

toplamışlar. Araştırma sonucunda buzağı ve ineklerin kıl kortizol konsantrasyonlarının pariteden etkilenmediği bildirilmiştir.

Zeinstra vd. (2023) tarafından, 39 baş Swifter koyunu ve bu koyunlardan doğan 70 kuzu ile gerçekleştirdikleri çalışmada koyunların ve yeni doğan kuzularının yapağı kortizol konsantrasyonlarının koyunun paritesinden, batındaki yavru sayısından ve doğan kuzuların cinsiyetinden etkilenip etkilenmediği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda koyunlarla kıyaslandığında kuzularda daha yüksek kortizol değerleri saptandığı, multipar koyunların kuzuları ile primipar koyunların kuzuları kıyaslandığında primipar koyunların kuzularının daha yüksek kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu, bir batında doğan yavru sayısı arttıkça hem koyunlarda hem de kuzularda kortizol konsantrasyonlarının arttığı, doğan kuzuların cinsiyetlerinin kortizol konsantrasyonlarını etkilemediği bildirilmiştir. Ayrıca koyunlar ve yenidoğan kuzularının kortizol konsantrasyonları arasındaki korelasyonun çok zayıf olduğu ve istatistik olarak önemli olmadığı bildirilmiştir.

Zoratti vd. (2023), kuzularda HPA aksı aktivitesini değerlendirmek ve HPA aksı aktivitesinin kuzuların günlük ortalama canlı ağırlık artışına etkisini araştırmak amacıyla 4 farklı Avrupa koyun ırkından 97 kuzu ile yürüttükleri çalışma sonucunda, doğumda alınan yapağı örneklerinin kortizol konsantrasyonları ile doğum ağırlığı arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Ayrıca deneme süresince 4 koyun ırkında da yapağı kortizolünde farklı düzeylerde azalma eğilimi gösterdiği saptanmıştır.

Cotticelli vd. (2024), kan, süt, peynir altı suyu ve kıl örneklerinde kortizol konsantrasyonlarının parite ve laktasyon dönemi ile ilişkisini değerlendirmek amacıyla 38 primipar ve 30 multipar olmak üzere toplam 68 manda ile yürüttükleri çalışma sonucunda, paritenin dört matris içinde anlamlı bir etkisi olmadığını ve laktasyonun başlangıcında tüm matrislerde daha yüksek kortizol konsantrasyonları saptandığı bildirilmiştir.

Fox vd. (2024), lif şaftı boyunca yapağı segmentleri ile kortizol ve testosteron düzeyleri arasında korelasyon olup olmadığını belirlemek amacıyla 70 baş Merinos ırkı koçtan yapağı örneği toplamıştır. Araştırma sonucunda yapağı segmentleri ile kortizol ve testosteron düzeyleri arasında korelasyon bulunamazken, yapağı kortizol düzeyleri ve yapağı testosteron düzeyleri arasında güçlü pozitif korelasyon bulunduğu bildirilmiştir.

Fushuku ve Matsunaga (2024), kandan emilen lipidler de dahil olmak üzere kıl kortizol ve kıl aldosteron konsantrasyonlarında gözlemlenen değişiklikleri araştırmak amacıyla yaz, ilkbahar ve kış olmak üzere üç farklı sezonda altışar baş dişi Holstein ırkı buzağı olmak üzere toplamda 18 baş dişi buzağı kullanarak üç farklı deneme gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda, sırttan alınan beyaz kıl örneklerinin sırttan alınan siyah örneklere kıyasla daha yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu, örnek alınan bölge ve mevsim faktörü arasında sinerjik etki gözlemlendiği, bahar ayında sırt bölgesinden alınan kıl örneklerinden ölçülen kortizol konsantrasyonlarının, yaz ve kış aylarında sırt bölgesinden alınan kıl örneklerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yalnızca göğüsten alınan yaz örneğinin bahar ayında sırttan alınan örnekten anlamlı ölçüde düşük olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, kıl kortizol ve aldosteron konsantrasyonlarının örnek bölgesi, örnek rengi ve değişen meteorolojik koşullardan etkilendiği öne sürülmüştür.

Güven (2024) tarafından, Akkeçilerde gebelik döneminde yürütülen çalışmada, gebeliğin ilk aylarında kıl kortizol düzeylerinin azalma eğiliminde olduğu, doğum sonrası ise önemli düzeyde artış görüldüğü bildirilmiştir. Aynı zamanda primipar keçilere kıyasla multipar keçilerde daha daha düşük kıl kortizol düzeyleri saptandığı ve gebeliğin son dönemlerinde yeterli kıl büyümesi gerçekleşmediğinden örnek toplanamadığı bildirilmiştir.

Manuel vd. (2024), bir üreme döngüsü boyunca yapağı kortizol konsantrasyonlarının profilini ortaya koymak amacıyla 20 baş Targhee ırkı multipar koyundan gebelik öncesi, gebeliğin 30. ve 110. gününde ve doğumdan yaklaşık 40 gün sonra yapağı örneği almıştır. Araştırma sonucunda gebeliğin 110. gününde yapağı kortizol konsantrasyonlarının

azaldığı, doğumdan sonra alınan örneklerde ise yapağı kortizol konsantrasyonlarının yükseldiği bildirilmiştir.

# 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılan hayvan materyali ve uygulanan yöntemler için, Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (Karar No: 2023-19-168).

## 3.1 Materyal

### 3.1.1 Hayvan materyali

Araştırmanın hayvan materyalini, Ankara ili Güdül ilçesinde halk elinde yetiştirilen 1,5 yaşlı 15 baş ve 2,5 yaşlı 15 baş olmak üzere toplam 30 baş dişi Ankara keçisi ve bu keçilerden doğan 5 baş oğlak oluşturmuştur. Araştırmanın hayvan materyaline ait tanımlayıcı bilgiler Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Dişi Ankara keçilerine ait tanımlayıcı bilgiler

| No | Yaş | Gebelik Durumu | Tiftik Örneği Alınan Aylar* |
|---|---|---|---|
| A1 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4 |
| A2 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A3 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4 |
| A4 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A5 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4 |
| A6 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A7 | 1,5 | Var | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A8 | 1,5 | Var | 1, 2, 3, 4 |
| A9 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A10 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A11 | 1,5 | Var | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A12 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A13 | 1,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| A14 | 1,5 | Yok | Analiz Dışı |
| A15 | 1,5 | Yok | 1, 2 |

Çizelge 3.1 Dişi Ankara keçilerine ait tanımlayıcı bilgiler (devam)

| | | | |
|---|---|---|---|
| B1 | **2,5** | **Var** | **1, 2, 3, 4** |
| B2 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4, 5 |
| B3 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4, 5 |
| B4 | 2,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| B5 | 2,5 | Yok | 1, 2, 3, 4, 5 |
| B6 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4, 5 |
| B7 | 2,5 | Var | 1, 2, 3 |
| B8 | 2,5 | Var | 1, 2, 3 |
| B9 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4 |
| B10 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4 |
| B11 | 2,5 | Var | 1, 2, 3 |
| B12 | 2,5 | Var | 1, 2, 3 |
| B13 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4 |
| B14 | 2,5 | Var | 1, 2, 3 |
| B15 | 2,5 | Var | 1, 2, 3, 4 |

*: 1: Kasım; 2: Aralık; 3: Ocak; 4: Şubat ve 5: Mart aylarını ifade etmektedir.

Çizelge 3.2 Oğlaklara ait tanımlayıcı bilgiler

| **No** | **Ana Yaşı** | **Cinsiyet** | **Doğum Tipi** |
|---|---|---|---|
| O1 | 1,5 | Erkek | Tek |
| O2 | 2,5 | Dişi | Tek |
| O3 | 2,5 | Dişi | Tek |
| O4 | 2,5 | Dişi | Tek |
| O5 | 2,5 | Dişi | Tek |

### 3.1.2 Tiftik örnekleri

Araştırmaya dahil edilen Ankara keçilerinden gebelik dönemi süresince aylık periyotlarla (kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarının ortasında) ve bu keçilerden doğan oğlaklardan doğumu takiben ilk 24 saat içerisinde alınan tiftikler bu çalışmanın tiftik materyalini oluşturmuştur.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Araştırma hayvanlarının yönetimi

Araştırmaya dahil edilen Ankara keçileri, klinik yönden sağlıklı olup araştırma süresince aynı yetiştirme, besleme ve iklimsel koşullara tabii tutulmuş ve bu süre zarfında işletmenin genel işleyişine müdahale edilmemiştir. Araştırma süresince keçilerin yönetimi, ekim ayından şubat ayının sonuna kadar tüm hayvanlar açık ağılda, mart ayının başından doğuma kadar ise gebe olmayan keçiler açık ağılda, gebe keçiler ise kapalı ağılda olacak şekilde düzenlenmiştir. İşletmede doğumlar mart ayı içerisinde gerçekleşmiştir. Araştırma süresince 1,5 yaşlı 2 baş dişi Ankara keçisi deneme dışı nedenlerden dolayı araştırma dışı kalmıştır. Araştırmada kullanılan keçilerden 1,5 yaşlı 3 baş ve 2,5 yaşlı 13 baş dişi Ankara keçisi gebe kalmıştır. 2,5 yaşlı 1 baş Ankara keçisi ocak ayında yavru atmıştır. Araştırmanın son ayında (mart) 1,5 yaşlı 4 baş dişi Ankara keçisinden ve 2,5 yaşlı 10 baş dişi Ankara keçisinden analize yetecek ölçüde tiftik uzaması gerçekleşmemesi sebebiyle örnek alınamamıştır. Araştırma keçilerinin beslenmesi açık ağılda tutuldukları süre boyunca meraya bağlı olarak gerçekleştirilmiş olup, kapalı ağıla alınan keçilere kaba yeme ilave olarak karma yem (%19 HP, 2500 kcal ME) grup yemlemesi şeklinde verilmiştir. Araştırmaya dahil edilen keçilerin bulunduğu açık ağıla ekim ayının başında teke katılmış olup, tekeler mart ayı sonuna kadar sürüde tutulmuştur.

