

**T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DOĞUM VE JİNEKOLOJİ (VETERİNER)
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**YALANCI GEBE TAVŞANLARDA İNFRARED
TERMOGRAFI BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hande KUL
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Güneş ERDOĞAN**

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından VTF-19013 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2021

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamla ilgili olarak, konunun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Güneş ERDOĞAN başta olmak üzere; Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Hayrettin ÇETİN, Prof. Dr. Bayazıt MUSAL, Prof. Dr. Hakkı Bülent BECERİKLİSOY ve Dr. Öğr. Üyesi Bilginer TUNA; araştırma görevlileri Dr. Eyyüp Hakan UÇAR ve Dr. Cevdet PEKER'e teşekkür ediyorum.

İstatistik analizler konusunda Dr. Öğr. Mehmet KAYA ve hormon ölçümleri sırasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Uğur PARIN başta olmak üzere, klinik uygulamalarda bana yardımcı olan mesai arkadaşlarım Öğr. Gör. Özge BARDAKÇI YILMAZ, Veteriner Hekim Oğuz VAROĞLU, Veteriner Hekim Güney TUZLALIOĞLU, Veteriner Hekim Elif Öykü KILIÇ ve Veteriner Hekim Zahide DEDEOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Son olarak, eğitimim süresince maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, hep yanımda ve yardımcı olan sevgili anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Tavşanların Reprodüktif Özellikleri.....	2
2.2. Ovulasyon, Yalancı Gebelik, Gebelik ve Doğum	3
2.3. Termografik Muayene Prensibi ve Uygulama Alanları	4
2.3.1. Termografinin Veteriner Hekimlikteki Genel Endikasyonları.....	5
2.3.2. Termografinin Veteriner Reprodüksiyon Alanındaki Endikasyonları	8
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	10
3.1. Gereç.....	10
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Çalışma Grupların Oluşturulması ve Yalancı Gebelik İndüksiyonu	10
3.2.2 Termal Görüntü Örneklerinin Alınması	13
3.2.3. Serum Progesteron Ölçümleri	15
3.4. İstatistiksel Analizler	17
4. BULGULAR	18
4.1. Klinik Bulgular.....	18
4.2. Infrared Termal Kamera Ölçüm Sonuçları.....	18
4.3. Rektal Sıcaklık Ölçüm Sonuçları	18
5. TARTIŞMA.....	25
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR.....	30

EKLER	40
Ek 1 (ADÜ-HADYEK)	40
BİLİMSEL ETİK BEYANI	42
ÖZ GEÇMİŞ.....	43



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrat
μ	: Mikro
μl	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre
CL	: Korpus luteum
cm²	: Santimetrekare
Dk	: Dakika
ELISA	: Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay
FSH	: Folikül uyaran hormon
GnRH	: Gonadotropin salgılatıcı hormon
HCG	: İnsan koryonik gonadotropini
IR	: İnfrared
L	: Litre
LH	: Lüteinleştirici hormon
LW	: Uzun dalga
LWIR	: Uzak infrared
M	: Metre
m²	: Metrekare
MHz	: Megahertz
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MWIR	: Orta infrared
Ng	: Nanogram
Nm	: Dalga boyu
P4	: Progesteron
PGF-2α	: Prostaglandin F2 alfa

Pmol	: Pikomol
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SW	: Kısa dalga
SWIR	: Yakın infrared
VLWIR	: En uç infrared



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çalışma gruplarına ait ortalama göz sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	19
Şekil 2. Çalışma gruplarına ait burun sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	20
Şekil 3. Çalışma gruplarına ait vulva sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	21
Şekil 4. Çalışma gruplarına ait rektal sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	22
Şekil 5. Kontrol ve yalancı gebe gruplarına ait ortalama progesteron değerleri (pmol/L)	23



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Çalışmada kullanılan bireysel tel örgü kafesler.....	13
Resim 2. Göz odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği	14
Resim 3. Burun odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği.....	14
Resim 4. Vulva odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği	15
Resim 5. ELISA ölçüm kiti.....	17



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışma Protokolü (her bir çalışma günü için ayrı ayrı hazırlanmıştır).....	11
Tablo 2. Çalışma gruplarına ait göz sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$).....	19
Tablo 3. Çalışma gruplarına ait burun sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$).....	20
Tablo 4. Çalışma gruplarına ait vulva sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	21
Tablo 5. Çalışma gruplarına ait rektal sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$)	22
Tablo 6. Çalışma gruplarına ait serum progesteron değerleri (pmol/L)	23
Tablo 7. Tüm tavşanlar için sıcaklık değerleri ile serum progesteron korelasyon düzeyleri ..	24



ÖZET

YALANCI GEBE TAVŞANLARDA İNFRARED TERMOGRAFI BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kul H. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doğum ve Jinekoloji (Veteriner) Programı Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2021.

Amaç: Yalancı gebe tavşanlarda termografik incelemelerin tanıdaki etkinliği, bu görüntülerin yalancı gebelik sürecindeki değişimi ve serum progesteron düzeyi ile olan ilişkisi incelendi.

Gereç ve Yöntem: Yeni Zelanda ırkı, 14 adet sağlıklı dişi tavşan iki adet çalışma grubuna ayrıldı. Birinci çalışma grubuna çalışmanın 0. gününde (Grup 1, n=7) GnRH enjeksiyonu (0,2 ml Buserelin asetat, im) ile yalancı gebelik indüksiyonu yapıldı. İkinci gruba ise (Grup 2, n=7) plasebo (0,2 ml %0,9 NaCl, im) verildi. Tüm tavşanlardan 0-5-10 ve 15 günlerde rektal sıcaklık alındı, göz, burun ucu ve vulvar termografi uygulandı, Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) yöntemi ile serum progesteron (P4) değerleri ölçüldü.

Bulgular: Yalancı gebe grubunda göz, burun ve vulvar bölge sıcaklığı 10. günde daha yüksekti ($p<0,05$). Zamana bağlı göz, burun, vulva ve rektal sıcaklık değişimi yalancı gebe grubunda görülürken ($p<0,05$) kontrol grubunda gözlenmedi ($p>0,05$). Rektal sıcaklık artışı ise yalancı gebe grubundaki sadece 15. günde idi ($p<0,001$). Grup 1’de serum P4 değeri 0. günde yüksekti ($p<0,05$) ancak her iki grupta zaman içinde değişim görülmedi ($p>0,05$). Serum P4 değeri ile termografik ve rektal ölçümler arasında düşük negatif korelasyon (-0,04), burun sıcaklığı ile rektal sıcaklık en yüksek korelasyon gözlemlendi (0,28).

Sonuç: Tavşanlarda termografi uygulamaları noninvaziv, ve hızlı şekilde vücut sıcaklığının izleminde yararlı olup, yalancı gebeliğin 10. gününde göz, burun ve vulvadaki sıcaklık artışını belirleyebilir.

Anahtar kelimeler: Progesteron, Tavşan, Termografi, Yalancı gebelik

ABSTRACT

EVALUATION OF INFRARED THERMOGRAPHY FINDINGS IN PSEUDOPREGNANT RABBIT

Kul H. Aydin Adnan Menderes University, Institute of Health Sciences, Obstetrics and Gynecology (Veterinary) Master Thesis, Aydin, 2021.

Objective: The effectiveness of thermographic examinations in the diagnosis of pseudopregnant rabbits, the change of these images in the pseudopregnancy process and its relationship with serum progesterone level were investigated.

Materials and Methods: 14 healthy female rabbits of New Zealand breed were divided into two study groups. Pseudopregnancy induction was performed in the first study group with GnRH injection (0.2 ml Buserelin acetate, intramuscularly) on the 0th day of the study (Group 1, n=7). The second group (Group 2, n=7) was given placebo (0.2 ml 0.9% NaCl, intramuscularly). Rectal temperature was taken from all rabbits on days 0-5-10 and 15, eye, nasal tip and vulvar thermography were applied, and serum progesterone (P4) values were measured by Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method.

Results: In the pseudopregnant group, the temperature of the eyes, nose and vulvar region was higher on the 10th day ($p<0.05$). While time-dependent eye, nose, vulva and rectal temperature changes were observed in the pseudopregnant group ($p<0.05$), it was not observed in the control group ($p>0.05$). The increase in rectal temperature was only on the 15th day in the pseudopregnant group ($p<0.001$). Serum P4 value was high on day 0 in Group 1 ($p<0.05$), but no change was observed in both groups over time ($p>0.05$). Low negative correlation (-0.04) was observed between serum P4 value and thermographic and rectal measurements, and the highest correlation was observed between nasal temperature and rectal temperature (0.28).

Conclusion: Thermography applications in rabbits are useful in noninvasive and rapid body temperature monitoring and can determine the temperature increase in the eyes, nose and vulva on the 10th day of pseudopregnancy.

Keywords: Progesterone, Pseudopregnancy, Rabbit, Thermography



1. GİRİŞ

Termografi canlı metabolizmasında çevresel ve fizyolojik etmenlere bağlı oluşan sıcaklık değişimlerinin tanısında kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Veteriner reproduksiyonda termografinin kullanım alanları arasında östrus zamanının belirlenmesi, ideal tohumlama zamanının tespiti, meme sağlığının denetlenmesi, ağrı / stres yanıtın ve çeşitli hastalıkların tanısı bulunmaktadır. Hayvanla direk temas kurulmaması nedeniyle muayene sırasında stres oluşturmaz, bu nedenle hayvanat bahçelerinde ve vahşi hayvanların muayenelerinde tercih edilmektedir. Vücut sıcaklığındaki artış sadece patolojik olgularda değil, progesteronun hipertermik etkisine bağlı olarak gebe hayvanlarda da gözlemlenebilir. Yaban hayvanlarında çeşitli reproduktif amaçlı ölçümlerde alınan yüz güldürücü sonuçlar termografinin evcil türlerde de kullanımını desteklemektedir. Bu çalışmaların büyük bir kısmını östrus tespiti oluşturmaktadır. Sunulan tez çalışmasının materyali olan tavşanlar mizaçları gereği çevresel stres unsurlarına hızla reaksiyon gösterir ve bu durum yetiştirmede bazı zorluklara yol açabilir. Gebe ve laktasyondaki tavşanlarda sıcak stresinin izlemine yönelik uygulamalar geçmişte denenmiştir.

Teknolojik gelişime paralel olarak, görüntüleme sistemlerinde daha hassas, ucuz ve pratik kullanıma uygun cihazların sayısı giderek artmaktadır. Sunulan tez çalışmasında tavşanlarda yalancı gebelik sürecinde infrared termografinin kullanılabilirliği araştırılmış ve farklı vücut bölgelerinden yapılan infrared termografik ölçümlerin tanıdaki etkinliği araştırılmıştır. Elde edilen verilerin yabani türler, laboratuvar, çiftlik ve pet hayvanları gibi farklı gruplarda yalancı gebeliğin klinik izleminde alternatif bir uygulama olup olamayacağı araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tavşanların Reprodüktif Özellikleri

Tavşanlar doğal yaşamda pek çok farklı yabani ırka sahip olmakla birlikte uzun yıllardır bilimsel araştırmalarda deney hayvanı olarak yetiştirilmektedir. Günümüzde ise veteriner kliniklerinde pet hayvanı olarak da karşımıza çıkmaktadır. Yabani tavşanlar gün uzunluğu, çevresel ısı, beslenme ve sosyal faktörlere bağlı olarak mevsime bağlı üreme davranışları gösterir iken (Bell, 1999; Bell ve Webb, 1991), laboratuvar ortamındaki tavşanların üreme davranışları ise daha stabil seyreder. Anatomik açıdan incelendiğinde iki ovaryum, iki kornu uteri ve iki serviks uteri (uterus duplex) bulunur. Her iki kornu uteri birbirinden bağımsız olarak korpus uteri olmaksızın vajinaya açılır. (Alaçam, 1997; Bekyürek, 1998; Colby, 1986). Dişiler ortalama 5-7 aylık iken pubertasa girerler, ancak ırk büyüklüğü ve mevsime bağlı olarak bu durum 9-12 aya kadar gecikebilir. Küçük ırk tavşanlar daha erken pubertasa ulaşmaktadır (Myers ve diğerleri, 1994). Düzenli bir seksüel sıklusa sahip olmayan bu türde ilkbahar ve erken yaz döneminde seksüel aktivite daha belirgindir (Bell, 1999).