### 3.2.2 Tiftik örneklerinin alınması ve kortizol analizine hazır hale getirilmesi

Araştırma başında (sürüye teke katıldığı gün) araştırmaya dahil edilen keçilerin sağ omuz bölgesinde 3x6 cm'lik bir alan, deriye en yakın noktadan olacak şekilde tıraş makinesi (Phillips, BT1000/15) yardımıyla tıraşlanmıştır. Araştırma kapsamında alınan tiftik örnekleri tıraşlanan alandan deneme süresince aylık olarak "shave-reshave" yöntemiyle toplanmıştır. Keçilerden doğan 5 baş oğlaktan ise doğum sonrası ilk 24 saat içerisinde sağ

omuz bölgesinden 3x3 cm'lik bir alandan deriye en yakın noktadan tıraş makinesi yardımıyla tiftik örneği toplanmıştır. Alınan tiftik örnekleri etiketlenerek alüminyum folyoya sarılmış ve ardından vakumlu poşetlere yerleştirilerek laboratuvar analizleri gerçekleştirilene kadar ışıktan ve nemden etkilenmeyecek şekilde oda sıcaklığında depolanmıştır.

Alınan tiftik örneklerinde kortizol analizine hazırlık aşamasında Ghassemi Nejad vd. (2020) tarafından bildirilen yöntem uygulanmıştır. Alınan tiftik örnekleri hassas terazi (Kern & Sohn Gmbh, ABJ 220-4M) yardımıyla 250 mg tartılarak etiketlenmiş tartım kaplarına yerleştirilmiştir. Tartılan örnekler 5 ml %96'lık izopropanol kullanılarak üçer dakikalık süreyle üçer kere yıkanmış ve oda sıcaklığında bir hafta kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örneklerden alınan 50 mg tiftik örneği cerrahi makas yardımıyla 1 mm'den kısa olacak şekilde küçük parçalara ayrılmış ve eppendorf tüplere aktarılmıştır. Kortizol hormonunun ekstraksiyonu amacıyla eppendorf tüplere 1 ml methanol eklenmiş ve 30 rpm hızda 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi sonrası 2500 rpm hızda 30 sn. süreyle mikrosantrifüj cihazında santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra örneklerin üst kısmından 0,6 ml'lik süpernatant temiz bir eppendorf tüpe aktarılmış ve eppendorf tüplerin kapakları açık bir şekilde 38 °C'de inkübatörde (Heraeus) kurumaya bırakılmıştır. Tamamen kuruyan tüplere 0,4 ml PBS (fosfat tamponlu salin) (pH: 7,5) eklenmiş ve vortekslenmiştir (Wiggen Hauser, VM Vorteks Mixer). Bu aşamadan sonra örnekler kortizol analizi için hazır hale gelmiştir.

### 3.2.3 Tiftik örneklerinin aylık gerçek uzunluklarının ölçülmesi

Araştırma süresince dişi Ankara keçilerinden toplanan tiftik örnekleri, gerçek uzunluk değişimlerini belirlemek amacıyla ölçülmüştür. Bu amaçla her bir keçiden toplanan tiftik örneklerinden rastgele 70 adet tiftik lifi seçilmiştir. Seçilen tiftik liflerinin her iki ucundan cımbız yardımıyla çekilerek kıvrımları düzeltilmek suretiyle gerçek uzunlukları mm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

### 3.2.4 Kortizol analizi

Araştırmanın laboratuvar analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı bünyesinde bulunan Üreme Biyolojisi ve Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tiftik örneklerinde kortizol konsantrasyonlarının belirlenmesi ELISA yöntemi kullanılarak (Microplate Reader, Biotek Epoch, USA; Microplate Washer, RAYTO, China) ticari kit (Cayman Chemical, U.S.A., Cat No: 500360) ile önerilen test prosedürüne uygun olarak çalışılmıştır.

### 3.2.5 İstatistiksel analiz

Kortizol konsantrasyonu incelenirken, açıklayıcı değişkenlerden ay, yaş ve ay x yaş interaksiyonları sabit faktör, kulak numarası (hayvan) rastgele faktör ve uzunluk kovaryet olarak modellenmiştir. Lif uzaması incelenirken ise, açıklayıcı değişkenlerden yaş ve ay ve interaksiyonları sabit faktör, kulak numarası (hayvan) ise rastgele faktör olarak modellenmiştir. Modeller, kısıtlanmış en çok olabilirliğe dayalı karma model olarak oluşturulmuş olup model kurulumunda R istatistik dilinde yer alan "lme" paketinin "lme4" fonksiyonundan yararlanılmıştır (Bates vd. 2015). Elde edilen sonuçlar, Tukey ikili karşılaştırma yöntemi ile karşılaştırılmıştır ($p<0.05$). Ek olarak grafikler "ggplot2" paketi (Wickham 2016) aracılığıyla elde edilmiştir. Analizler ve ilgili istatistik hesaplamaları R 4.4.1 versiyonunda (R Core Team 2021) gerçekleştirilmiştir. Tiftik kortizol konsantrasyonları hesaplanırken üç gözlem değeri aykırı değer (outlier) olarak belirlenmiş ve analiz dışı bırakılmıştır.

# 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

## 4.1 Ankara Keçilerinde Gebelik Dönemi Boyunca Tiftik Gerçek Uzunluklarının Aylık Değişimi

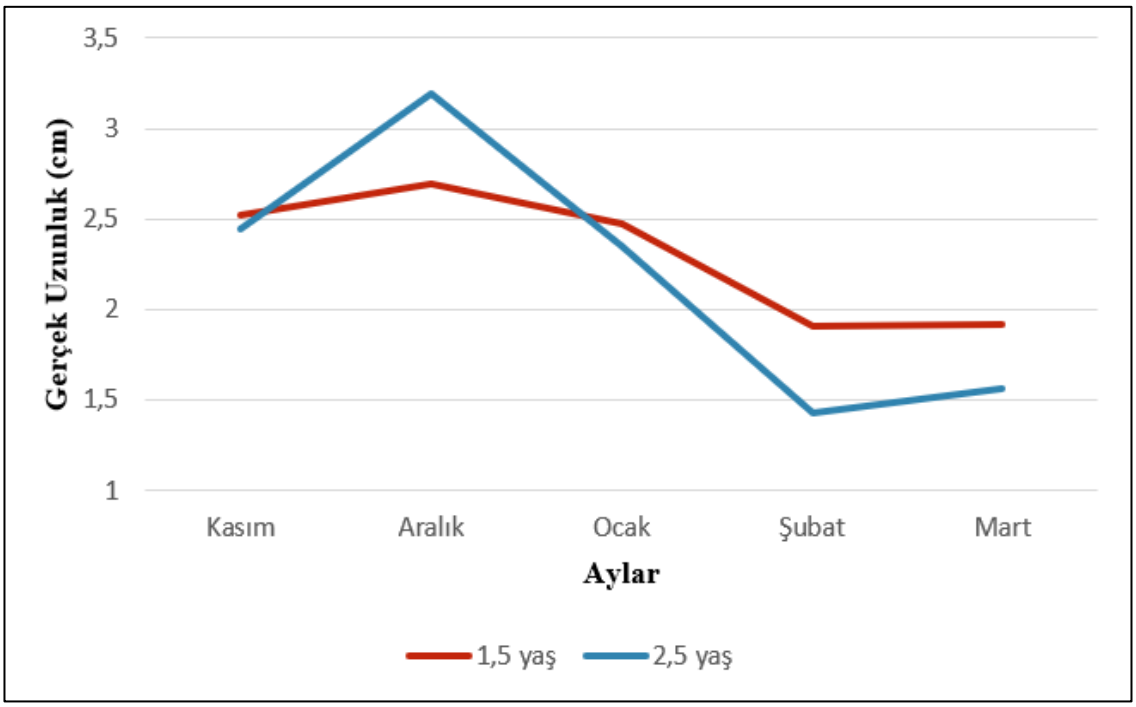
Ankara keçilerinde, gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimine ait tanımlayıcı değerler Çizelge 4.1'de ve Çizelge 4.2'de, aylık değişim grafiği ise Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimi bakımından yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaş faktörleri arasındaki farklılıkların ve ay x yaş interaksiyonlarının istatistik olarak önemli olmadığı saptanmışken ($p>0,05$) (Çizelge 4.1), ay faktörleri arasındaki farklılıkların ise istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$) (Çizelge 4.2). Gebelik dönemi boyunca 1,5 yaşlı ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde tiftik gerçek uzunluklarına ait değişim değerleri incelendiğinde, her iki grupta da en düşük ortalama uzunluk değeri şubat ayında gözlemlenirken, en yüksek ortalama uzunluk değeri aralık ayında gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimine ait tanımlayıcı değerler (cm)

| Aylar | n | 1,5 yaş | | | n | 2,5 yaş | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | Min. | Max. | | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | Min. | Max. |
| **Kasım** | **14** | 2,52 ± 0,13 | 2,14 | 4,08 | **15** | 2,44 ± 0,04 | 2,25 | 2,66 |
| **Aralık** | **13** | 2,69 ± 0,10 | 2,19 | 3,46 | **15** | 3,19 ± 0,21 | 2,4 | 4,67 |
| **Ocak** | **13** | 2,47 ± 0,06 | 2,08 | 2,93 | **15** | 2,35 ± 0,10 | 1,49 | 3,00 |
| **Şubat** | **13** | 1,91 ± 0,09 | 1,27 | 2,52 | **13** | 1,43 ± 0,13 | 0,73 | 2,04 |
| **Mart** | **9** | 1,92 ± 0,10 | 1,55 | 2,27 | **5** | 1,56 ± 0,17 | 1,26 | 2,23 |

Çizelge 4.1'den görülebileceği gibi, 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde kasım ve mart ayları arası tiftik gerçek uzunluklarının artış ve azalış seyri birbirlerine paralellik göstermiştir. Bununla birlikte aralık ayında her iki grubun ortalama tiftik gerçek uzunluk değerleri artma eğilimindeyken, 1,5 yaşlı hayvanlara kıyasla 2,5 yaşlı hayvanlarda bu

artış daha belirgin olmuştur. Aynı şekilde ocak ve şubat aylarında her iki grubun da ortalama tiftik gerçek uzunluk değerleri azalma eğilimindeyken, bu azalış 1,5 yaşlı hayvanlara kıyasla 2,5 yaşlı hayvanlarda daha belirgin olmuştur. Mart ayında ise her iki grupta da ortalama tiftik gerçek uzunluk değerleri hafif bir artış göstermiştir (Şekil 4.1). Bu durum değerlendirildiğinde, 2,5 yaşlı hayvanlarda bu artışın daha belirgin olmasının mart ayında gebe hayvanların doğumların yaklaşması nedeniyle kapalı ağıla alınarak ek yemlemeye tabii tutulmalarından kaynaklandığı ileri sürülebilir. Nitekim yetersiz beslenmenin lif büyüme hızının düşmesine neden olduğu bilinmektedir (Shelton 1993).




Şekil 4.1 Ankara keçilerinde tiftik gerçek uzunluklarının yaşa ve aylara göre değişimi (cm)

Araştırma süresince 2,5 yaşlı grupta şubat ayında 2 hayvandan, mart ayında ise 10 hayvandan lif büyümesi/uzaması olmaması sebebiyle örnek alınamamıştır. 1,5 yaşlı grupta ise yalnızca mart ayında 4 hayvandan uzama olmaması nedeniyle örnek alınamamıştır. Bu durumun araştırma hayvanlarının gebelik durumlarının yanı sıra kış mevsiminin mera şartlarını olumsuz etkilemesinin neden olduğu yetersiz beslenmeden ve yetersiz beslenmenin neden olduğu stresten kaynaklandığı öne sürülebilir. Nitekim çevresel stres ortaya çıktığında organizmada artan kortizol düzeylerinin lif uzama hızını

etkileyebildiği, bu etkinin büyüklüğünün ise stresin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmekte olup hayvanın düşük düzeyde bir çevresel stres faktörüne maruz kalması durumunda lif uzama hızında artış olabilirken, aşırı düzeyde bir çevresel stres faktörüne maruz kalması durumunda yüksek düzeyde kortizol hormonu salınımı sonucu lif folikülünün fonksiyonunun durmasına ve lif büyümesinin engellenmesine neden olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca kortizol düzeylerinin yükselmesini takiben yaklaşık 2 hafta sonra folikül fonksiyonlarında gerileme görülmeye başlandığı, 6 hafta sonra bu gerilemenin en yüksek seviyelere ulaştığı belirtilmiştir (Dellal 2021).

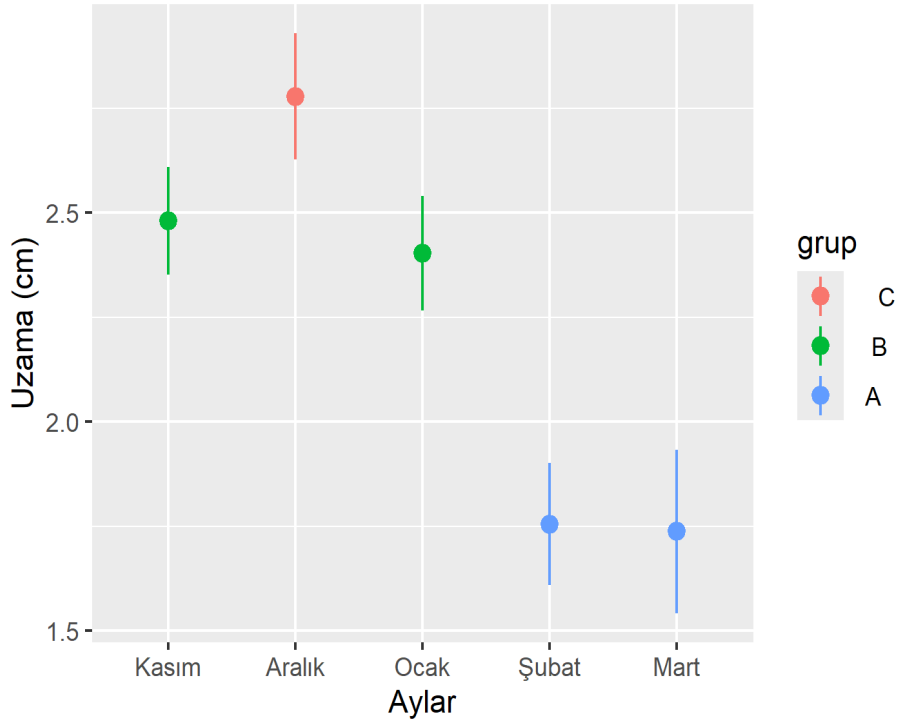
Memelilerde gebeliğin ilerlemesine bağlı olarak fetüsün artan besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla endokrin sistemde çeşitli adaptasyonlar gerçekleştiği (Manalu vd. 1997) ve buna bağlı olarak maternal ve fetal kortizol düzeylerinde artış görüldüğü bildirilmiştir (Kanitz vd. 2012; Sawyer vd. 2019). Ankara keçilerinde de gebeliğin 90-100. günlerinde fetüs büyüme hızı artış göstermekte ve bu durum fetüsün besin taleplerinin artması ile sonuçlanmaktadır (Shelton 1993). Gebeliğin son dönemlerinde artan besin talebi, kan dolaşımında kortizol konsantrasyonlarını artırmakta, bu durum ise lif büyüme/uzama hızını azaltmaktadır (Eijgelshoven 2024). Nitekim bu çalışmada da gebeliğin son aylarında benzer durum görülmüş olup, gebe olmayan 1,5 yaşlı keçilere kıyasla 13 başı gebe olan 2,5 yaşlı keçilerin 10 başından yeterli büyüme/uzama olmaması nedeniyle örnek alınamamıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 4.2 Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik gerçek uzunluklarının aylık değişimine ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hataları (SH), alt güven aralıkları (AGA) ve üst güven aralıkları (ÜGA)

| **Aylar** | **n** | **Genel** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **EKKO ± SH*** | **AGA** | **ÜGA** |
| **Kasım** | **29** | 2,48 ± 0,064 [b] | 2,351 | 2,609 |
| **Aralık** | **28** | 2,78 ± 0,076 [c] | 2,627 | 2,929 |
| **Ocak** | **28** | 2,40 ± 0,069 [b] | 2,266 | 2,540 |
| **Şubat** | **26** | 1,76 ± 0,073 [a] | 1,609 | 1,902 |
| **Mart** | **14** | 1,74 ± 0,098 [a] | 1,542 | 1,933 |

*: a,b,c aynı sütunda farklı harfleri taşıyan grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 4.2'de görülebileceği gibi 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinden oluşan genel grup değerlendirildiğinde ise, tiftik gerçek uzunluklarına ait en düşük ortalama uzunluk değeri mart ayında gözlemlenirken, en yüksek ortalama uzunluk değeri aralık ayında gözlemlenmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde, aralık ayında artan ortalama tiftik gerçek uzunluk değeri, gebelik döneminin sonuna kadar azalma eğilimi göstermiştir. Bu durum yukarıda da açıklandığı gibi araştırmaya dahil olan hayvanların gebelik durumu ve yetersiz beslenme ve buna bağlı olarak ortaya çıkan stres durumu ile açıklanabilir. Kış mevsiminde mera şartlarının olumsuz etkilenmesi, ek yemleme yapılmadığı taktirde meraya çıkan hayvanların yetersiz beslenmesi ile sonuçlanmaktadır. Yetersiz beslenme sonucu hayvanların damızlıkta kullanma yaşı gerilemekte ve üreme performansı olumsuz etkilenmektedir (Shelton 1993). Nitekim bu araştırmada da 1,5 yaşlı hayvanların gebelik oranının (0,20), 2,5 yaşlı hayvanlara (0,87) kıyasla belirgin ölçüde düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).




Şekil 4.2 Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik gerçek uzunluklarının değişim grafiği (Grafikte farklı harfler ve renklerle gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).)