Endokrinolojik açıdan incelendiğinde pubertas ile anterior hipofizden salgılanan FSH etkisi ile ovaryumlarda foliküller dalgalar başlar ve serum östrojen düzeyi yükselir. Foliküller dalgalar içinde farklı gelişim aşamalarındaki foliküller görülebilir. Olgunlaşan foliküllerden 12-14 gün süreyle östrojen salgılanır. Bu süreçte ovulasyon şekillenmemiş ise foliküller dejenere olur ve östrojen seviyesi azalır. Yaklaşık 4 gün sonra yeni bir dalga başlar ve östrojen düzeyi yükselişe geçer. Buna göre tavşanların 16-18 günlük bir sıklusa sahip olduğu, 12-14 günlük çiftleşmeyi kabul ve 4 günlük çiftleşmeyi redd ettikleri söylenebilir (McNitt ve diğerleri, 2013). Genel olarak, dişinin erkeği kabul ettiği dönem östrüs, reddettiği dönem ise diöstrüs olarak kabul edilir (Alaçam, 1997; Bekyürek, 1998). Ancak bazı tavşanlarda östrusta olsa da çiftleşmeyi reddettiği görülebilir. Erkek varlığı, rasyon, ışık ve sıcaklık gibi çevresel faktörler ve diğer bireysel farklılıklar bu fazlar üzerinde etkilidir (Lebas ve diğerleri, 1997; McNitt ve diğerleri, 2013). Tavşanlarda östrus tespitinde en güvenilir yöntem vulvadaki renk değişikliklerinin izlenmesidir. Mor renkli ve ödemli vulva görüntüsü östrusun tipik belirtisidir (Bekyürek, 2010). Östrusta olduğu tespit edilen dişiler sabahın ilk saatlerinde ya da akşamın geç saatlerinde erkeğin bulunduğu kafese bırakılır. Çiftleşme sonrası vulvadan “vaginal tıkaç” olarak adlandırılan şeffaf ve yoğun kıvamdaki akıntının görülmesi çiftleşmenin başarılı

olduğunu göstermektedir (Bekyürek, 2010). İdeal çiftleştirilme yaşı için dişilerin ergin canlı ağırlıklarının yaklaşık %75-80'ine ulaştığı zamandır (Bennett, 2001). Dişi tavşanlarda 1-3 yaş en yüksek oranda yavru veriminin olduğu dönemdir ve damızlık üretim için aktif olarak 5 yıl kullanılabilirler (Bell, 1999).

2.2. Ovulasyon, Yalancı Gebelik, Gebelik ve Doğum

Ovulasyon provake özellik taşır ve LH salınımı çiftleşme sonucu nörohumoral yolla uyarılır. Ovulasyon penisin anteryor vajina duvarına yaptığı baskı sonucu gerçekleşebildiği gibi erkeğin çiftleşme sırasında sırtta yaptığı bası sonucu da gerçekleşebilmektedir (Dal Bosco ve diğerleri, 2011; Harris ve Kesel, 1990). Çiftleşmeyi izleyen 1-2 saat içerisinde serum LH düzeyi pik seviyeye ulaşır ve 8-10. saatlerde ovulasyonlar gerçekleşir. Her bir ovulasyonda ortalama 6-10 oosit ovidukta ulaşır (Bekyürek, 1999; McNitt ve diğerleri, 1996). Bununla birlikte iyi bakım ve beslenme şartları altında spontan ovulasyonlar da görülebilir (Bekyürek, 2010). Steril erkekler ya da diğer dişilerin uyarımları, birbiri üzerine atlama hareketleri veya taşıma stresi sonucu da ovulasyonlar uyarılabilir (Carter ve diğerleri, 2016; Donnelly, 2013). Bununla birlikte fertil çiftleştirmeler sonucunda da 15-18 gün süren yalancı gebeliklere rastlanabilir (Bekyürek, 1999; Bennet, 2001; Donnelly, 2013; McNitt ve diğerleri, 1996; Ptaszynska, 2001).

Grup halinde barındırılan ve hiyerarşik düzenin olduğu tavşanlarda %23 oranında yalancı gebelik gözlenmiştir (Rommers ve diğerleri, 2006). Gruptan ayrılarak tekli kafes sistemine geçilmesiyle pasif kalan tavşanlar da yalancı gebelik geçirebilir (Carter ve diğerleri, 2016). Araştırmacılar ovulasyon ve korpus luteum (CL) fizyolojisinin incelenmesi amacıyla vajinanın mekanik yolla uyarımı, vazektomize erkekle çiftleştirilmesi ya da GnRH, LH, HCG enjeksiyonları ile ovulasyonun indüksiyonunu sağlamışlardır (Colby, 1986; Yavru ve Yavru, 1996; Zavos ve diğerleri, 1998). Yalancı gebelikte oluşan CL 10-12 gün varlığını sürdürerek (Donnelly, 2013) östrojen, P4 ve prolaktin hormonlarının etkisi ile gebelik davranışları ve doğum için yuva hazırlığı gibi dış beldeklere neden olur (Donnelly, 2013). Gebe olan ve yalancı gebelerde luteal regresyon başlayana kadar serum progesteron düzeylerinde farklılık görülmemiştir (Bekyürek, 1999; Browning ve diğerleri, 1980; Ptaszynska, 2001). Klinik olarak yalancı gebelik boyunca serum P4 düzeyinin üst sınırı 30 ng/ml civarındadır. Korpus luteumun regresyonu ile birlikte ise P4 hızla düşer ve 0,6 ng/ml'nin altına iner (Maranesi ve

diğerleri, 2018; Michael Orstead ve diğerleri, 1988). Gözlenen davranış değişimleri de luteal regresyonla birlikte ortadan kalkar (Donnelly, 2013).

Fertil bir çiftleşme gerçekleşmiş ise oviduktun ampulla kısmına göç eden spermatozoitler ovumlar ile karşılaştıktan sonraki 4-8 saat içinde döllenmeyi gerçekleştirir (Szendrő ve diğerleri, 2012). Fertilizasyon sonrası serum östrojen seviyesi azalırken, bazal seviyede bulunan P4 konsantrasyonu (<2 ng/mL) artmaya başlar (Geyer ve diğerleri, 2016). İmplantasyon, çiftleşmeyi izleyen 7-8. günlerde şekillenir ve gebeliğin devamı için gerekli olan P4 hormonu gebelik boyunca korpus luteum'dan salgılanır (Bekyürek, 2010). Gebelik tanısı çiftleşme sonrası 9. günde ultrasonografi, 12-14. günlerde abdominal palpasyon ya da 17-18. günlerdeki serum progesteron konsantrasyonunun ölçümü ile yapılabilir (Ypsilanti ve Saratsis, 1999). Gebelik 28-34 gün ortalama 31 gün sürer (Bell, 1999). Doğumdan 2-3 gün önce anne karın altı tüylerini yolar ve yuva hazırlar. Bu davranış östrojen/P4 oranı ve prolaktin artışı sonucudur. Doğumlar genellikle gece ve sabah erken saatlerde gerçekleşir. Yavrunun çıkışından hemen sonra ilgili fetal zar atılır ve genellikle anne tarafından yenilir. Kanibalizm sık karşılaşılan bir durumdur. Gürültü, çevre şartlarının uyumsuzluğu, yavruların güçsüz ve zayıf olması sonucu anne yavruları yiyebilir (Bekyürek, 2010). Yenidoğan yavrular tüysüz, kör ve sağırdır (Batchelor, 1999). Gözler ve kulaklar 10-11. günde açılır (Kersten ve diğerleri, 1989). Laktasyon süresi ise 5-8 hafta arasında değişir. Laktasyon boyunca süt miktarı 21. güne kadar artar, sonrasında azalmaya başlar. Yavruların sütten kesilme zamanı ticari işletmeler için 4 hafta, laboratuvar yetiştiriciliğinde ise 6-8 hafta arasındadır. Gruplandırılan tavşanların bulunduğu kafeslerde ortalama 16°C sıcaklık ve minimum % 45 nispi nem idealdir (Lidfors ve Edström, 2010).

2.3. Termografik Muayene Prensibi ve Uygulama Alanları

Termografi 19. yüzyıl başlarında astronom Sir William Herschel tarafından farklı cisim ve renklerin ısısını ölçebilen hazneli bir termometre ile yaptığı deneyler ile başlamıştır. Herschel, prizmadan gün ışığını geçirerek gökkuşağı renklerini elde etmiş ve bu renkleri bir termometreye yansıttığında farklı renklerin farklı ısılarla sahip olduğunu keşfetmiştir. Mordan kırmızıya kadar değişen renkler içerisinde en yüksek sıcaklığı kırmızı ışıktaki elde etmiştir. Çıplak gözle görülemeyen ancak radyasyona yol açan bu ısı değişimi klorofik ışınların yayılmasına neden olur. Günümüzde bu ışınlar infrared (IR-kızılötesi) olarak adlandırılmaktadır. Herschel'in ölümünden sonra oğlu John Herschel evaporograph tekniği ile

güneş ışığından ilk termal görüntüyü elde etmiş ve bu görüntüleme sistemleri 1940'lı yıllarda ve sonrasında geliştirilerek endüstri ve tıp alanında kullanılmaya başlanmış ve gelişmiş ülkelerde termal görüntüleme sistemleri yaygınlaşmıştır (Ring, 2004).

İnfrared ışığın dalga boyu 0,75-1000 μm (mikrometre) arasında değişmekte olup, infrared ışınlar ışık spektrumunun görünmeyen kısmını oluşturur. Tam olarak 0,7-1000 μm arasında olan IR spektrum bandı aşağıdaki alt bantlara bölünmüştür. Yakın infrared (SWIR): 0,7-3 μm , orta infrared (MWIR): 3-6 μm , uzak infrared (LWIR): 6-15 μm , en uç infrared (VLWIR): 15-1000 μm . infrared cihazlar ise kısa dalga (Short wave (SW)): penceresi 3-6 μm , uzun dalga (Long wave (LW)): penceresi 6-15 μm , aralığında ölçüm yaparlar (Rogalski ve Chrzanowski, 2002). Bir cismin elektromanyetik spektrumunun IR bandında yaymakta olduğu termal enerjinin ekrana yansıtılarak resmedilmesine infrared görüntüleme tekniği denir. İnfrared görüntülemelerde kamera, bir seri değiştirilebilir optik cihazlar ve bir bilgisayar sistemi yer alır. Kameranın en önemli kısmı cisimlerden yayılan infrared ışınları toplayıp absorbe eden ve elektrik sinyallerine dönüştüren infrared dedektördür (Meola ve Carlomango, 2004). Termal görüntülemelerde ölçülen değer ısı enerjisi olduğundan termal kameralar ışık miktarı ve yoğunluğundan etkilenmez (Eddy ve diğerleri, 2001; Marr, 1992). Hedef cismin yaklaşık 2,5-5 mm kalınlığındaki yüzeyinden salınan ışınlar gözle görülemez (Trum ve diğerleri, 1996). Cismin 1 μ dalga boyu aralıklarında yaydığı ışının spektral dağılımı, maksimum değeri, cismin 1 cm^2 yüzeyinden yayılan toplam enerji ve cismin sahip olduğu enerjinin ne kadarını ışıma yaptığı başlıca parametrelerdendir (Hurnik ve diğerleri, 1984). Bir cismin yaydığı termal enerji esas olarak o cismin yüzey sıcaklığı ile orantılı olduğundan infrared termografi iki boyutlu sıcaklık ölçümü olarak da tanımlanabilir (Rogalski ve Chrzanowski, 2002).

2.3.1. Termografinin Veteriner Hekimlikteki Genel Endikasyonları

Veteriner hekimlikte infrared termografi gerçek zamanlı, non-invaziv, yan etkisi olmayan bir yardımcı tanı aracı olarak kullanılmaktadır (Hovinen ve diğerleri, 2008; Palmon, 1997; Vollmer ve Möllmani, 2017). Yöntemin en önemli avantajı canlıya dokunmadan ve stres oluşturmaktan uzaktan görüntülerin alınabilme kolaylığıdır (Franco ve diğerleri, 2019; Huynh, 2019; Speakman ve Ward, 1998). Bu yöntemde hastanın cilt yüzeyi sıcaklığındaki değişiklikler temas etmeden, ekstra bir kateter, kontrast madde uygulamaksızın izlenebilir (Eddy ve diğerleri, 2001; Hoogmoed ve Snyder, 2002; Laughmiller ve diğerleri, 2001).

Termal kamera ile cilt yüzeyinden 1 mm derinliğe kadar ısı emüsyonu algılanarak hedef dokunun fizyolojik görüntüsü alınmaktadır (Dunbar ve diğerleri, 2009). Vücut yüzey sıcaklığı yaş, cinsiyet, kilo, metabolizma, topografya ve damarlardan akan kanın miktarına bağlı olarak değişmektedir (Dunbar ve diğerleri, 2009; Laughmiller ve diğerleri, 2001).