## 4.2 Ankara Keçilerinde Gebelik Dönemi Boyunca Tiftik Kortizol Konsantrasyonlarının Aylık Değişimi

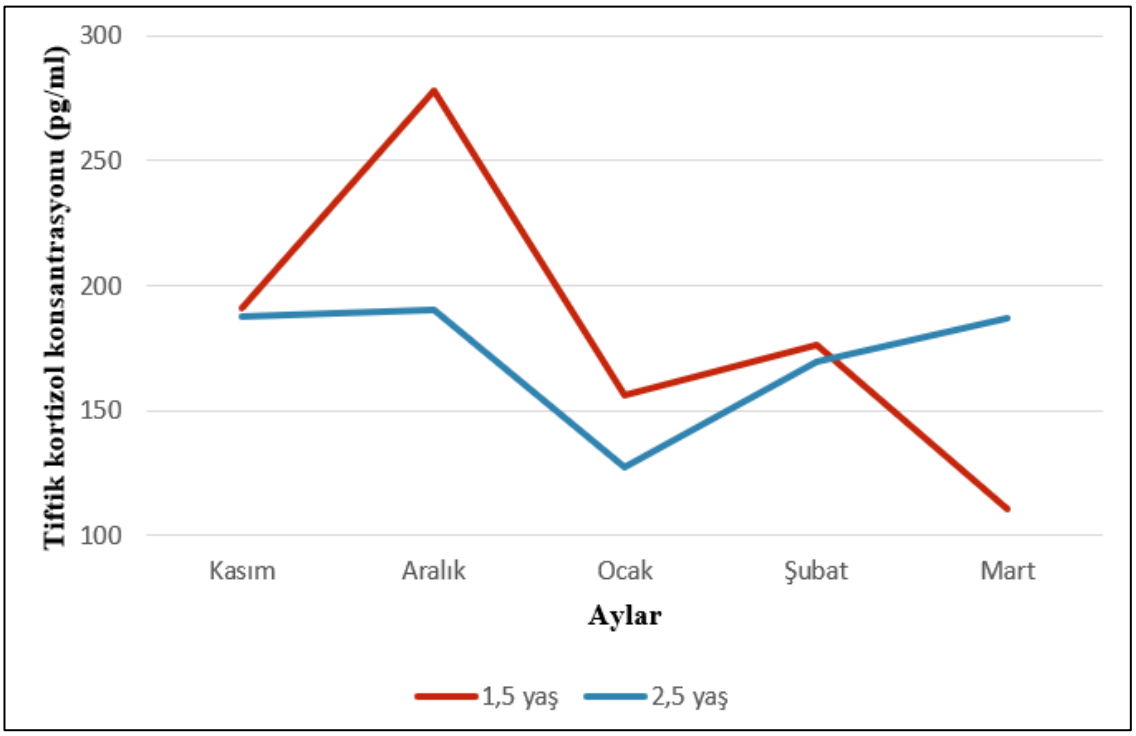
Ankara keçilerinde, gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişimine ait tanımlayıcı değerler Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de, aylık değişim grafiği ise Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarının ortalama değerleri bakımından yaş faktörleri arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olmadığı saptanmışken ($p>0,05$), ay faktörleri arasındaki farklılıklar ve ay x yaş interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.3'de görülebileceği gibi, 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait en düşük ortalama değer sırasıyla mart ve ocak aylarında, en yüksek ortalama değer ise her iki grupta da aralık ayında gözlemlenmiştir. 1,5 ve 2,5 yaşlı dişi Ankara keçilerinden oluşan genel grup değerlendirildiğinde ise tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait en düşük ortalama değer ocak ayında, en yüksek ortalama değer ise aralık ayında gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).

Çizelge 4.3 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı değerler (pg/ml)

| Aylar | n | 1,5 yaş | | | n | 2,5 yaş | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | Min. | Max. | | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | Min. | Max. |
| **Kasım** | **14** | 191,20 ± 12,50 | 126,9 | 271,7 | **15** | 187,40 ± 18,50 | 106,6 | 360,5 |
| **Aralık** | **12** | 278,17 ± 23,21 | 176,9 | 468,5 | **15** | 190,04 ± 11,95 | 128,4 | 283,0 |
| **Ocak** | **13** | 156,15 ± 18,73 | 60,6 | 337,9 | **15** | 127,53 ± 10,50 | 75,3 | 232,4 |
| **Şubat** | **13** | 176,55 ± 18,29 | 100,7 | 369,4 | **10** | 169,31 ± 13,10 | 123,8 | 245,7 |
| **Mart** | **9** | 110,52 ± 10,71 | 48,9 | 150,8 | **4** | 186,75 ± 14,99 | 161,6 | 235,0 |

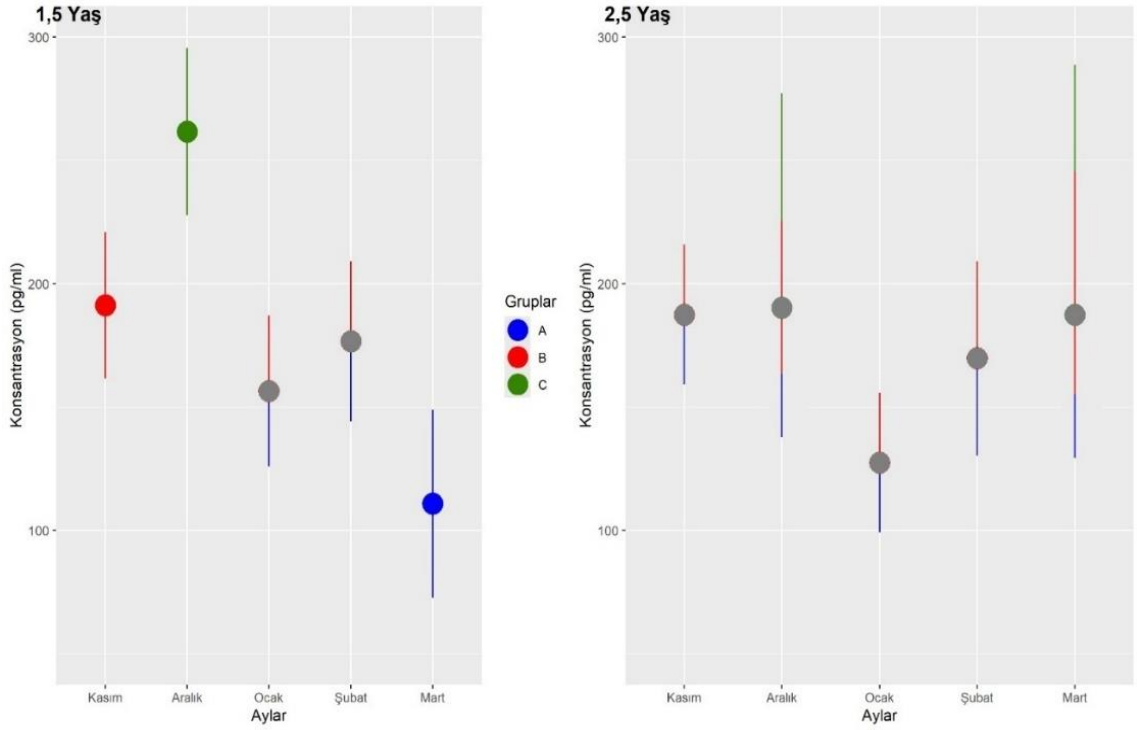
Yapılan varyans analizi sonuçları değerlendirildiğinde, 1,5 ve 2,5 yaşlı dişi Ankara keçilerinde kasım ve şubat ayları arasında tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişimi benzer seyretmiş olup aralık ayında her iki grupta da ortalama tiftik kortizol düzeyleri artmış ancak bu artış 2,5 yaşlı hayvanlara kıyasla 1,5 yaşlı hayvanlarda daha belirgin olmuştur (Şekil 4.3). Aynı şekilden görülebileceği gibi, kasım, aralık, ocak ve şubat

aylarında 1,5 yaşlı Ankara keçilerinde, 2,5 yaşlı Ankara keçilerine kıyasla daha yüksek tiftik kortizol konsantrasyonları saptanmış olup, elde ettiğimiz bu bulgular keçilerde ve farklı türlerde yapılan çalışmalarda bildirilen bulgular ile uyumludur. Nitekim del Rosario Gonzalez-de-la Vara vd. (2011) tarafından 2 yaşlı hayvanlara kıyasla 15 günlük yaşta olan buzağıların daha yüksek kıl kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu Comin vd. (2012), 60 günlük taylara kıyasla 30 günlük taylarda daha yüksek kıl kortizol konsantrasyonlarının saptandığını; Dulude-de Broin vd. (2019), 1 yaşlı keçilere ve oğlaklara kıyasla yaşlı keçilerde daha düşük kıl kortizol konsantrasyonları görüldüğünü; Hayashi vd. (2021), 24 haftalık buzağılara göre 6 haftalık buzağılarda daha yüksek kıl kortizol konsantrasyonlarının saptandığını; Zeinstra vd. (2023) koyunlara kıyasla kuzularda daha yüksek yapağı kortizol konsantrasyonları ölçüldüğünü ve Güven (2024) tarafından ise sütçü keçilerde primipar keçilerin, multipar keçilerden daha yüksek kıl kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir.




Şekil 4.3 Ankara keçilerinde tiftik kortizol konsantrasyonlarının yaşa ve aylara göre değişimi (pg/ml)

Tiftik gerçek uzunluklarının ve tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişimi birlikte incelendiğinde, 1,5 yaşlı ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde en yüksek ortalama değerler aralık ayında gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1) (Çizelge 4.3). Boğalar ile yürütülen bir çalışmada kıl uzunluğu ve kıl kortizol konsantrasyonları arasında zayıf ancak pozitif korelasyon olduğu (Baier vd. 2019) bildirilmiş olup elde ettiğimiz bulgular ile uyumludur. Nitekim bu çalışmada da tiftik uzunluğu ve tiftik kortizol konsantrasyonları arasındaki korelasyon 0,14 olarak bulunmuş olup istatistik olarak önemsizdir (p=0.1162). Buna karşın çeşitli hayvan türlerinde yürütülen bazı çalışmalarda (Peters vd. 2017; Weaver vd. 2021) stresin kıl uzama hızını etkilediği, yüksek kortizol seviyelerinin kıl uzama hızını yavaşlatacağı ve bu nedenle yavaş uzayan kıllarda uzun süreli birikim nedeniyle daha yüksek kortizol düzeyleri saptanabileceği öne sürülmüştür (Eijgelshoven 2024).