Teknolojinin ilerlemesiyle günümüzde çok daha hassas ölçümler yapılabilir hale gelmiştir. Ölçümlerde 0,05°C'ye kadar sıcaklık farkını tespit edebilen ve saniyede 30 kez tarama yaparak videoların kaydedilmesine izin veren kameralar kullanılmaktadır. Hatta bu cihazlar akıllı telefonlara entegre edilerek daha da pratik şekilde faydalanılmaktadır (Williams, 2019). Ancak uygulama sırasında sonuçların hassasiyetini azaltacak durumların minimize edilmesi şarttır. Görüntünün alındığı ortam güneş ışığını direk almamalı, rüzgârlı ortamdan çekim yapılmamalıdır. Bölgede bulunan kıl ve tüyler ölçümleri büyük ölçüde etkileyeceği unutulmamalıdır (Kotrba ve diğerleri, 2007). Beden üzerinde tek bir bölgeye odaklanmak yüksek değerlere bağlı oluşacak artefaktları azaltmada etkilidir (Narayan ve diğerleri, 2019). Yine hayvanların yemleme, dinlenme ya da sağım işlemleri gibi durumlarında değişen fizyolojik durumu göz önünde tutulmalıdır (Kotrba ve diğerleri, 2007). Hayvanlarda kıl olmayan bölgelerden yayılan kızılötesi radyasyon deri yüzey sıcaklığı tarafından yönetilir ancak çoğu memeliden yayılan radyasyon ya deri ya da kıllar tarafından engellenmektedir. Kılların yüzeyinden yayılan sıcaklık farkı deri ile kıl örtüsü yüzeyi arasındaki sıcaklık gradyanı aracılığıyla belirlenir. Kalın kürklü hayvanlarda infrared termal kamera ile ölçülen yüzey sıcaklığı, kıl örtüsünün birkaç milimetre altındadır. Bir memelinin yüzey sıcaklığı yalnızca deri sıcaklığından etkilenmez aynı zamanda bu etkilenmede vücudun farklı bölgelerindeki kılların kalınlığı, yoğunluğu ve kalitesi de rol oynar. Mevsime bağlı deride gelişen yüzeysel dökülmeler ya da tüylerde dökülmeye bağlı olarak ölçümlerde hassasiyetin azabileceği göz önünde tutulmalıdır (Holah, 1995; McCafferty 2007). Infrared termografi yalnızca fiziksel aktiviteye değil aynı zamanda korkuyada bağlı yüzey sıcaklığı değişikliklerini tespit edebilir (Nakayama ve diğerleri, 2005). Rhesus maymunlarının yakalamaya karşı yanıt olarak yüz bölgesinde artan sıcaklık kolaylıkla tespit edilebilmiştir (Pabst ve diğerleri, 2002).

Değişen fizyolojinin yansıması olan yüzey sıcaklığının izlenmesi hastanın metabolik aktivitesi hakkında bilgi verebilir. Lokal ve genel enfeksiyonlarda ısı değişimi önemli bir klinik gösterge olduğundan anatomik lezyonlar ortaya çıkmadan önce elde edilen görüntülerden ilgili patolojiler saptanabilir (Head ve Dyson, 2001; Otilia ve diğerleri, 2006). Termografinin diğer bir avantajı hareketli hayvanlardan ve sürü halindeki topluluklardan kıyaslamalı görüntüler alınabilmesidir. Bu şekilde hedef hayvanın yanındaki bireylerle

karşılaştırılarak asemptomatik enfeksiyonların tanısı mümkün olmaktadır (Berry ve diğerleri, 2003; Çolak ve diğerleri, 2008; Eddy ve diğerleri, 2001; Purohit ve McCoy, 1980; Turner, 2001; Vaden ve diğerleri, 1980; Yang ve diğerleri, 2018).

At hekimliğinde ortopedik hastalıkların tanısı başta olmak üzere farklı endikasyonlarla vücut yüzeylerinin ısı haritalanması yapılmıştır (Alan, 2012; Tattersall, 2016). Yine hayvanat bahçelerindeki hayvanların fizyolojisinin uzaktan izlemi, enfeksiyonların tanısı, davranış kontrolü ve refahı artırılmasına yönelik çalışmalarda göz ve karın bölgesinden alınan görüntüler kullanılmıştır (Narayan ve diğerleri, 2019). Yabani hayvanlarda hastalıkların tanısında dağ keçilerindeki sarkoptik uyuzun teşhisinde kullanılmıştır. Fakat 100 metreden daha uzun mesafelerde kullanımından dolayı termal görüntüleme sisteminin sınırlamaları nedeniyle bun görsel gözlem kadar etkili değildir (Arenas ve diğerleri, 2002). Şap, kuduz gibi hastalıkların tanısı termografik ölçümler ile mümkündür (Dunbar ve MacCarthy, 2006; Dunbar ve diğerleri, 2009). Deniz memelilerinden foklar ve yunuslarda da yüz ve burun bölgesinden alınan termal görüntüler üzerinden türe özgü termoregülasyon özellikleri incelenmiştir (Mauck ve diğerleri, 2000).

Sütçü ineklerdeki mastitis sorununun çözülmesi noktasında erken tanı yöntemleri ve kontrol programları büyük önem taşır. Bu araştırmalarda mastitisli ineklerin genel vücut sıcaklığı değişmese de meme yüzeyindeki değişimler termografik olarak belirlenebilmektedir (Çolak ve diğerleri, 2008; Kunc ve diğerleri, 2007; Ruegg, 2017; Yasothai, 2017). Subklinik mastitisli bir inekte ilgili meme lobunun yüzeyi genel vücut sıcaklığından ortalama 2,4°C daha sıcak olarak ölçürken, klinik mastitisli ineklerde ise sıcaklık farkı ortalama 1,5°C bulunmuştur (Williams, 2019). Yine ineklerdeki laminitis ve diğer ayak hastalıklarında koroner bant sıcaklıkları ölçümü ile erken tanı mümkündür (Nikkhah ve diğerleri, 2005).

Termografi hayvan refahı açısından uygun görülen bir tekniktir ve diğer stres faktörlerine alınan yanıtın ölçümünde de kullanılabilir. Etiketleme amacıyla yapılan dağlama ve dondurma işlemlerinin yarattığı lezyonların izlemi (Schwartzkopf-Genswein ve Stookey, 1997), uzun mesafedeki transportlar sonucu oluşan stres yanıtının ölçümü mümkündür (Doonan ve Appelt, 2008). Köpek ve tavşanlarda ise stresin neden olduğu sıcaklık değişimlerinin araştırılmasında termografi kullanılmıştır (Luzi ve diğerleri, 2007; Travain ve diğerleri, 2015) Yine anestezinin oluşturduğu hipotermi başta olmak üzere fizyolojik yanıtın izleminde göz ve kulak bölgesinin haritalandırılması yoluna gidilmiştir (English ve diğerleri, 2018).

2.3.2. Termografinin Veteriner Reprodüksiyon Alanındaki Endikasyonları

Veteriner reprodüksiyon alanında termografi evcil ve yabani türlerde kullanılmıştır (Cilulko ve diğerleri, 2013). Asya fillerinde ve gergedanlarda ovulasyonun tespitinde (Hilsberg-Merz, 2008), zürafa ve gergedanlarda gebelik tanısında (Durrant ve diğerleri, 2006; Hilsberg, 1998), pandalarda gebe ve yalancı gebe olanların ayırımında kullanılmıştır (Durrant ve diğerleri, 2006). Yine göz sıcaklığının rektal ve vajinal ölçümlerle olan uyumu da araştırılmıştır (Sykes ve diğerleri, 2006; Willard ve diğerleri, 2006).

Yaban hayvanlarında elde edilen olumlu sonuçlar evcil türlerde de denemelere yol açmıştır. Sürü fertilitésinin arttırmasına yönelik başta östrus tespiti olmak üzere çeşitli uygulamalar mevcuttur. Siklusa bağlı ısı değişimleri serum P4 düzeyi ile ilgilidir (De Ruediger ve diğerleri, 2018). İnek, manda, koyun ve keçilerde termografi ile östrüs tespiti ve uygun tohumlama zamanı belirlenebilir (Façanha ve diğerleri, 2018; De Freitas ve diğerleri, 2018; Hellebrand ve diğerleri, 2003; Hurnik ve diğerleri, 1985; Osawa ve diğerleri, 2004). İneklerde ovulasyonun 3 gün öncesinden itibaren artan perivulvar bölge sıcaklığı özellikle suböstrus olgularının tanısı ve tohumlama zamanını belirlenmesinde etkili olmuştur (Osawa ve diğerleri, 2004). İnfrared termel görüntüleme diğer geleneksel östrus tespiti uygulamalarına yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilir (Talukder ve diğerleri, 2014; 2015). Köpeklerde (Olğaç ve diğerleri, 2017) ve domuzlarda (Scolari ve diğerleri, 2011; Sykes ve diğerleri, 2012) östrus tespitinde termografinin ön tanı bulgusu olarak değerlendirilmesi, diğer bulgularla desteklenmesi gerekmektedir.

Gebelik tanısında termografi kullanımında farklı hayvan türlerinde mide yapısı ve büyüklüğüne bağlı olarak değişken sonuçlar görülmüştür. İneklerde sol tarafı kaplayan rumen gebeliğe bağlı sıcaklık değişimini gizleyebilir (Jones ve diğerleri, 2005). Zürafalarda ise çok daha küçük boyuttaki rumen gebeliğe bağlı ısı artışını örtemez ve karın bölgesinin haritasında asimetrik değişimler belirgindir (Clauss ve diğerleri, 2003). Bu nedenle infrared termografi sadece tek midelilerde ve küçük ruminantlarda gebeliğin tanısında etkili olabilir (Düzgün ve Or, 2009).

Gebe kısıraklardaki bilateral görüntülerde gözlenen asimetrik sıcaklık farkının kan akımı ve bölgesel sıcaklık artışına yol açan sağ veya sol uterus kornuda lokalize olan fetüs olduğu görülmüştür (Bowers ve diğerleri, 2009). Köpeklerde ise türün anatomik özelliğine bağlı olarak termografi gebelik tanısında etkisiz kalabilir. Çünkü fetüsler abdomen içerisinde

simetrik şekildedir ve ısı haritasında önemli ölçüde asimetri yaratmaz (Durrant ve diğerleri, 2006).

Sunulan tez çalışmasının materyalini oluşturan tavşanlar mizaçları gereği çevresel stres unsurlarına hızla reaksiyon gösterir ve bu durum yetiştirmeler için önemli bir sorundur. Stres düzeyinin belirlenmesi için kafes dışından alınan göz ve burun ucu görüntülerinin termografik ölçümlerinin stres düzeyinin belirlenmesinde (De Lima ve diğerleri, 2013) ve sıcak stresi altındaki gebe ve laktasyondaki tavşanlarda muayene amacıyla kullanılabilir (Marco Jiménez ve diğerleri, 2017). Chinchilla lanigera'nın termografik incelenmesinde vulvar bölge sıcaklığının 35,5 °C'den fazla olması uygun çiftleşme zamanında önemli bir kriterdir (Polit ve diğerleri, 2018). Ancak bölgenin aşırı tüylü olması nedeniyle pratik zorluklarla karşılaşılabilir.

Sonuç olarak, termal görüntüleme yöntemleri ile fizyolojik değişimlerin ve çeşitli hastalıkların tanısı ve hatta hayvan refahını arttırılması mümkündür, ancak pratik kullanımının yaygınlaşması amacıyla sağlıklı bireylerden ölçümlerin alınması ve referans değerlerinin belirlenmesi gereği vardır. Sunulan yüksek lisans tez çalışmasında pet ve laboratuvar hayvanı olarak kullanılan tavşanların farklı bölgelerinden alınan termografik ölçümlerin yalancı gebelik sürecindeki diagnostik etkinliği araştırılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmada bireysel kafes düzeneğinde barındırılan, genel ve jinekolojik muayenelerde sağlıklı olduğu bilinen 1-3 yaşlı 14 adet Yeni Zelanda ırkı dişi tavşan kullanıldı. Çalışma süresince tüm hayvanlar kontrollü sıcaklık (18-24°C) ve ışık koşulları altındaki bireysel tel örgü kafesler içerisinde barındırıldı (Resim 1). Ad-libitum su ve pelet buzağı büyütme yemi ile beslendi. Tüm tavşanlar randomize şekilde iki çalışma grubuna (Grup 1 ve Grup 2) ayrıldı.

Çalışma süresince hayvanların genel bakım ve tüm klinik uygulamaları Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi yönetmeliğine uygun ve ilgili etik kurul kararı (64583101/2019/007) doğrultusunda yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma Grupların Oluşturulması ve Yalancı Gebelik İndüksiyonu

Çalışmada yalancı gebelik indüksiyonu yapılmış tavşanlar Grup 1'de yer alırken, herhangi bir indüksiyon yapılmamış tavşanlar Grup 2 olarak değerlendirildi. Buna göre, çalışmanın 0. gününde Grup 1'de (n=7) yalancı gebelik indüksiyonu amacıyla kas içi 0.8 mcg buserelin asetat (Buserin, Alke) enjekte edildi. Grup 2'te (n=7) ise yine çalışmanın 0. gününde kas içi plasebo olarak kullanılan %0,9'luk NaCl 0,2 ml enjekte edildi ve kontrol grubu olarak ayrıldı.

Farklı vücut noktalarından infrared termal görüntü alınması, derece ile rektal sıcaklık ölçümü ve venöz kan örneklerinin toplanmasını içeren tüm uygulamalar çalışmanın 0-5-10-15. günlerinde gerçekleştirildi. İşlemler tüm hayvanlar için ilgili günlerde 70 olmak üzere, toplamda 280 kez tekrarlandı. Çalışma protokolüne ilişkin liste Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Protokolü (her bir çalışma günü için ayrı ayrı hazırlanmıştır).

Gün	Gruplar	Göz Termal Değeri (°C)	Burun Termal Değeri (°C)	Vulva Termal Değeri (°C)	Rektal Sıcaklık Değeri (°C)	Serum Progesteron Değeri (pmol/L)
0. gün	Grup 1 (Yalancı Gebe Grubu)	34,8 °C	31,6 °C	25,7 °C	39,0 °C	104
		34,8 °C	30,3 °C	32,0 °C	38,0 °C	88
		32,6 °C	30,3 °C	30,8 °C	38,9 °C	71
		34,6 °C	31,0 °C	29,3 °C	39,0 °C	121
		34,6 °C	34,2 °C	35,5 °C	38,5 °C	75
		34,5 °C	29,5 °C	30,1 °C	38,4 °C	150
		34,5 °C	28,5 °C	32,7 °C	36,7 °C	88
	Grup 2 (Kontrol Grubu)	35,0 °C	31,7 °C	33,2 °C	38,4 °C	200
		33,9 °C	33,4 °C	33,5 °C	38,1 °C	100
		34,8 °C	29,6 °C	34,4 °C	38,4 °C	127
		32,6 °C	29,6 °C	32,4 °C	38,0 °C	150
		33,6 °C	32,1 °C	32,0 °C	38,0 °C	82
		34,2 °C	30,7 °C	30,8 °C	37,6 °C	88
		33,6 °C	28,8 °C	30,4 °C	38,5 °C	202

Gün	Gruplar	Göz Termal Değeri (°C)	Burun Termal Değeri (°C)	Vulva Termal Değeri (°C)	Rektal Sıcaklık Değeri (°C)	Serum Progesteron Değeri (pmol/L)
5. gün	Grup 1 (Yalancı Gebe Grubu)	33,1 °C	31,3 °C	30,8 °C	37,1 °C	102
		35,1 °C	26,2 °C	31,8 °C	37, 5 °C	88
		35,2 °C	32,8 °C	34,2 °C	38,3 °C	109
		33,5 °C	27,6 °C	34,1 °C	38,3 °C	99
		34,6 °C	39,6 °C	32,0 °C	38,0 °C	114
		33,4 °C	28,4 °C	30,4 °C	38,8 °C	110
		34,7 °C	26,0 °C	35,0 °C	37,2 °C	118
	Grup 2 (Kontrol Grubu)	33,7 °C	28,0 °C	27,8 °C	37,3 °C	200
		34,4 °C	29,1 °C	34,2 °C	38,2 °C	150
		35,3 °C	31,7 °C	36,3 °C	38,7 °C	118
		34,7 °C	25,2 °C	31,5 °C	38,2 °C	103
		33,9 °C	28,4 °C	33,4 °C	38,6 °C	98
		34,1 °C	27,2 °C	31,6 °C	37,9 °C	94
		35,5 °C	32,6 °C	30,0 °C	38,7 °C	94

Gün	Gruplar	Göz Termal Değeri (°C)	Burun Termal Değeri (°C)	Vulva Termal Değeri (°C)	Rektal Sıcaklık Değeri (°C)	Serum Progesteron Değeri (pmol/L)
10. gün	Grup 1 (Yalancı Gebe Grubu)	34,7 °C	31,7 °C	34,0 °C	39,2 °C	170
		34,8 °C	32,5 °C	33,1 °C	39,1 °C	85
		35,1 °C	32,8 °C	34,8 °C	39,7 °C	88
		35,8 °C	30,9 °C	35,8 °C	39,2 °C	98
		35,5 °C	30,1 °C	34,1 °C	39,0 °C	169
		34,9 °C	32,0 °C	34,4 °C	38,0 °C	69
		35,1 °C	32,6 °C	35,9 °C	37,4 °C	89
	Grup 2 (Kontrol Grubu)	34,2 °C	29,8 °C	31,7 °C	37,8 °C	151
		34,2 °C	28,9 °C	33,9 °C	38,5 °C	92
		33,9 °C	30,7 °C	33,9 °C	37,9 °C	113
		34,8 °C	30,0 °C	26,3 °C	38,4 °C	105
		34,9 °C	27,9 °C	32,0 °C	37,8 °C	121
		34,3 °C	31,6 °C	29,7 °C	37,8 °C	131
		33,0 °C	32,5 °C	32,4 °C	39,2 °C	164

Gün	Gruplar	Göz Termal Değeri (°C)	Burun Termal Değeri (°C)	Vulva Termal Değeri (°C)	Rektal Sıcaklık Değeri (°C)	Serum Progesteron Değeri (pmol/L)
15. gün	Grup 1 (Yalancı Gebe Grubu)	33,9 °C	30,5 °C	29,0 °C	39,1 °C	88
		33,9 °C	31,9 °C	33,4 °C	39,3 °C	102
		33,6 °C	32,8 °C	34,3 °C	40,3 °C	106
		33,2 °C	28,1 °C	33,2 °C	39,2 °C	161
		33,2 °C	30,6 °C	27,7 °C	39,3 °C	93
		34,7 °C	28,0 °C	33,0 °C	39,7 °C	170
		34,6 °C	30,6 °C	34,6 °C	39,6 °C	94
	Grup 2 (Kontrol Grubu)	33,9 °C	31,4 °C	31,9 °C	36,2 °C	172
		34,2 °C	31,7 °C	31,5 °C	37,1 °C	114
		33,8 °C	29,7 °C	33,8 °C	37,6 °C	121
		33,9 °C	26,9 °C	32,8 °C	36,8 °C	102
		33,7 °C	31,5 °C	34,2 °C	38,7 °C	86
		34,6 °C	30,1 °C	30,4 °C	38,1 °C	128
		34,3 °C	29,6 °C	33,7 °C	38,9 °C	117



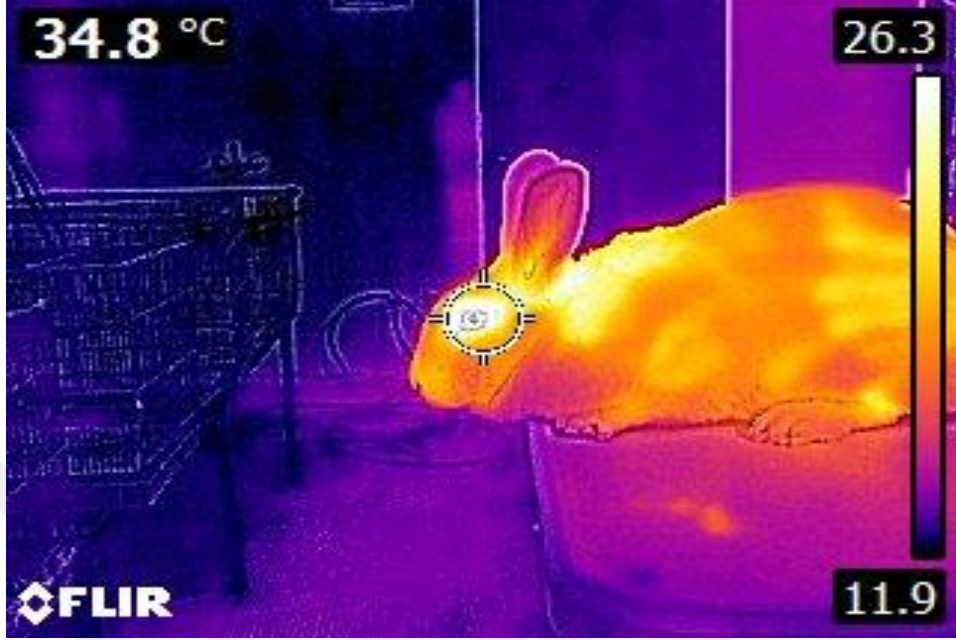
Resim 1. Çalışmada kullanılan bireysel tel örgü kafesler.

3.2.2 Termal Görüntü Örneklerinin Alınması

Termal görüntülerin kaydedilmesi amacıyla mobil termal kamera (Flir E6, Flir Systems AB®-Sweden) sistemi kullanıldı. Alınacak görüntülerin standardizasyonu için ortam koşullarının (ısı değişimi, hava akımı, nem vs.) aynı kalmasına dikkat edildi. Ölçümler sırasında cihazın tek ve merkez odaklı, bulunduğu ortamın sıcaklığına uygun olarak görüntülerde bir örnekliklik sağlandı. Ölçüm sırasında kamera ile tavşan arasında ortalama 1 m olmasına dikkat edildi.

Termal görüntüleme için tavşanlar bireysel kafeslerinden stres oluşturmayacak şekilde alınarak çekimin yapılacağı masa üzerinde yaklaşık 10 dk boyunca dinlendirildi. Bekleme süresinin sonunda her iki çalışma grubundaki tavşanlardan sırasıyla göz, burun ucu ve vulvar bölge odaklı termal görüntüler alındı. Göz çekimlerinde hayvanların strese olmadıkları süreçte, lateral hattan, yöne bakılmaksızın görüntü alındı (Resim 2). Burun ucu çekimlerinde ise yine stres durumları gözetilerek burun ucunun tam olarak görüntülenebildiği pozisyonda (dik/hafif oblik) çekimler gerçekleştirildi (Resim 3). Vulvar bölge çekimlerinde ise tavşanlar

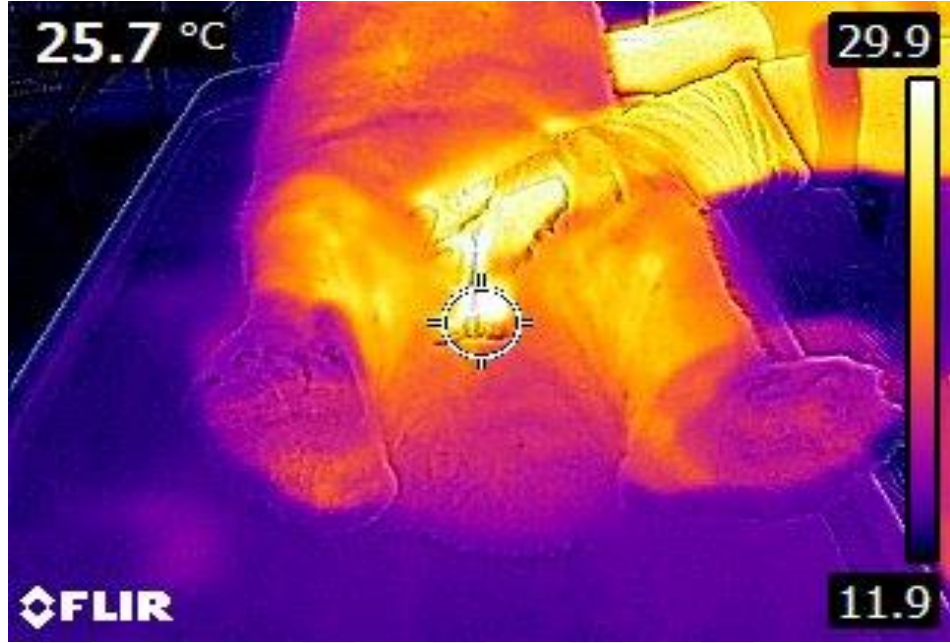
stres yaratmayacak şekilde sırtüstü yatırılarak zaptırapta alındı. Kuyruk ucu ventrale yönlendirilerek vulva ve perine bölgesinin görünürlüğü sağlanarak çekim yapıldı (Resim 4). Tüm ölçümler her bir tavşan için yaklaşık 15 dakika içinde tamamlandı.



Resim 2. Göz odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği.



Resim 3. Burun odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği.



Resim 4. Vulva odaklı termal kamera ile alınan görüntü örneği.

3.2.3. Serum Progesteron Ölçümleri

Infrared termal kamera ile görüntü alınan günlerde (0-5-10-15. günler) çekimleri takiben kulak venasından (Vena auricularis) serum progesteron değerinin ölçümü yapılmak üzere için venöz kan örnekleri alındı. Alınan örneklerden çıkartılan serumlar progesteron ölçümü yapılana dek -20 derecede saklandı. Çalışma sonunda çalışma gruplarına ait serum örneklerinden ELİSA yöntemi ile serum P4 düzeyleri belirlendi. Bu amaçla Shanghai Sunred Biological Technology firmasına ait Rabbit (PROG) ELISA kiti kullanıldı.