Şekil 4.4 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişim grafiği (Grafikte farklı harflerle ve renklerle gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).)

Çizelge 4.4'de de görülebildiği gibi 1,5 ve 2,5 yaşlı Ankara keçilerinin ocak ayı tiftik kortizol konsantrasyonları değerlendirildiğinde, her iki grupta da aralık ayına kıyasla azalma eğilimi gözlemlenirken 1,5 yaşlı keçilerin tiftik kortizol düzeylerinde görülen azalma eğilimi daha belirgindir. Bu durumun, aralık ayında sıcaklıkların düşmesiyle birlikte hayvanların değişen çevre koşullarına uyum sağlamaya çalışmaları neticesi görülen HPA aksı aktivitesindeki artıştan ve ocak ayında çevre koşullarına uyum sağlamada gösterdikleri HPA aksı aktivitesindeki düşüşten kaynaklanabileceği ileri sürülebilir. Ayrıca araştırmaya dahil edilen hayvanların gebelik durumları değerlendirildiğinde, 1,5 yaşlı hayvanlara (0,20) kıyasla 2,5 yaşlı hayvanlarda gebelik oranının (0,87) daha yüksek olduğu da görülmektedir. Hayvanlarda gebelik döneminin başlarında metabolik yükün artmasıyla birlikte kan dolaşımında kortizol hormonu düzeyleri artış gösterdiği (Manalu vd. 1997; Bacci vd. 2014), bu çalışmada da 1,5 yaşlı hayvanlarda ocak ayında görülen tiftik kortizol düzeylerinde azalış eğiliminin 2,5 yaşlı hayvanlara kıyasla daha belirgin olması gebelik durumları ile ilişkilendirilebilir. Nitekim sığırlarda (Comin vd. 2011; Comin vd. 2013; Peric vd. 2013; Bacci vd. 2014), taylarda (Comin vd. 2012), keçilerde (Agradi vd. 2023) yürütülen çalışmalarda değişen çevre koşullarının hayvanların HPA aksı aktivitesini değiştirebileceği belirtilmiştir. Ayrıca gebeliğin ilerleyen dönemlerinde domuzlarda (Bacci vd. 2014); koyunlarda (Sawyer vd. 2019; Manuel vd. 2024) ve sığırlarda (Braun vd. 2017) yürütülen çalışmalarda daha yüksek lif kortizol düzeyleri saptandığı da bildirilmiştir.

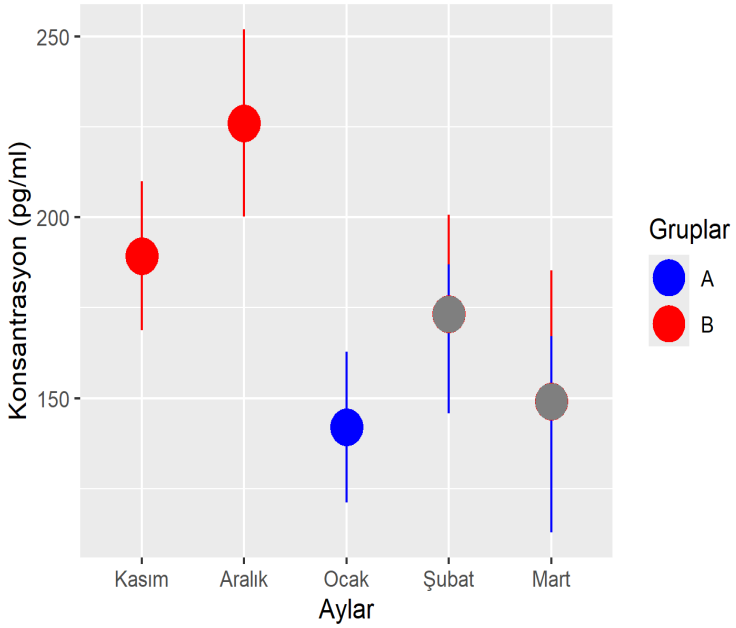
Bu araştırmada 2,5 yaşlı Ankara keçilerinin mart ayındaki tiftik kortizol düzeyleri artma eğilimindeyken, 1,5 yaşlı keçilerde aynı ayda tiftik kortizol düzeyleri azalma eğilimindedir. Bu durum denemeye dahil edilen 1,5 yaşlı dişi Ankara keçilerinde gebelik oranının düşük olması ve 2,5 yaşlı dişi Ankara keçilerinin gebelik durumları ile açıklanabilir. Nitekim bazal kortizol seviyelerinin, gebelik döneminde gelişmekte olan fetüsün besin taleplerine yanıt vermek ve fetal organ gelişimi desteklemek amacıyla aşamalı olarak artış gösterdiği bilinmektedir (Sawyer vd. 2019; Rakers vd. 2020). Elde ettiğimiz bulgular literatür ile uyumlu olup, farklı türlerde yapılan çalışmalarda da gebelik süresince fetal dolaşımda maternal glikokortikoid konsantrasyonlarının artış gösterdiğini, bu artışın fetal gelişim ve doğum için gerekli olduğu bildirilmiştir (Challis vd. 2001; Bacci vd. 2014; Braun vd. 2017; Edwards ve Boonstra 2018).

Çizelge 4.4 Ankara keçilerinde gebelik dönemi boyunca tiftik kortizol konsantrasyonlarına ilişkin en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hataları (SH), alt güven aralıkları (AGA) ve üst güven aralıkları (ÜGA), minimum ve maksimum değerler (pg/ml)

| Aylar | 1,5 yaş* | | | | | 2,5 yaş* | | | | | Genel** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | *EKKO* ± *SH* | AGA | ÜGA | Min | Max | n | *EKKO* ± *SH* | AGA | ÜGA | Min | Max | n | *EKKO* ± *SH* | AGA | ÜGA | Min | Max |
| **Kasım** | **14** | 191 ± 14,9$^{b}$ | 161,7 | 221 | 126,9 | 271,7 | **15** | 187 ± 14,3 $^{a,b}$ | 159,1 | 216 | 100,6 | 360,5 | **29** | 189 ± 10,4 $^{A,B}$ | 169 | 210 | 106,6 | 360,5 |
| **Aralık** | **12** | 262 ± 17,1$^{c}$ | 227,8 | 296 | 176,9 | 468,5 | **15** | 190 ± 17,7 $^{a,b,c}$ | 155,3 | 225 | 128,4 | 283 | **27** | 226 ± 13 $^{B}$ | 200 | 252 | 128,4 | 468,5 |
| **Ocak** | **13** | 157 ± 15,4 $^{a,b}$ | 125,9 | 187 | 60,6 | 337,9 | **15** | 128 ± 14,3 $^{a,b}$ | 99,2 | 156 | 75,3 | 232,4 | **28** | 142 ± 10,5 $^{A}$ | 121 | 163 | 60,6 | 337,9 |
| **Şubat** | **13** | 177 ± 16,4 $^{a,b}$ | 144,3 | 209 | 100,7 | 369,4 | **10** | 170 ± 19,9 $^{a,b}$ | 130,4 | 209 | 123,8 | 245,7 | **23** | 173 ± 13,9 $^{A,B}$ | 146 | 201 | 100,7 | 369,4 |
| **Mart** | **9** | 111 ± 19,3$^{a}$ | 72,7 | 149 | 48,9 | 150,8 | **4** | 187 ± 29,3 $^{a,b,c}$ | 129,3 | 246 | 161,6 | 235 | **13** | 149 ± 18,2 $^{A}$ | 113 | 185 | 48,9 | 235 |

*: a,b,c farklı etkileşimli grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).
**: A, B aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Tiftik kortizol konsantrasyonlarına ilişkin elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, her iki grup için de tiftik kortizol düzeyleri bakımından en yüksek ortalama değerin elde edildiği aralık ayında görülen artışın, keçilerde ve farklı türlerde yapılan çalışmalarda belirtilen bulgular ile uyumlu olduğu ileri sürülebilir. Nitekim tiftik kortizol konsantrasyonlarında gerçekleşen bu artışın, sıcaklıkların düşmesiyle birlikte çevre şartlarında görülen değişimin HPA aksının aktivitesinde neden olduğu değişikliklerden, mera şartlarında besin ve su kaynaklarına yetersiz ulaşımın neden olduğu stresten ve hayvanın fizyolojik durumundan kaynaklandığı ileri sürülebilir. Gerçekten de gebelik döneminde yetersiz beslenme sonucu endokrin ve metabolik sistemde değişiklikler meydana gelerek, maternal glikokortikoid düzeylerinde artış görülebileceği bildirilmektedir (Bertram vd. 2001; Bertram ve Hanson 2002). Yine yapılan araştırmalar incelendiğinde, Comin vd. (2011) tarafından süt sığırlarında gerçekleştirilen çalışmada çevre koşullarında yaşanan değişime bağlı olarak kıl kortizol konsantrasyonlarında artış gözlemlendiği, Ghassemi Nejad vd. (2014) tarafından su kısıtlamasına maruz bırakılan koyunların daha yüksek yapağı kortizol konsantrasyonlarına sahip olduğu ve Agradi vd. (2023) tarafından dişi Frisa keçileriyle yürütülen bir çalışmada kapalı alanda kalan keçilere kıyasla meraya çıkan keçilerde daha yüksek kıl kortizol düzeyleri saptandığı bildirilmiştir. Yine lif kortizol düzeyleri üzerine mevsimin etkisini belirlemeye yönelik sığırlarda yürütülen bir çalışmada yaz mevsiminde alınan örneklerin kış mevsiminde alınan örneklere kıyasla daha yüksek kortizol düzeylerine sahip olduğu (Fushuku ve Matsunaga 2024) bildirilirken, sığırlarda yürütülen başka bir çalışmada kış mevsiminde alınan örneklerde yaz mevsiminde alınan örneklere kıyasla daha yüksek kortizol düzeyleri saptandığı (Heimbürge vd. 2020) bildirilmiş olup kıl kortizol konsantrasyonları üzerine mevsimin etkisine yönelik sonuçlarda tutarsızlık bulunmaktadır.