Test prosedürü;

1. Standart dilüsyonun hazırlanması: standart reaktifler aşağıda verilen prosedürlere uygun seyreltildi.

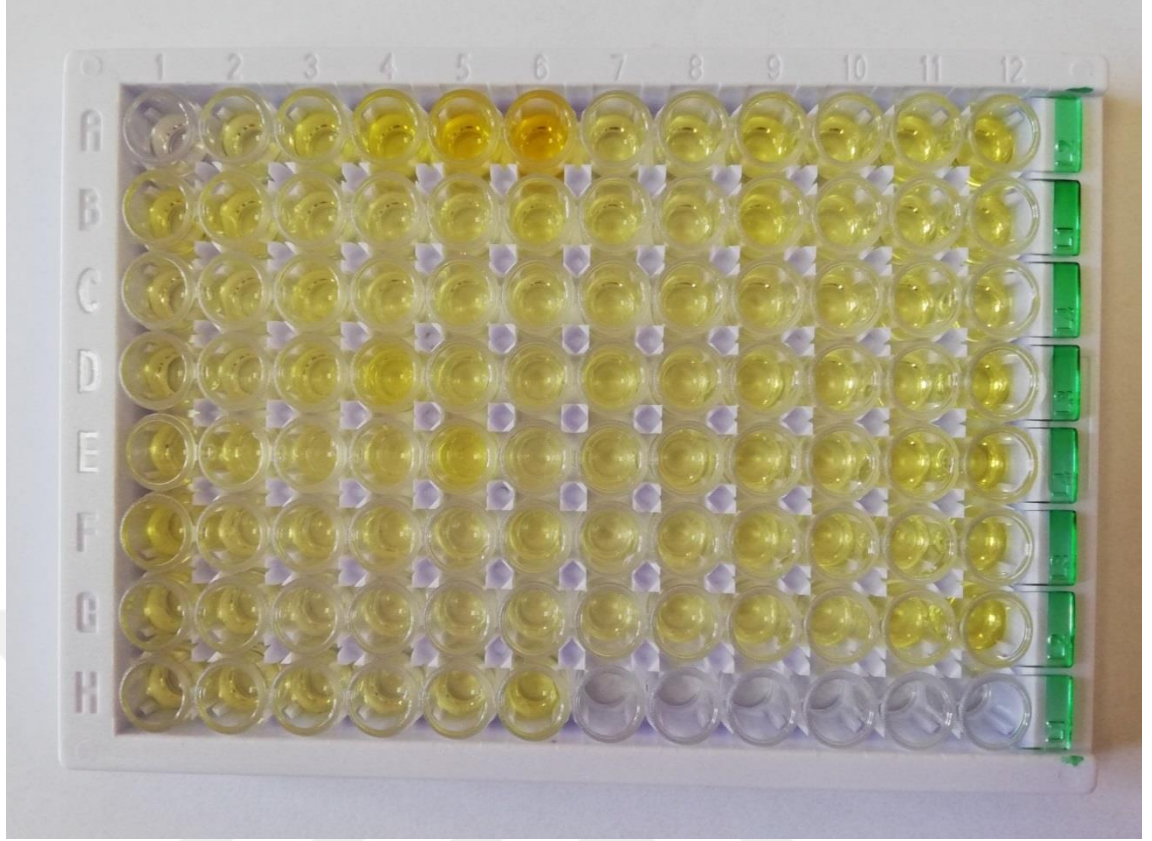
1200 pmol/L	Standart No. 5	120 µl orijinal standart + 120 µl standart diluent
600 pmol/L	Standart No. 4	120 µl standart No. 5 + 120 µl standart diluent
300 pmol/L	Standart No. 3	120 µl standart No. 4 + 120 µl standart diluent
150 pmol/L	Standart No. 2	120 µl standart No. 3 + 120 µl standart diluent
75 pmol/L	Standart No. 1	120 µl standart No. 2 + 120 µl standart diluent

2. Platelerin sayısı test yapılacak örneklerin sayısına ve standartlarına bağlıdır. Her boş kuyucuğun standart ile kaplanması gerekmektedir.
3. Numunelerin kuyucuklara yerleştirilmesi:

- Boş kuyu: biyotin, streptavidin-HRP, kromojen çözeltisi A-B ve stop solüsyonu ile numune ve prog-antikor konulmadı.
- Standart kuyu: standart 50 µl ve 50 µl streptavidin - HRP eklendi (standart biyotin ile birleştirdiği için, antikor ilave edilmedi).
- Test kuyuları: Her kuyucuğa 40 µl numune ilave edildi ve daha sonra hem 10 µl prog-antikor hem de 50 µl streptavidin-HRP eklendi. Daha sonra sızdırmaları önlemek için jelatin ile plate kapatılıp hafif çalkaladıktan sonra 37°C'de 60 dakika inkübasyona bırakıldı.
- Yıkama solüsyonu distile su ile seyreltilerek hazır hale getirildi.(30*30)
- Yıkama: Plate'in üzerine kapatılan jelatin dikkatlice çıkarılıp kuyucuklarda kalan sıvı boşaltıldı.
- Her kuyucuğa tekrar 50 µl kromojen çözeltisi A ve daha sonra 50 µl kromojen çözeltisi B eklendi. Tekrar hafifçe çalkaladıktan sonra karanlık ortamda 37°C'de 10 dakika inkübasyona bırakıldı.
- Reaksiyonu durdurmak için her kuyucuğa 50 µl stop solüsyon eklendi ve hemen mavi rengin sarı renge dönüşümü gözlemlendi.
- Stop solüsyonunu ekledikten sonra 15 dakika içinde 450 nm dalga boyu altında optik yoğunluk ölçümü yapıldı.

	Absorbances			Filter 1: 450nm		Reading 1: 0.0s						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0,047	0,183	0,323	0,703	1,442	2,351	0,254	0,262	0,431	0,322	0,365	0,467
B	0,309	0,291	0,233	0,217	0,224	0,327	0,275	0,222	0,388	0,260	0,287	0,321
C	0,197	0,208	0,268	0,238	0,228	0,220	0,221	0,258	0,243	0,274	0,294	0,275
D	0,236	0,204	0,289	0,478	0,237	0,209	0,251	0,230	0,260	0,252	0,269	0,383
E	0,203	0,207	0,228	0,220	0,380	0,170	0,210	0,208	0,237	0,244	0,356	0,383
F	0,366	0,218	0,207	0,229	0,174	0,220	0,183	0,200	0,266	0,255	0,266	0,334
G	0,240	0,192	0,171	0,156	0,176	0,163	0,186	0,210	0,205	0,216	0,303	0,404
H	0,168	0,212	0,203	0,166	0,191	0,262	***	***	***	***	***	***

i. Standart konsantrasyonuna ve ilgili yoğunluk değerlerine göre standart eğri oluşturularak doğrusal regresyon denklemi hesaplandı ve daha sonra karşılık gelen numune konsantrasyonunu hesaplamak için numunenin yoğunluk değerleri regresyon denklemine uygulandı.



Resim 5. ELISA ölçüm kiti.

3.4. İstatistiksel Analizler

İnfrared termografik görüntülerde ölçülen vücut sıcaklık değerleri Grup 1 ve Grup 2 arasında karşılaştırıldı ve her gruba ait zaman içerisindeki değişim eğrileri çıkartıldı. Elde edilen veriler SPSS 22.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak değerlendirildi. Verilerin normal dağılım varsayımlarını sağlayıp sağlamadığının analizi Shapiro-Wilk Testi ile yapıldı. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ile değerlendirildi. Grup içindeki zamana bağlı değişimleri tespit etmek için Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkinin tespiti için Pearson Korelasyon Analizi kullanıldı. Tablo, grafik ve sonuçlar kısmındaki veriler ortalama±standart hata şeklinde verildi. Tüm analizlerde olasılık $P < 0,05$ anlamlı fark olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Klinik Bulgular

Tavşanlarda yalancı gebelik oluşturmak amacıyla kas içi uygulanan 0,2 ml GnRH enjeksiyonu sonrası herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Görüntülemeler stres faktörlerinin elimine edilmesi sayesinde sorunsuz ve hızlı şekilde gerçekleştirildi. Yalancı gebe tavşanların yaklaşık 12-15. günlerde sanki doğum yapacakmış gibi karın altı yünlerini yolarak kafesin bir köşesine taşıdıkları ve doğuma hazırlık davranışı sergiledikleri gözlemlendi.

4.2. Infrared Termal Kamera Ölçüm Sonuçları

Çalışma sonunda termal kamera yardımı ile göz, burun ve vulva bölgesinden alınan ortalama sıcaklık değerleri Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3'te sunulmuştur. Buna göre: Yalancı gebeliğin 10. gününde göz, burun ve vulva bölgesinden alınan termal görüntülerde belirgin bir sıcaklık artışı görüldü ($p<0,05$). Özellikle gözden alınan ölçümlerde bu farklılığın daha da belirgin olduğu tespit edildi ($p<0,01$).

4.3. Rektal Sıcaklık Ölçüm Sonuçları

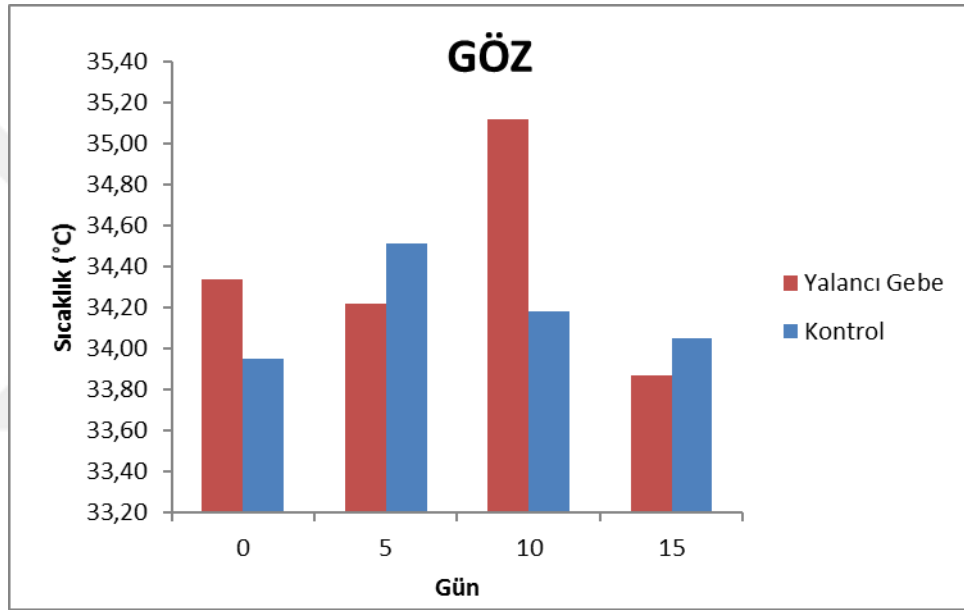
Çalışma sonunda dijital termometre yardımı ile rektum bölgesinden alınan ortalama vücut sıcaklık değerleri Tablo 5 ve Şekil 4'te sunulmuştur. Buna göre: 15. günde alınan vücut sıcaklıkları arasında belirgin bir farklılık tespit edildi ($p<0,05$).

Tablo 2. Çalışma gruplarına ait ortalama göz sıcaklık değerleri (°C).

Gün	n	Yalancı Gebe	Kontrol	P _t test
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
0	7	34,34±0,29 ^{ab}	33,95±0,30	0,382
5	7	34,22±0,32 ^{ab}	34,51±0,26	0,509
10	7	35,12±0,14 ^a	34,18±0,23	0,006
15	7	33,87±0,22 ^b	34,05±0,12	0,487
P _{ANOVA}		0,016	0,407	

^{a,b}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

P<0,05: Gruplar arası farkın önemli olduğunu gösterir.



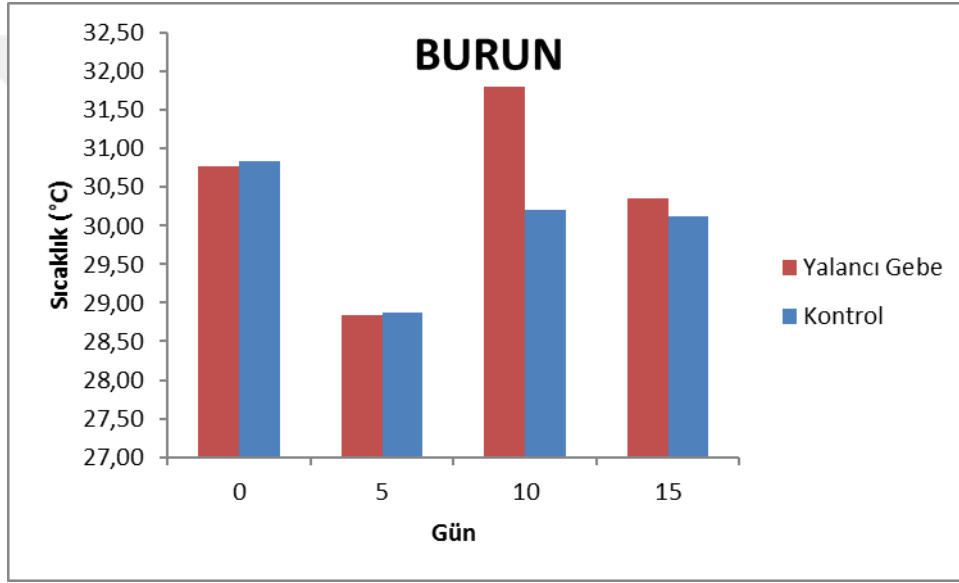
Şekil 1. Çalışma gruplarına ait ortalama göz sıcaklık değerleri (°C).

Tablo 3. Çalışma gruplarına ait ortalama burun sıcaklık değerleri (°C).

	n	Yalancı Gebe	Kontrol	P _{t test}
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
0	7	30,77±0,68 ^{ab}	30,84±0,61	0,940
5	7	28,84±0,96 ^b	28,88±0,96	0,975
10	7	31,80±0,37 ^a	30,20±0,59	0,041
15	7	30,35±0,67 ^{ab}	30,12±0,63	0,809
P _{ANOVA}		0,050	0,299	

^{a,b}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

P<0,05: Gruplar arası farkın önemli olduğunu gösterir.



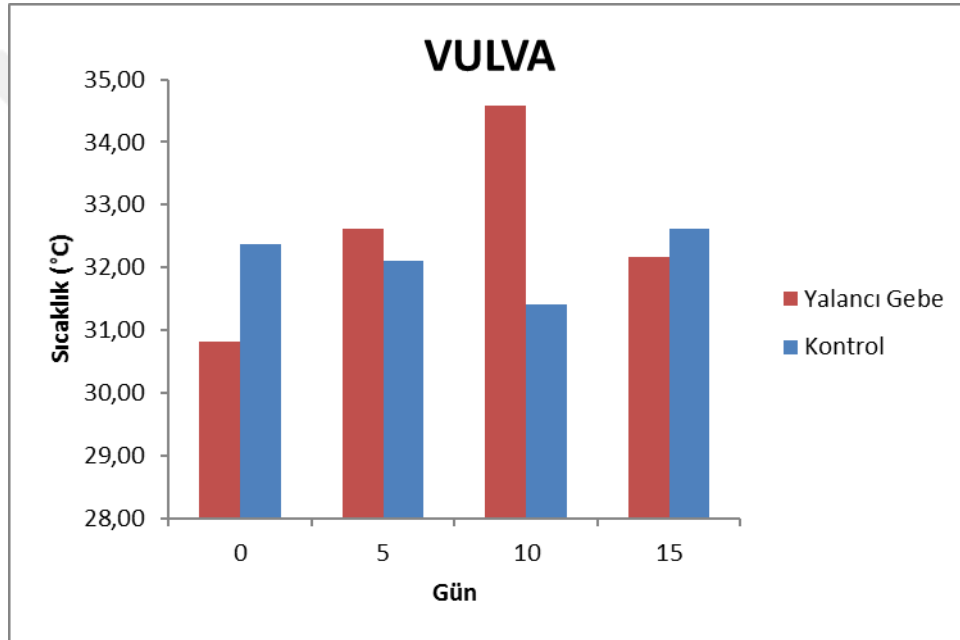
Şekil 2. Çalışma gruplarına ait ortalama burun sıcaklık değerleri (°C).

Tablo 4. Çalışma gruplarına ait ortalama vulva sıcaklık değerleri (°C).

Gün	n	Yalancı Gebe	Kontrol	P _{t test}
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
0	7	30,82±1,16 ^b	32,38±0,54	0,249
5	7	32,61±0,68 ^{ab}	32,11±1,06	0,699
10	7	34,58±0,38 ^a	31,41±1,01	0,012
15	7	32,17±1,02 ^{ab}	32,61±0,52	0,707
P _{ANOVA}		0,041	0,756	

^{a,b}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

P<0,05: Gruplar arası farkın önemli olduğunu gösterir.



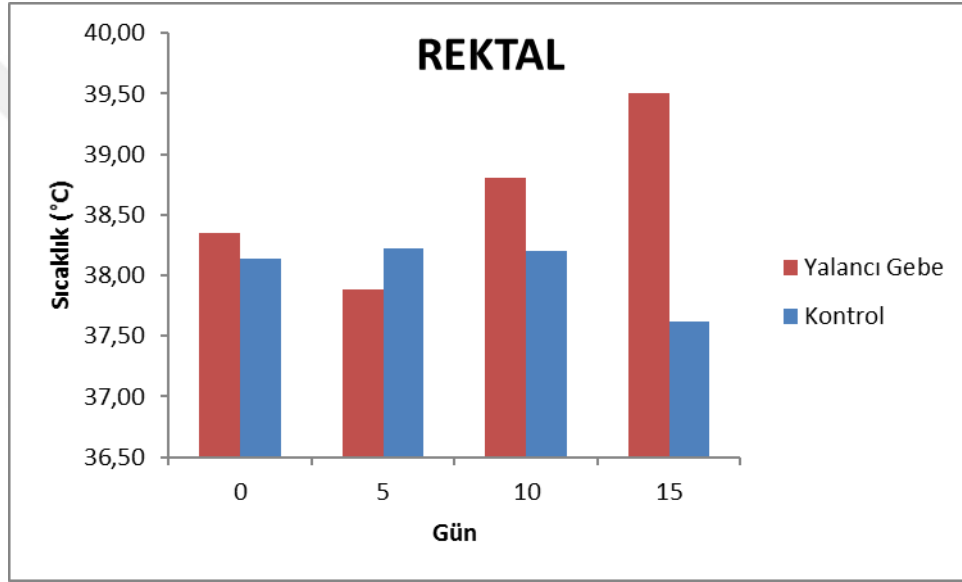
Şekil 3. Çalışma gruplarına ait ortalama vulva sıcaklık değerleri (°C).

Tablo 5. Çalışma gruplarına ait ortalama rektal sıcaklık değerleri (°C).

Gün	n	Yalancı Gebe	Kontrol	P _{t test}
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
0	7	38,35±0,30 ^b	38,14±0,11	0,530
5	7	37,88±0,24 ^b	38,22±0,19	0,287
10	7	38,80±0,30 ^{ab}	38,20±0,20	0,125
15	7	39,50±0,15 ^a	37,62±0,37	0,001
P _{ANOVA}		0,002	0,276	

^{a,b}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

P<0,05: Gruplar arası farkın önemli olduğunu gösterir.



Şekil 4. Çalışma gruplarına ait ortalama rektal sıcaklık değerleri (°C).

4.3. Serum Progesteron Düzeyleri

Çalışma gruplarındaki hayvanlara ait ortalama serum P4 düzeylerinin dağılımı Tablo 6'da ve Şekil 5'te gösterilmiştir.

Yalancı gebe grubundaki tavşanların serum P4 düzeyleri 0. gün 135,57±19,05 pmol/L, 5. gün 122,43±14,95 pmol/L, 10. gün 125,29±9,61 pmol/L, ve 15. gün 120,00±10,11 pmol/L olarak ölçüldü, serum P4 konsantrasyonlarında günler arası istatistiksel bir farka rastlanmadı (p>0,05). Kontrol grubundaki tavşanların serum P4 düzeyleri 0. gün 83,57±6,02 5. gün 105,71±3,84 10. gün 109,71±15,77 ve 15. gün 116,29±12,94 olduğu belirlendi. Ek olarak, yine kontrol gebe grubunda serum P4 düzeylerinde günler arası istatistiksel bir farkın olmadığı

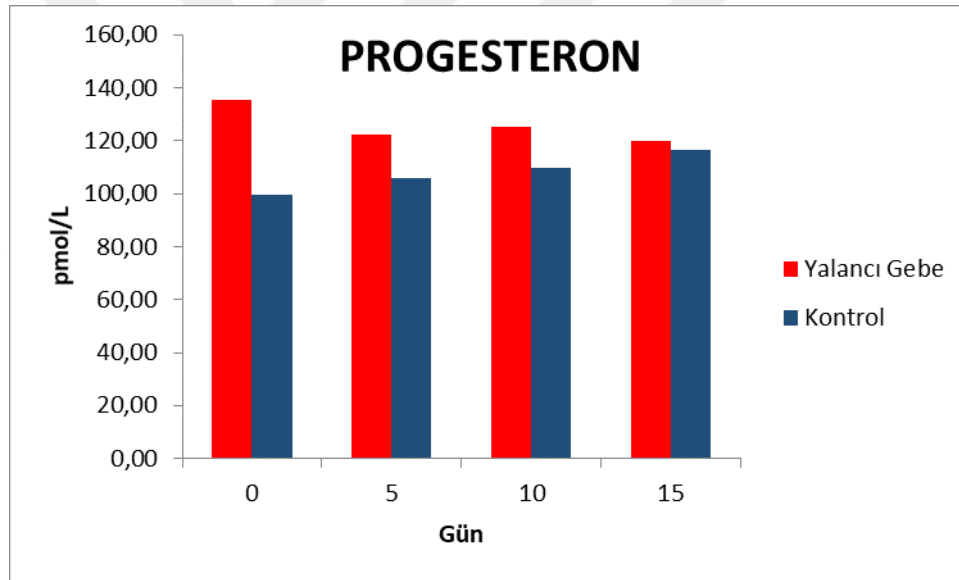
($p>0,05$) tespit edildi. Çalışmanın 0. gününde yalancı gebe grubunda serum progesteron değeri belirgin şekilde yüksekti ($p<0,05$).

Tablo 6. Çalışma gruplarına ait ortalama serum progesteron değerleri (pmol/L).

Gün	N	Yalancı Gebe	Kontrol	$P_{t \text{ test}}$
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
0	7	135,57±19,05	83,57±6,02	0,023
5	7	122,43±14,95	105,71±3,84	0,300
10	7	125,29±9,61	109,71±15,77	0,416
15	7	120,00±10,11	116,29±12,94	0,825
PANOVA		0,867	0,189	

^{a,b}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

$P<0,05$: Gruplar arası farkın önemli olduğunu gösterir.



Şekil 5. Kontrol ve yalancı gebe gruplarına ait ortalama progesteron değerleri.

Progesteron düzeyi ile gün arasında pozitif yönde düşük düzeyde (+) ilişki bulunmaktadır (0,09). Progesteron ile göz, burun, vulva ve rektal sıcaklık arasında düşük düzeyde negatif yönlü (sırasıyla -0,08, -0,16, -0,03, -0,04) ilişki görülmüştür. Progesteron ile grup arasında anlamlı ölçüde ($p<0,05$) orta düzeyde negatif yönlü (-0,32) ilişki tespit edilmiştir.

Rektal sıcaklık ile grup arasında anlamlı ölçüde ($p<0,01$) pozitif yönlü orta düzeyde (0,35) ilişki tespit edilmiştir. Rektal sıcaklık ile gün, göz, vulva sıcaklığı arasında düşük

düzeyde pozitif yönlü (sırasıyla 0,18, 0,04, 0,08) ilişki görülmüştür. Rektal sıcaklık ile burun sıcaklığı arasında ise anlamlı ölçüde ($p<0,05$) pozitif yönlü orta düzeyde (0,28) ilişki tespit edilmiştir.

Vulvadan termal kamera ile ölçülen sıcaklık ile grup, gün, göz ve burun sıcaklıkları arasında pozitif yönlü düşük düzeyde (sırasıyla 0,09, 0,14, 0,23, 0,13) ilişki görülmüştür.

Burun sıcaklığı ile grup, gün ve göz sıcaklıkları arasında pozitif yönlü düşük düzeyde (sırasıyla 0,10, 0,02, 0,10) ilişki görülmüştür.

Göz sıcaklığına bakıldığında grup ile pozitif yönlü düşük düzeyde (0,14) (+); gün ile (-0,04) negatif yönlü düşük düzeyde ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 7. Tüm tavşanlar için sıcaklık değerleri ile serum progesteron korelasyon düzeyleri.

	Grup	Gün	Göz	Burun	Vulva	Rektal	Progesteron
Grup	1						
Gün	0,00	1					
Göz	0,14	-0,04	1				
Burun	0,10	0,02	0,10	1			
Vulva	0,09	0,14	0,23	0,13	1		
Rektal	0,35**	0,18	0,04	0,28*	0,08	1	
Progesteron	-0,32*	0,09	-0,08	-0,16	-0,03	-0,04	1

* $P<0,05$; ** $P<0,01$: Korelasyonun anlamlı olduğunu gösterir.

5. TARTIŞMA

Provake ovulasyon görülen türlerde yalancı gebeliğin tanısında noninvaziv ve kolay uygulanabilirliği olan termal kamera görüntülerinin kullanımı bu çalışmanın ana amacı olup, çalışma materyali olarak düzenli sikluslarının olmaması ve provake ovulasyon göstermesi (Dal Bosco ve diğerleri, 2011; Dugré ve diğerleri, 1989), kolay ve ucuz temini nedeniyle tavşan kullanımı tercih edilmiştir. Özellikle bireysel kafeslerde bakılan ve erkek varlığından uzak yetiştirilen dişi tavşanlarda yalancı gebelik görülme oranı oldukça düşük olması beklenir. Ancak farklı nedenlerle erkek varlığı olmadan spontan ovulasyonların oluşabileceği ve yalancı gebeliğin şekillenebileceği bildirilmiştir (Bekyürek, 2010; Carter ve diğerleri, 2016; Donnelly, 2013). Sunulan tez çalışmada sırasında tüm hayvanlar bireysel kafeslerde ve oldukça stresi azaltılmış koşullarda bakılmışlardır. İndüksiyon amacıyla literatür çalışmalarla uyumlu dozda ve türde ilaç kullanımına (0,2 ml Buserelin, im) rağmen; iki çalışma grubuna ait P4 değerleri arasındaki farklılığın istatistiki olarak sadece 0. günde görülmesi, diğer günlerde ise yalancı gebe grubunda –fark yaratmayan- numerik artışın varlığı dikkat çekicidir. Bu durum çalışma süresince farklı günlerde spontan ovulasyon gösteren olası bireylerin varlığı ile açıklanabilir. Her ne kadar tavşanların provake ovulasyon gösterdiği bilinse de ayrı bakılan popülasyonlarda dahi %23 oranında yalancı gebeliğin görüldüğü bildirilmiştir (Carter ve diğerleri, 2016). Yapılan indüksiyon işleminin başarısının belirlenmesi için yapılan hormon ölçümlerinin çalışma sırasında hızlı P4 kiti kullanımı yerine, çalışma sonunda ELISA ile yapılması bu durumun daha geç farkedilmesine neden olmuştur. Yine de yalancı gebe grubuna ait serum P4 değerlerindeki yükselmenin ileriki çalışmalarda daha yüksek sayıda hayvan kullanımı ile belirginleşip istatistiksel olarak da tespit edilebilecektir. Karşılaşılan bu durumun ileride gerçekleştirilecek benzer çalışmalarda tüm bireylerin çalışma öncesinde yapılacak perine inspeksiyonu, vajinal sitoloji, hızlı hormon ölçümleri gibi yöntemlerle değerlendirilmesi ve luteal fazda olmadığının teyidi faydalı olabilir. Yine de bu klinik değerlendirme sırasındaki manüplasyonlarda ovulasyonun hekim tarafından uyarılabileceği olasılığı da (Donnelly, 2013) göz önünde tutulmalıdır. Yalancı gebe tavşanlarda östrojen, progesteron ve prolaktin hormonlarının etkisi altında gebelik davranışları görülebilir (Donnelly, 2013). Çalışmamızda yalancı gebe grubundaki tavşanlarda da karın altı tüylerini yolma ve yuva yapma davranışlarına rastlanmıştır.