Şekil 4.5 Ankara keçilerinde gebelik dönemi süresince tiftik kortizol konsantrasyonlarının değişim grafiği (Grafikte farklı harflerle ve renklerle gösterilen gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).)

### 4.3 Ankara Keçisi Oğlaklarında Doğum Sonrası Tiftik Kortizol Konsantrasyonları

Ankara keçisi oğlaklarında doğum sonrası tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı değerler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Ankara keçisi oğlaklarında doğum sonrası tiftik kortizol konsantrasyonlarına ait tanımlayıcı değerler (pg/ml)

| Oğlak No | Cinsiyet | Ana Yaşı | Tiftik Kortizol Değerleri (pg/ml) |
|---|---|---|---|
| **O1** | Erkek | 1,5 | 579,2 |
| **O2** | Dişi | 2,5 | 597,5 |
| **O3** | Dişi | 2,5 | 1617,8 |
| **O4** | Dişi | 2,5 | 1390,0 |
| **O5** | Dişi | 2,5 | 771,5 |

Dişi memelilerde gebeliğin son dönemlerinde maternal dolaşımdan plasentaya besin maddelerinin geçişini düzenleyen hormonların düzeylerinde (Manalu vd. 1997) ve maternal kortizol düzeylerinde artış görüldüğü bilinmektedir (Otten vd. 2013; Sawyer vd.

2019). Buna bağlı olarak fetal kortizol düzeylerinin arttığı (Kanitz vd. 2012) ve gebeliğin son dönemlerinde fetal kortizol düzeylerinin büyük bir kısmının maternal kortizolden oluştuğu bildirilmiştir (Gitau vd. 1998). Bu araştırmada doğum sonrası yenidoğan oğlaklardan toplanan tiftik örnekleri, esas olarak doğum öncesi uterus içi büyümeyi yansıttığından, yenidoğan oğlakların annelerinden daha yüksek tiftik kortizol konsantrasyonlarına sahip olması, gebeliğin son dönemlerinde dolaşımda görülen kortizol düzeylerindeki artışla ilişkilendirilebilir (Heimbürge vd. 2020). Nitekim bu çalışmada elde edilen bu bulgular, buzağılarda (del Rosario Gonzalez-de-la Vara vd. 2011; Hayashi vd. 2021), taylarda (Comin vd. 2012), domuzlarda (Heimbürge vd. 2020), oğlaklarda (Dulude-de Broin vd. 2019) ve kuzularda (Zeinstra vd. 2023; Zoratti vd. 2023) yürütülen çalışmalarda elde edilen bulgularla uyum halindedir.

## 5. SONUÇ

Araştırma sonucunda, dişi Ankara keçilerinde aylık tiftik uzaması üzerine yaş faktörünün etkisinin önemli olmadığı saptanmışken ($p>0,05$), ay faktörünün tiftik uzaması üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dişi Ankara keçilerinde gebelik döneminde en yüksek tiftik uzaması aralık ayında gerçekleşmişken en düşük uzama şubat ayında gerçekleşmiştir.

Dişi Ankara keçilerinde gebelik döneminde tiftik kortizol konsantrasyonları üzerine yaş faktörünün etkisi önemli olmamakla birlikte ($p>0,05$), ay faktörünün etkisi ve ay x yaş interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ankara keçisi oğlaklarının tiftik kortizol konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise, ergin hayvanlara kıyasla oğlaklarda çok daha yüksek kortizol konsantrasyonları saptanmıştır.

Araştırmada kapsamında dişi Ankara keçilerinde tiftik uzunluğu ve tiftik kortizol konsantrasyonları arasındaki korelasyon istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Bu çalışmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, özellikle gebe olan Ankara keçilerinin büyük çoğunluğunda gebeliğin ilerlemesiyle birlikte tiftik uzaması önemli düzeyde azalmış, son aylarda çok sınırlı sayıda keçiden tiftik örneği toplanabilmiştir. Bununla birlikte araştırmadan elde edilen bulgular literatürle uyumlu olup hem erginlerde hem de oğlaklarda HPA aksının aktivitesinin değerlendirilmesinde tiftik örneğinin kullanılabilir bir matris olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, lif uzaması ve örnek toplamadaki kısıtlar göz önünde bulundurularak dişi Ankara keçilerinde uzun vadeli kronik stresin değerlendirilmesinde tiftik kortizol konsantrasyonları tutarlı bir gösterge olarak kullanılabilir.

## KAYNAKLAR


Aerts, J., Metz, J. R., Ampe, B., Decostere, A., Flik, G. and De Saeger, S. 2015. Scales tell a story on the stress history of fish. PLoS One, 10(4), e0123411.

Agradi, S., Munga, A., Barbato, O., Palme, R., Tarhan, D., Bilgiç, B., ..., and Menchetti, L. 2023. Goat hair as a bioindicator of environmental contaminants and adrenal activation during vertical transhumance. Frontiers in Veterinary Science, 10, 1274081.

Anonim, 2018. Web Sitesi: https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/90.pdf, Erişim Tarihi: 24.10.2024.

Ataallahi, M., Ghassemi Nejad, J. and Park, K. H. 2022. Selection of appropriate biomatrices for studies of chronic stress in animals: a review. Journal of animal science and technology, 64(4), 621–639.

Ataallahi, M., Nejad, J. G., Song, J. I., Kim, J. S. and Park, K. H. 2020. Effects of feather processing methods on quantity of extracted corticosterone in broiler chickens. Journal of Animal Science and Technology, 62(6), 884.

Bacci, M. L., Nannoni, E., Govoni, N., Scorrano, F., Zannoni, A., Forni, M., ..., and Sardi, L. 2014. Hair cortisol determination in sows in two consecutive reproductive cycles. Reproductive Biology, 14(3), 218-223.

Baier, F., Grandin, T., Engle, T. and Edwards-Callaway, L. 2019. Evaluation of hair characteristics and animal age on the impact of hair cortisol concentration in feedlot steers. Frontiers in Veterinary Science, 6, 323.

Barbosa, J., Faria, J., Carvalho, F., Pedro, M., Queirós, O., Moreira, R. and Dinis-Oliveira, R. J. 2013. Hair as an alternative matrix in bioanalysis. Bioanalysis, 5(8), 895-914.

Barker, D.J.P., 1998. In utero programming of chronic disease. Clin. Sci. 95 (2), 115–128.

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. and Walker, S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67(1), 1–48.

Battini, M., Peric, T., Ajuda, I., Vieira, A., Grosso, L., Barbieri, S., ..., and Mattiello, S. 2015. Hair coat condition: A valid and reliable indicator for on-farm welfare assessment in adult dairy goats. Small Ruminant Research, 123(2-3), 197-203.

Beattie, U. K. and Romero, L. M. 2023. Long term stability of corticosterone in feathers. Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol., 283, 111472.

Berckmans, D. 2017. General introduction to precision livestock farming. Animal Frontiers. 7(1); 6-11.

Bertram, C. E. and Hanson, M. A. 2002. Prenatal programming of postnatal endocrine responses by glucocorticoids. Reproduction 124: 459–467.

Bertram, C. E., Trowers, A.R., Copin, N., Jackson, A. A. and Whorwood, C. B. 2001. The maternal diet during pregnancy programs altered expression of the GR and 11β-HSD2: potential molecular mechanism underlying the programming of hypertension in utero. Endocrinology 142: 2841–2853.

Blas, J. 2015. Stress in birds. In: Scanes, C.G. (Ed.), Sturkie's Avian Physiology, Sixth edition. Elsevier Inc., pp. 769–810.

Blokhuis, H. J., Hopster, H., Geverink, N.A., Korte, S. M. and van Reenen, C.G. 1998. Studies of stress in farm animals. Comparative Haematology International, 8, 94-101.

Bortolotti, G.R., Marchant, T.A., Blas, J., German, T. 2008. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. Functional Ecology, 22, 494-500.

Braun, U., Michel, N., Baumgartner, M. R., Hässig, M. and Binz, T. M. 2017. Cortisol concentration of regrown hair and hair from a previously unshorn area in dairy cows. Research in veterinary science, 114, 412-415.

Broom, D. M. and Johnson, K. G. 1993. Stress and animal welfare (Vol. 993). London: Chapman & hall.

Brown, R. W., Diaz, R., Robson, A. C., Kotelevtsev, Y., Mullins, J. J., Kaufman, M. H. and Seckl, J. R. 1996. The ontogeny of 11-hydroxysteroid dehydrogenase type 2 and mineralocorticoid receptor gene expression reveal intricate control of glucocorticoid action in development. Endocrinology 137:794–797.