Hayvanlar üzerinde yürütölmüş olan termografik çalışmaların en başarılı olduğu olguların akut enfeksiyonlardaki hipertermik faz, yoğun stres koşulları veya anestezi/ileri agoni durumundaki hipotermik olgular olduğu görölür (Dunbar ve MacCarthy, 2006; Dunbar ve diğlerleri, 2009; English ve diğlerleri, 2018; Travain ve diğlerleri, 2015). Tüm bu fizyolojik değışimler içerisinde yalancı gebelik olgusuna bağı sıcaklık değışimlerinin daha dar bir sıcaklık aralığında gerçekleşeceğinden diagnostik etkinliğinin sınırlı olması beklenen bir durumdur. Evcil ve yabani hayvanların reproduktif incelemelerinde termografinin kullanımında yalancı gebeliğin tanısı yeni bir uygulama olup, benzer bir uygulama panda ve köpekler üzerinde abdominal çekimler kullanılarak araştırılmıştır (Durrant ve diğlerleri 2004; 2006). Bu araştırma sonunda özellikle gebe pandalardaki çekimlerin köpeklere oranla daha hassas olduğu görölmüştür.

Tavşanlarda yapılan termografik çalışmalarda en uygun çekim bölgelerinin göz ve kulak içleri olduğu bilinmektedir (Redaelli ve diğlerleri, 2014). Ancak çalışmada alternatif bölgelerin araştırılması amaçlanarak buna burun ucu ve vulvar bölge de eklenmiştir. Bununla birlikte tavşanların kafes içindeki postürlerinde karın altını gizlemeleri de bu ölçümlerin yüze odaklı yapılması gereğı doğmuş ve sunulan çalışmada ölçümler bu durumlar gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Özellikle perine bölgesini kuyrukları ile kapatmaları nedeniyle vulvar sıcak değışimlerinin ölçümleri zorlayıcı olabilir. Yüz görüntülemelerinden farklı olarak hayvanların dışarıya çıkartılması, yatırılması ve bölgenin görünür hale getirilmesi için kuyruğun yana alınması stresi tetikleyebilecek ve sonuçları etkileyebilecek manüplasyonlar olduğu düşünülebilir. Bu tür olumsuzlukların önüne geçmek için hayvanların hep aynı kişi tarafından izlenmesi, usulüne uygun şekilde stres oluşturmada ele alınması etkili olacaktır.

Mevcut hayvan sayısıyla elde edilen veriler çerçevesinde bu çalışma değerlendirildiğinde: göz, burun ve vulvar bölge termal çekimlerin diagnostik açıdan en hassas olduğu dönemin 10. gün olduğu görölmüştür. Yalancı gebelikte CL 16-18 gün boyunca işlevseldir ve bu nedenle yalancı gebe tavşanların CL'si PGF-2 α luteal yanıtın artmasının bir sonucu olarak gerilemeye başlar (Dugré ve diğlerleri, 1989). Yalancı gebelikte şekillenen CL'nin 10-12 gün varlığını sürdürmesi (Donnelly, 2013) ve artan P4'nin katabolik metabolizmayı harekete geçirerek bazal vücut sıcaklığını yükselttiğı (Regidor, 2014) göz önüne alındığında bu durum literatür bilgi ile uyumludur. İstatistiki analizler sonucunda elde edilen P değlerleri göz önüne alındığında, yalancı gebe grubunda 10. günde görölen belirgin sıcaklık artışı sırasıyla en çok gözde, ardından vulva ve burun bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. İlgili dönemde luteolitik ajanlara yanıt verecek olgun bir CL bulunmaktadır. Göz sıcaklığının rektal sıcaklık ile olan yüksek korelasyonu farklı türlerde de tespit edilmiş ve

uzaktan yapılacak termal değerlendirmeler açısından kolaylık sağladığı bilinmektedir (Dunbar ve diğerleri, 2009; Redaelli ve diğerleri, 2014; Schaefer ve diğerleri, 2007; Johnson ve diğerleri, 2011). Bununla birlikte göz sıcaklığı stres yanıtın ölçümünde de etkin şekilde kullanılmaktadır (Foster ve Ijichi, 2017; Ludwig ve diğerleri, 2007) Gözdeki sıcaklık değişiminin vulvar bölgeden daha hassas olması, hayvanların kafesten çıkartılmadan sadece göz görüntülerinin yeterli olması açısından önemli bir kolaylıktır ve çalışmanın amacına uygunluğunu göstermektedir.

strus dönemindeki Chincillalarda vulvadaki hiperemiye bağlı olarak yapılan termal görüntülerde 2,33⁰C üzerinde artışı saptanmıştır (Polit ve diğerleri, 2018). Benzer şekilde tavşanlarda ve diğer çiftlik hayvanları için de östrus döneminde vulvar sıcaklık artışı termografi ile net şekilde belirlenebilmektedir (Façanha ve diğerleri, 2018; De Freitas ve diğerleri, 2018; Hellebrand ve diğerleri, 2003; Hurnik ve diğerleri, 1985; Osawa ve diğerleri, 2004; Scolari ve diğerleri, 2011). Ancak perivulvar bölge sıcaklık ölçümlerinin ineklerdeki gebelik tanısında başarılı olamadığı da belirtilmiştir (Radigonda ve diğerleri, 2017). Tavşanlarda da vulvar hiperemi östrusta grlr (Bekyürek, 2010); ancak yalancı gebelik bulguları arasında değildir. Buna rağmen sunulan tez çalışmasında yalancı gebeliğin 10. gününde kontrol grubuna oranla oranla 3.17⁰C sıcaklık artışı tespit edilmiştir. Vulvada hiperemi ya da siyanoz olmadığı halde grlen bu sıcaklık artışının göz ve burundaki ölçümlerle paralellik göstermesi beklenen bir sonuçtur, ancak konuya ilişkin kısıtlı literatür yorumlanmasında zorluk yaratmaktadır. Vulvar ölçümlerde perineal bölgenin aşırı tüylü olması nedeniyle uygulama pratik değildir ve bu durum önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Polit ve diğerleri, 2018). İlerleyen çalışmalarda ölçüm yapılırken bölgede bulunan tüyler, rektumun dış yüzeyinde bulunabilecek ve tam anlamıyla temizlenemeyen dışkı kalıntısı artefakt oluşturup sıcaklık ölçümünü engelleyebileceği unutulmamalıdır.

Çalışmada alınan rektal sıcaklık ölçümleri incelendiğinde termografik ölçümlerle benzer eğri göstermediği grlmştr. Yalancı gebe grubundaki belirgin sıcaklık artışı 15. günde gözlenmiştir. şekil 4'teki grafikte de görüldüğü gibi yalancı gebe grubunda 10. ve 15. günlerdeki sıcaklık artışının sadece 15. günde belirgin olduğu grlmştr (p<0,001). Sıcaklık değişimlerinin iki farklı yöntemde farklı günlerde tespit edilmesi dikkat çekicidir. Rektal sıcaklık ölçümünün oldukça basit ve kolay bir uygulama olmasına karşın derecenin rektum içinde dışkıya teması ve mukozaya yeterince temas etmemesi bu uyumsuzluğun nedeni olabilir. Ek olarak, uzak infrared termografik çekimden farklı olarak, rektal derece ölçümündeki manplasyonların oluşturduğu stres sonuçları etkilemiş olabileceği

düşünülmüştür. Bir diğer sorun da rektal sıcaklık ölçümleri sırasında ovulasyonun uyarılma riskinin bulunmasıdır.

Çalışma sırasında kontrol grubundaki P4 değerlerinin yalancı gebe grubuna yakın seyretmesinin olası bir nedeni de bu ölçümler sırasındaki kontrolsüz uyarımlardır.

P4 seviyesinin 10-12. günlerde azalmaya başlamasıyla göz, burun ve rektal sıcaklığın artmaya devam etmesi Tablo 7’de görüldüğü gibi progesteron ile göz, burun, rektal sıcaklık arasında negatif bir korelasyon olduğunu göstermektedir. P4 düzeyi ile gruplar arası negatif korelasyon ise yalancı gebe grubundaki P4 düzeyinin 10. güne kadar artıp sonra azalmasıyla paralel bir bulgudur.

Benzer çalışmalarda yapılan P4 ölçümleri ile ilgili olarak, literatür bilgide tavşanlardaki serum progesteron düzeylerinin yalancı gebelik boyunca yüksek olduğu, ölçülen üst sınırla değerlerinin ise 30 ng/ml civarında olduğu bildirilmiştir. Korpus luteumun regresyonu ile birlikte ise progesteronda hızlı bir düşüş yaşanmakta ve 0,6 ng/ml’nin altına gerilediği ifade edilmiştir (Maranesi ve diğerleri, 2018; Michael Orstead ve diğerleri, 1988). Genel olarak değerlendirildiğinde literatür çalışmaları P4 ölçüm biriminin ng/ml olduğu görülmektedir (Maranesi ve diğerleri, 2018). Ancak sunulan çalışmada kullanılan kitler nedeniyle pmol/L düzeyinde hesaplamalar yapılmıştır. Bu birimin geçmiş tarihli literatürlerde geçtiği (Fragalà ve diğerleri, 2015), güncel ölçüm biriminin ise ng/ml olması (Michael Orstead ve diğerleri, 1988; Maranesi ve diğerleri, 2018) elde edilen bulguların tartışılması sırasında zorluk oluşturduğundan genç araştırmacılar tarafından göz önünde tutulması gereken bir durumdur.

Sonuç olarak, yalancı gebelik geçiren tavşanlarda 10. günde vücudun farklı bölgelerinden alınacak termografik ölçümlerde sıcaklık artışı kolaylıkla belirlenebilir. Bu durum diğer bireylerden ayırımı noktasında bir ön tanı bulgusu olarak kabul edilmeli ve diğer klinik /laboratuvar ölçümleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Türe bağlı olarak ayrı yetiştirmelerde dahi yalancı gebeliğin görülmesi ve bu durumun manüplasyonlar sırasında da uyarılıyor oluşu nedeniyle elde edilecek bulguların incelenmesinde dikkatli olunmalıdır. Termografik ölçümler tavşan gibi stres düzeyi yüksek türler için oldukça kullanışlı bir değerlendirme tekniği olmakla birlikte, uygulama şekli açısından düzenleme ve iyileştirmelere açık bir alan olduğu anlaşılmıştır. Gelecekte yapılacak benzer çalışmalar ile optimum koşulların ve ön hazırlıkların yapılması daha hassas ve etkin uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Laboratuvar hayvanlarının genel ve reproduktif değerlendirilmeleri amacıyla infrared termografi kullanımı kolay, hızlı ve stres oluşturmeyen bir uygulamadır.
2. Yalancı gebeliğin indüksiyonu amacıyla yapılacak enjeksiyonlar öncesinde P4 ölçümü, vulva inspeksiyonu ve vajinal sitoloji gibi alternatif yöntemler ile spontan ovulasyonların tespiti gereklidir.
3. Göz ve burun bölgesinin termografik ölçümleri hayvanlar kafes dışına alınmadan kolay ve etkili bir şekilde yapılabilir. Bu sırada stres faktörleri minimize edilebilir.
4. Göz termografisi ile yalancı gebe tavşanların belirlenmesi 10. günde yüksek hassasiyetle yapılabilir.
5. Vulvar termografi ve rektal sıcaklık ölçümleri sırasında hayvanların tutulması ve derecenin yerleştirilmesi sırasında stres ve ovulasyon oluşturma riski taşıdığı unutulmamalıdır.
6. Gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda serum P4 ölçümlerinin gerçek zamanlı olarak uygulanması çalışma sırasında karşılaşılabilecek farklı durumların erken tespitinde faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