Burnett, T. A., Madureira, A. M., Silper, B. F., Nadalin, A., Tahmasbi, A., Veira, D. M. and Cerri, R. L. 2014. Factors affecting hair cortisol concentrations in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 97(12), 7685-7690

Burnett, T. A., Madureira, A. M., Silper, B. F., Tahmasbi, A., Nadalin, A., Veira, D. M. and Cerri, R. L. 2015. Relationship of concentrations of cortisol in hair with health, biomarkers in blood, and reproductive status in dairy cows. Journal of Dairy Science, 98(7), 4414-4426

Campbell, E. A., Linton, E. A., Wolfe, C. D. A., Scraggs, P. R., Jones, M. T. and Lowry, P. J. 1987. Plasma corticotropin-releasing hormone concentrations during pregnancy and parturition. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 64(5), 1054-1059.

Carlitz, E. H., Miller, R., Kirschbaum, C., Gao, W., Hänni, D. C., van Schaik, C. P. 2016. Measuring hair cortisol concentrations to assess the effect of anthropogenic impacts on wild chimpanzees (Pan troglodytes). PLoS One, 11(4), e0151870.

Challis, J. R. G., Sloboda, D., Matthews, S. G., Holloway, A., Alfaidy, N., Patel, F. A., ... and Newnham, J. 2001. The fetal placental hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis, parturition and post natal health. Molecular and cellular endocrinology, 185(1-2), 135-144.

Cirimele, V., Kintz, P., Dumestre, V., Goulle, J. P. and Ludes, B. 2000. Identification of ten corticosteroids in human hair by liquid chromatography–ionspray mass spectrometry. Forensic science international, 107(1-3), 381-388.

Cobb, T., Hantzopoulou, G. C. and Narayan, E. 2023. Relationship between wool cortisol, wool quality indices of Australian Merino rams and climatic variables in Tasmania. Frontiers in Animal Science, 4, 1234343

Comin, A., A. Prandi, T. Peric, M. Corazzin, S. Dovier, and S. Bovolenta. 2011. Hair cortisol levels in dairy cows from winter housing to summer highland grazing. Livest. Sci. 138:69–73.)

Comin, A., M. C. Veronesi, M. Montillo, M. Faustini, S. Valentini, F. Cairoli, and A. Prandi. 2012. Hair cortisol levels as a retrospective marker of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity in horse foals. Vet. J. 194:131–132

Comin, A., T. Peric, M. Corazzin, M. C. Veronesi, T. Meloni, V. Zufferli, G. Cornacchia, and A. Prandi. 2013. Hair cortisol as a marker of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation in Friesian dairy cows clinically or physiologically compromised. Livest. Sci. 152:36–41

Connor, K. L., Challis, J. R., van Zijl, P., Rumball, C. W., Alix, S., Jaquiery, A. L., ..., and Bloomfield, F. H. 2009. Do alterations in placental 11β-hydroxysteroid dehydrogenase (11βHSD) activities explain differences in fetal hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) function following periconceptional undernutrition or twinning in sheep?. Reproductive Sciences, 16, 1201-1212

Cotticelli, A., Bifulco, G., Pividori, I., Matera, R., Verde, M. T., Santinello, M., ..., Peric, T. 2024. Assessing cortisol concentration in different matrices: predictive potential and relationship with production levels, lactation stage and parity in dairy buffaloes. Italian Journal of Animal Science, 23(1), 802-812

Davenport, M. D., Tiefenbacher, S., Lutz, C. K., Novak, M. A. and Meyer, J. S. 2006. Analysis of endogenous cortisol concentrations in the hair of rhesus macaques. Gen Comp Endocrinol, 147(3), 255-261.

del Rosario González-de-la-Vara, M. R., R., A. Valdez, V. Lemus Ramirez, J. C. Vázquez-Chagoyán, A., Villa-Godoy, and M. C. Romano. 2011. Effects of adrenocorticotropic hormone challenge and age on hair cortisol concentrations in dairy cattle. Can. J. Vet. Res. 75:216–221.

Dellal, G. 2013. Keçi yetiştirme. In: Hayvan Yetiştirme, Ertuğrul, M. (ed.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, 156-173, Eskişehir.

Dellal, G. 2021. Çiftlik Hayvanlarında Lif Üretimi. Matsa Basımevi, 1. Basım, 904 s., Ankara.

Dulude-de Broin, F., Cote, S. D., Whiteside, D. P. and Mastromonaco, G. F. 2019. Faecal metabolites and hair cortisol as biological markers of HPA-axis activity in the Rocky mountain goat. General and Comparative Endocrinology, 280, 147-157.)

Duthie, L. and Reynolds, R. M. 2013. Changes in the maternal hypothalamic-pituitary-adrenal axis in pregnancy and postpartum: influences on maternal and fetal outcomes. Neuroendocrinology, 98(2), 106-115.

Edwards, P. D. and Boonstra, R. 2018. Glucocorticoids and CBG during pregnancy in mammals: diversity, pattern, and function. General and Comparative Endocrinology, 259; 122–130.

Eijgelshoven, C. L. 2024. The influence of wool growth on wool cortisol in lactating ewes on dutch sheep farms. Master thesis. Utrecht University, Veterinary Medicine, 25, Netherlands.

Fischer-Tenhagen, C., Ladwig-Wiegard, M., Heuwieser, W. and Thöne-Reineke, C. 2018. Is hair cortisol a potential indicator for stress caused by chronic lameness in dairy cows?. Journal of Dairy Science, 101(6), 5439-5443

Fox, D., Wilson, B. and Narayan, E. 2024. Non-invasive wool hormone assessment of Australian merino rams (Ovis aries): a pilot investigation of cortisol and testosterone. Frontiers in Veterinary Science, 11, 1448232

Fushuku, H. and Matsunaga, N. 2024. Investigation of corticosteroid levels in the hairs of female Holstein calves. Animal Science Journal, 95(1), e70016

Fürtbauer, I., Solman, C. and Fry, A. 2019. Sheep wool cortisol as a retrospective measure of long-term HPA axis activity and its links to body mass. Domestic Animal Endocrinology, 68, 39-46.

Gao, W., Xie, Q., Jin, J., Qiao, T., Wang, H., Chen, L., ..., and Lu, Z. 2010. HPLC-FLU detection of cortisol distribution in human hair. Clinical biochemistry, 43(7-8), 677-682.

Ghassemi Nejad, J., Lee, B. H., Kim, J. Y., Kim, B. W., Chemere, B., Park, K. H. and Sung, K. I. 2019. Comparing hair cortisol concentrations from various body sites and serum cortisol in Holstein lactating cows and heifers during thermal comfort zone. Journal of Veterinary Behavior, 30; 92-95.

Ghassemi Nejad, J., Lohakare, J. D., Son, J. K., Kwon, E. G., West, J. W. and Sung, K. I. 2014. Wool cortisol is a better indicator of stress than blood cortisol in ewes exposed to heat stress and water restriction. Animal, 8(1), 128-132.

Ghassemi Nejad, J., Park, K.H., Forghani, F., Lee, H.G., Lee, J.S. and Sung, K.I. 2020. Measuring hair and blood cortisol in sheep and dairy cattle using RIA and ELISA assay: a comparison. Biological Rhythm Research, 51(6); 887-897.

Gitau, R., Cameron, A., Fisk, N. M. and Glover, V. 1998. Fetal exposure to maternal cortisol. Lancet, 352(9129), 707-708.

Glynn, L. M., Davis, E. P. and Sandman, C. A. 2013. New insights into the role of perinatal HPA-axis dysregulation in postpartum depression. Neuropeptides, 47(6), 363-370.

Greff, M. J. E., Levine, J. M., Abuzgaia, A. M., Elzagallaai, A. A., Rieder, M. J. and van Uum, S. H. M. 2019. Hair cortisol analysis: An update on methodological considerations and clinical applications. Clin Biochem, 63, 1-9.

Guyton, A. C. and Hall, J. E. Tıbbi Fizyoloji. Güneş Tıp Kitabevleri, 2017.

Güven, F. M. 2024. Sütçü keçilerin gebelik dönemi kortizol konsantrasyonlarının farklı biyobelirteçler kullanılarak belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Hantzopoulou, G. C., Sawyer, G., Tilbrook, A. and Narayan, E. 2022. Intra-and inter-sample variation in wool cortisol concentrations of Australian merino lambs between twice or single shorn ewes. Frontiers in Animal Science, 3, 890914.

Harkey, M. R. 1993. Anatomy and physiology of hair. Forensic science international, 63(1-3), 9-18.

Hayashi, H., Arai, C., Ikeuchi, Y., Yamanaka, M. and Hirayama, T. 2021. Effect of growth and parturition on hair cortisol in Holstein cattle. Animal Science Journal, 92(1); e13518.

Heimbürge, S., Kanitz, E. and Otten, W. 2019. The use of hair cortisol for the assessment of stress in animals. Gen Comp Endocrinol, 270, 10-17.

Heimbürge, S., Kanitz, E., Tuchscherer, A. and Otten, W. 2020. Within a hair's breadth–Factors influencing hair cortisol levels in pigs and cattle. General and Comparative Endocrinology, 288, 113359.

Irwin, J. L., Meyering, A. L., Peterson, G., Glynn, L. M., Sandman, C. A., Hicks, L. M. and Davis, E. P. 2021. Maternal prenatal cortisol programs the infant hypothalamic–pituitary–adrenal axis. Psychoneuroendocrinology, 125, 105106.

Isaac, A., Ibrahim, Y., Andrew, A., Edward D. and Solomon, A. 2017. The Cortisol Steroid Levels as a Determinant of Health Status in Animals. Journal of Proteomics & Bioinformatics, 10(11), 277-283.

Ito, N., Ito, T., Kromminga, A., Bettermann, A., Takigawa, M., Kees, F., Straub, R. H. and Paus, R. 2005. Human hair follicles display a functional equivalent of the hypothalamic□pituitary□adrenal (HPA) axis and synthesize cortisol. The FASEB journal, 19(10), 1332-1334.

Jacobson, L. and Sapolsky, R. 1991. The role of the hippocampus in feedback regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis. Endocrine reviews, 12(2), 118-134.

Kammerer, M., Taylor, A. and Glover, V. 2006. The HPA axis and perinatal depression: a hypothesis. Archives of women's mental health, 9, 187-196.

Kanitz, E., Otten, W., Tuchscherer, M., Gräbner, M., Brüssow, K. P., Rehfeldt, C. and Metges, C. C. 2012. High and low protein: carbohydrate dietary ratios during gestation alter maternal-fetal cortisol regulation in pigs. PLoS One, 7(12), e52748.

Kapoor, A., Schultz-Darken, N. and Ziegler, T. E. 2018. Radiolabel validation of cortisol in the hair of rhesus monkeys. Psychoneuroendocrinology, 97, 190-195.

Kirschbaum, C., Tietze, A., Skoluda, N. and Dettenborn, L. 2009. Hair as a retrospective calendar of cortisol production—increased cortisol incorporation into hair in the third trimester of pregnancy. Psychoneuroendocrinology, 34(1), 32-37.

Kolarsick, P. A., Kolarsick, M. A. and Goodwin, C. 2011. Anatomy and physiology of the skin. Journal of the Dermatology Nurses' Association, 3(4), 203-213.

Manalu, W., Sumaryadi, M.Y. and Kusumorini, N. 1997. Maternal serum concentrations of total triiodothyronine, tetraidothyronine and cortisol in different status of pregnancy during late pregnancy in Ettewah-Cross does. AJAS, 10(4), 385-390.

Manenschijn, L., Koper, J. W., Lamberts, S. W. and van Rossum, E. F. 2011. Evaluation of a method to measure long term cortisol levels. Steroids, 76(10-11), 1032-1036.

Manuel, E. E., Bradbery, A. N., McCoski, S. R., Marques, R. S., Roeder, B. L. and Posbergh, C. J. 2024. Variation in Wool Cortisol, Progesterone, and Testosterone in Targhee Ewes Across Physiological States and Varying Production Levels1, 2. Sheep & Goat Research Journal, 39, 7-11.

Meyer, J. S. and Novak, M. A. 2012. Minireview: Hair cortisol: a novel biomarker of hypothalamic-pituitary-adrenocortical activity. Endocrinology, 153(9), 4120-4127.

Moberg, G. P. 2000. Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare, In:The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare. Moberg, G. P., Mench, J. A. (Eds). CABI Publishing, 1-21, USA.

Mormède, P., Andanson, S., Aupérin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., ..., and Veissier, I. 2007. Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. Physiology & behavior, 92(3), 317-339.

Mousseau, T. A. and Fox, C. W. 1998. The adaptive significance of maternal effects. Trends in ecology & evolution, 13(10), 403-407.

Murphy, V. E. and Clifton, V. L. 2003. Alterations in human placental 11β-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 and 2 with gestational age and labour. Placenta, 24(7), 739-744.

Norton, T. 2017. Precision Livestock Farming. Use of technologies to optimize animal production. Livestock Forum: Feed the Future Livestock Performance. 27 April 2017, Barcelona.

Oster, H., Challet, E., Ott, V., Arvat, E., de Kloet, E. R., Dijk, D. J., Lightman, S., Vgontzas, A. and Van Cauter, E. 2017. The Functional and Clinical Significance of the 24-Hour Rhythm of Circulating Glucocorticoids. Endocr Rev, 38(1), 3-45.

Otten, W., Heimbürge, S., Tuchscherer, A. and Kanitz, E. 2023. Hair cortisol concentration in postpartum dairy cows and its association with parameters of milk production. Domestic Animal Endocrinology, 84, 106792.

Pehlivan, E. ve Dellal, G. 2014. Memeli çiftlik hayvanlarında stres, fizyoloji ve üretim ilişkileri. Hayvansal Üretim, 55(1), 25-34.

Peric, T., Comin, A., Corazzin, M., Montillo, M., Cappa, A., Campanile, G. and Prandi, A. 2013. Hair cortisol concentrations in Holstein-Friesian and crossbreed F1 heifers. Journal of Dairy Science, 96(5), 3023-3027.

Peters, E. M. J., Müller, Y., Snaga, W., Fliege, H., Reißhauer, A., Schmidt-Rose, T., Max, H., Schweiger, D., Rose, M. and Kruse, J. 2017. Hair and stress: A pilot study of hair and cytokine balance alteration in healthy young women under major exam stress. PLOS ONE, 12(4), e0175904.

Pragst, F. and Balikova, M. A. 2006. State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. Clinica chimica acta, 370(1-2), 17-49.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/.

Rakers, F., Rupprecht, S., Dreiling, M., Bergmeier, C., Witte, O. W. and Schwab, M. 2020. Transfer of maternal psychosocial stress to the fetus. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 117, 185-197.

Raul, J. S., Cirimele, V., Ludes, B. and Kintz, P. 2004. Detection of phy.siological concentrations of cortisol and cortisone in human hair. Clinical biochemistry, 37(12), 1105-1111.

Romero, L. M. and Fairhurst, G. D. 2016. Measuring corticosterone in feathers: Strengths, limitations, and suggestions for the future. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, 202, 112-122.

Russell, E., Koren, G., Rieder, M. and Van Uum, S. 2012. Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: current status, future directions and unanswered questions. Psychoneuroendocrinology, 37(5), 589-601.

Sano, M., Togashi, A., Tanaka, T. and Endo, N. 2023. Evaluation of prepartum and postpartum stress by measuring hair cortisol concentrations of Holstein dairy cows and their calves and its relationship to calving conditions and health status. Journal of Veterinary Medical Science, 85(4), 479-485.

Sawyer, G., Webster, D. and Narayan, E. 2019. Measuring wool cortisol and progesterone levels in breeding maiden Australian merino sheep (Ovis aries). PLoS One, 14(4), e0214734.

Scharf, S. H. and Schmidt, M. V. 2012. Animal models of stress vulnerability and resilience in translational research. Current psychiatry reports, 14, 159-165.

Seth, S., Lewis, A. J. and Galbally, M. 2016. Perinatal maternal depression and cortisol function in pregnancy and the postpartum period: a systematic literature review. BMC pregnancy and childbirth, 16, 1-19.

Shelton, M. 1993. Angora Goat and Mohair Production. Anchor Publishing Company, 1. Basım, 113p., Texas.

Sheriff, M. J., Bell, A., Boonstra, R., Dantzer, B., Lavergne, S.G., McGhee, K.E., MacLeod, K.J., Winandy, L., Zimmer, C. and Love, O.P. 2017. Integrating ecological and evolutionary context in the study of maternal stress. Integrative and Comparative Biology 57: 437–449.

St-Pierre N. R., Cobanov, B. and Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. J Dairy Sci. 86:E52–77.

Strong, R. J., Pereira, M. G., Shore, R. F., Henrys, P. A. and Pottinger, T. G. 2015. Feather corticosterone content in predatory birds in relation to body condition and hepatic metal concentration. Gen Comp Endocrinol, 214, 47-55.

Stubsjøen, S. M., Bohlin, J., Dahl, E., Knappe-Poindecker, M., Fjeldaas, T., Lepschy, M., ..., and Ropstad, E. 2015. Assessment of chronic stress in sheep (part I): The use of cortisol and cortisone in hair as non-invasive biological markers. Small Ruminant Research, 132, 25-31.

Sze, Y. and Brunton, P. J. 2024. How is prenatal stress transmitted from the mother to the fetus?. Journal of Experimental Biology, 227(Suppl_1).

Thompson L.A. and Trevathan, W. R. 2008. Cortisol reactivity, maternal sensitivity, and learning in 3-month-old infants. Infant Behav Dev., 1(1):92–106.

Thomson, S., Koren, G., Fraser, L. A., Rieder, M., Friedman, T. C. and Van Uum, S. H. M. 2010. Hair analysis provides a historical record of cortisol levels in Cushing's syndrome. Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes, 118(02), 133-138.

Weaver, S. J., Hynd, P. I., Ralph, C. R., Hocking Edwards, J. E., Burnard, C. L., Narayan, E. and Tilbrook, A. J. 2021. Chronic elevation of plasma cortisol causes differential expression of predominating glucocorticoid in plasma, saliva, fecal, and wool matrices in sheep. Domestic Animal Endocrinology, 74, 106503.

Webb, E., Thomson, S., Nelson, A., White, C., Koren, G., Rieder, M. and Van Uum, S. 2010. Assessing individual systemic stress through cortisol analysis of archaeological hair. Journal of Archaeological Science, 37(4), 807-812.

Wickham, H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, https://ggplot2.tidyverse.org.

Yılmaz, B. 1999. Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi. Feryal matbaacılık, 588, Ankara.

Zeinstra, E. C., Vernooij, J. C., Bentvelzen, M., Van Der Staay, F. J. and Nordquist, R. E. 2023. Wool cortisol as putative retrospective indicator of stress in ewes during the third trimester of pregnancy, and their newborns: effects of parity and litter size—an exploratory study. Frontiers in Animal Science, 4, 1056726.

Zoratti, A., Corazzin, M., Bodas, R., Domínguez, E., Geß, A., Prandi, A. and Peric, T. 2023. Wool cortisol concentrations trends in the lamb from birth to slaughter. Small Ruminant Research, 224, 106988.