- Alaçam, E. (1997). Üremenin Denetlenmesi. E. Alaçam (Ed.), *Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite* (ss. 59-68). Ankara: Medisan.
- Alan, A. (2012). Termografi ve veteriner hekimliğinde kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(2), 133-140.
- Arenas, A. J., Gómez, F., Salas, R., Carrasco, P., Borge, C., Maldonado, A., ..., Martínez-Moreno, F. J. (2002). An evaluation of the application of infrared thermal imaging to the tele-diagnosis of sarcoptic mange in the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). *Veterinary Parasitology*, 109(1-2), 111-117. doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00248-0
- Batchelor, G. R. (1999). The Laboratory Rabbit. Poole T (Ed.), *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals* (pp. 395-408). Oxford: Blackwell Science.
- Bekyürek T. (2010). Laboratuvar Hayvanlarında Üreme ve Sorunları. In: Alaçam E (ed), *Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite* (ss. 355-381). Ankara: Medisan.
- Bekyürek, T. (1998, 19-20 Mart). *Tavsanlarda üreme ve sorunları*. 1. Bilimsel Kürk Hayvancılığı Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Bekyürek, T. (1999). Laboratuvar hayvanlarında üreme ve sorunları (2.baskı). In: Alaçam, E. (ed), *Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite* (ss:355-381). Ankara: Medisan.
- Bell, D. J. (1999). The European wild rabbit. In: Poole T (ed), *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals* 7th edition, pp:389-394. Oxford: Blackwell Publishing.
- Bell, D. J., Webb, N. J. (1991). Effects of climate on reproduction in the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Zoology*, 224(4), 639-648. doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb03792.x
- Bennett B. (2001). *Store's Guide to Raising Rabbits*. 3 rd ed, Storey Communications Inc pp: 288. USA.
- Berry, R. J., Kennedy, A. D., Scott, S. L., Kyle, B. L., Schaefer, A. L. (2003). Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal of Animal Science*, 83(4), 687-693. doi.org/10.4141/A03-012

- Bowers, S., Gandy, S., Anderson, B., Ryan, P., Willard, S. (2009). Assessment of pregnancy in the late-gestation mare using digital infrared thermography. *Theriogenology*, 72(3), 372-377. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.005
- Browning, J. Y., Landis Keyes, P., Wolf, R. C. (1980). Comparison of Serum Progesterone, 20 α -Dihydroprogesterone, and Estradiol-17 β in Pregnant and Pseudopregnant Rabbits: Evidence for Postimplantation Recognition of Pregnancy. *Biology of Reproduction*, 23(5), 1014-1019. doi.org/10.1095/biolreprod23.5.1014
- Carter, C. L., Adams, J. K., Czarra, J. A., Coan, P. N. (2016). An incidence of pseudopregnancy associated with the social enrichment of rabbits (*Oryctolagus cuniculi*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 55(1), 98-99.
- Cilulko, J., Janiszewski, P., Bogdaszewski, M., Szczypińska, E. (2013). Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *European Journal of Wildlife Research*, 59(1), 17-23.
- Clauss, M., Frey, R., Kiefer, B., Lechner-Doll, M., Loehlein, W., Polster, C., ..., Streich, W. J. (2003). The maximum attainable body size of herbivorous mammals: morphophysiological constraints on foregut, and adaptations of hindgut fermenters. *Oecologia*, 136(1), 14-27. doi 10.1007/s00442-003-1254-z
- Colby, E. D. (1986). The Rabbit. D.A. Morrow (Ed.), *Current Therapy in Theriogenology*, (pp. 1005- 1008). Philadelphia: W.B. Saunders Comp.
- Çolak, A., Polat, B., Okumus, Z., Kaya, M., Yanmaz, L. E., Hayirli, A. (2008). Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4244-4248. doi.org/10.3168/jds.2008-1258
- Dal Bosco, A., Rebollar, P. G., Boiti, C., Zerani, M., Castellini, C. (2011). Ovulation induction in rabbit does: current knowledge and perspectives. *Animal Reproduction Science*, 129(3-4), 106-117. doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.11.007
- De Freitas, A. C. B., Vega, W. H. O., Quirino, C. R., Junior, A. B., David, C. M. G., Geraldo, A. T., ..., Dias, A. J. B. (2018). Surface temperature of ewes during estrous cycle measured by infrared thermography. *Theriogenology*, 119, 245-251. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.07.015
- De Lima, V., Piles, M., Rafel, O., López-Béjar, M., Ramón, J., Velarde, A., Dalmau, A. (2013). Use of infrared thermography to assess the influence of high environmental temperature on rabbits. *Research in Veterinary Science*, 95(2), 802-810. doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.04.012

- De Ruediger, F. R., Yamada, P. H., Barbosa, L. G. B., Chacur, M. G. M., Ferreira, J. C. P., de Carvalho, N. A. T., ..., Oba, E. (2018). Effect of estrous cycle phase on vulvar, orbital area and muzzle surface temperatures as determined using digital infrared thermography in buffalo. *Animal Reproduction Science*, 197, 154-161. doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.023
- Donnelly, T. M. (2013). Pseudopregnancy. J. Mayer (Ed.), *Clinical veterinary advisor birds and exotic pets* (pp. 411-412). Saint Louis: W.B. Saunders.
- Doonan, G. and Appelt, M. (2008). The Canadian approach to science-based regulation of the long distance transport of animals. *Veterinaria Italiana*, 44(1), 95-99.
- Dugré, F. J., Lambert, R. D., Bélanger, A., Fortier, M. A. (1989). Relationship between steroid levels in peripheral serum and uterine tissue during pseudopregnancy in rabbit. *Theriogenology*, 31(2), 353-360. doi.org/10.1016/0093-691X(89)90541-4
- Dunbar, M. R., Johnson, S. R., Rhyan, J. C., McCollum, M. (2009). Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot-and-mouth disease. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 40(2), 296-301. doi.org/10.1638/2008-0087.1
- Dunbar, M. R. and MacCarthy, K. A. (2006). Use of infrared thermography to detect signs of rabies infection in raccoons (*Procyon lotor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 37(4), 518-523. doi.org/10.1638/06-039.1
- Durrant BS, Schwede T, Spady TJ. (2004). *The potential utility of thermography to differentiate pregnancy and pseudopregnancy in bears*. Proceedings, 15th International Conference on Bear Research and Management. San Diego, CA.
- Durrant, B. S., Ravida, N., Spady, T., Cheng, A. (2006). New technologies for the study of carnivore reproduction. *Theriogenology*, 66(6-7), 1729-1736. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.02.046
- Düzgün, D. ve OR, M. (2009). Termal kameraların tıpta veteriner hekimlikte kullanımı. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(4), 468-475.
- Eddy, A. L., Van Hoogmoed, L. M., Snyder, J. R. (2001). The role of thermography in the management of equine lameness. *The Veterinary Journal*, 162(3), 172-181. doi.org/10.1053/tvjl.2001.0618
- English, J., Johnson, A. K., Stalder, K. J., Karriker, L. A., Pairis-Garcia, M., Bruns, C. (2018). Evaluation of How Anesthesia Affect Body Temperature in Sows Using Infrared Thermography. *Iowa State University Animal Industry Report*, 15(1), doi.org/10.31274/ans_air-180814-399

- Façanha, D. A. E., Peixoto, G. C. X., Ferreira, J. B., de Souza, J. E. R., Paiva, R. D. M., Ricarte, A. R. F. (2018). Detecting estrus in Canindé goats by two infrared thermography methods. *Acta Veterinaria Brasilica*, 12(2), 49-54. doi.org/10.21708/avb.2018.12.2.7243
- Foster, S. and Ijichi, C. (2017). The association between infrared thermal imagery of core eye temperature, personality, age and housing in cats. *Applied Animal Behaviour Science* 189, 79-84. doi.org/10.1016/j.applanim.2017.01.004
- Fragalà, S., Medica, P., Grande, F., Vazzana, I., Fazio, E. (2015). Evaluation of seasonal changes of serum and plasma estradiol-17 β , progesterone and testosterone in dolphins (*Tursiops truncatus*) by chemiluminescence. *Veterinary World*, 8(8), 977. doi: 10.14202 / vetworld.2015.977-982
- Franco, N. H., Gerós, A., Oliveira, L., Olsson, I. A. S., Aguiar, P. (2019). ThermoLabAnimal–A high-throughput analysis software for non-invasive thermal assessment of laboratory mice. *Physiology & Behavior*, 207, 113-121. doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.05.004
- Geyer, A., Daub, L., Otzdorff, C., Reese, S., Braun, J., Walter, B. (2016). Reversible estrous cycle suppression in prepubertal female rabbits treated with slow-release deslorelin implants. *Theriogenology*, 85(2), 282-287. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.037
- Harris, M. A. and Kesel, M. L. (1990). An improved method for accurately timed mating in rats. *Laboratory Animal Science*, 40(4), 424-425.
- Head, M. J. and Dyson, S. (2001). Talking the temperature of equine thermography. *The Veterinary Journal*, 3(162), 166-167. doi 10.1053 / tvjl.2001.0639
- Hellebrand, H. J., Brehme, U., Beuche, H., Stollberg, U., Jacobs, H. (2003). *Application of thermal imaging for cattle management*. In Proc., 1st European Conference on Precision Livestock Farming, Berlin, Germany.
- Hilsberg S. (1998, May 21–24). Infrared-thermography in zoo animals: new experiences with this method, its use in pregnancy and inflammation diagnosis and survey of environmental influences and thermoregulation in zoo animals. *European Association of Zoo- and Wildlife Veterinarians (EAZWV)*, Chester, Second scientific meeting. (pp. 21-24)
- Hilsberg, S., Goltenboth, R., Eulenberger, K. (1997). Infrared thermography of zoo animals, first experience in its use for pregnancy diagnosis. *Verh Ber Erkrgr Zootiere*, 38, 187-190.

- Hilsberg-Merz, S. (2007). Infrared thermography in zoo and wild animals. In Fowler, M.E. & Miller, R.E. (eds) *Zoo and Wild Animal Medicine. Current Therapy*, 6th edn. Philadelphia: Saunders.
- Holah, G.D. (1995) Some practical aspects of thermography in competition horses. K. Ammer & E.F.J. Ring (Eds.), *The Thermal Image in Medicine and Biology* (pp. 156–163). Austria: Uhlen-Verlag, Wien.
- Hoogmoed, L. M. and Snyder, J. R. (2002). Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *The Veterinary Journal*, 164(2), 129-141. doi.org/10.1053/tvj.2002.0719
- Hovinen, M., Siivonen, J., Taponen, S., Hänninen, L., Pastell, M., Aisla, A. M., Pyörälä, S. (2008). Detection of clinical mastitis with the help of a thermal camera. *Journal of Dairy Science*, 91(12), 4592-4598. doi.org/10.3168/jds.2008-1218
- Hurnik, J. F., Boer, S. D., Webster, A. B. (1984). Detection of health disorders in dairy cattle utilizing a thermal infrared scanning technique. *Canadian Journal of Animal Science*, 64(4), 1071-1073.
- Hurnik, J. F., Webster, A. B., DeBoer, S. (1985). An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a thermal infrared scanning technique. *Journal of Animal Science*, 61(5), 1095-1102. doi.org/10.2527/jas1985.6151095x
- Huynh, M. (2019). Smartphone-based device in exotic pet medicine. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 22(3), 349-366. doi.org/10.1016/j.cvex.2019.05.001
- Johnson, S. R., Rao, S., Hussey, S. B., Morley, P. S., Traub-Dargatz, J. L. (2011). Thermographic eye temperature as an index to body temperature in ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31(2): 63-66. doi.org/10.1016/j.jevs.2010.12.004
- Jones, M., Denson, A., Williams, E., Dos Santos, A., Graves, K., Kouba, A., Willard, S. (2005, January). Assessing pregnancy status using digital infrared thermal imaging in Holstein heifers. *In Journal of dairy science* 88, 40-41.
- Kersten, A. M. P., Meijsser, F. M., Metz, J. H. M. (1989). Effects of early handling on later open-field behaviour in rabbits. *Applied Animal Behaviour Science*, 24(2), 157-167. doi.org/10.1016/0168-1591(89)90043-9
- Kotrba, R., Knížková, I., Kunc, P., Bartoš, L. (2007). Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, 32(6), 355-359. doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.006

- Kunc, P., Knížková, I., Přikryl, M., Maloun, J. (2007). Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 40(1), 29-32.
- Laughmiller, J. A., Spire, M. F., Dritz, S. S., Fenwick, B. W., Hosni, M. H., Hogge, S. B. (2001). Relationship between mean surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumonia*. *American Journal of Veterinary Research*, 62, 676-81. doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.676
- Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., De Rochambeau, H. (1997). *The Rabbit: Husbandry, Health, and Production*. Rome: Food and Agriculture organization of the United Nations (pp. 45-60). Roma: FAO
- Lidfors, L. and Edström, T. (2010). The Laboratory Rabbit, 8th ed, In: Hubrecht R, Kirkwood J (Eds.), *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals* (pp. 399-417). Oxford: Blackwell Publishing.
- Ludwig, N., Luzi, F., Gargano, M., Carenzi, C., Verga, M. (2007). Applicability of infrared thermography as a non invasive measurements of stress in rabbit. *World Rabbit Science*, 15(4), 199-206. doi.org/10.4995/wrs.2007.588
- Maranesi, M., Petrucci, L., Leonardi, L., Piro, F., Rebollar, P. G., Millán, P.,..., Zerani, M. (2018). New insights on a NGF-mediated pathway to induce ovulation in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Biology of Reproduction*, 98(5), 634-643. doi.org/10.1093/biolre/ioy041
- Marcinkiewicz, J. L., Moy, E. S., Bahr, J. M. (1992). Change in responsiveness of rabbit corpus luteum to prostaglandin F-2 α during pregnancy and pseudopregnancy. *Reproduction*, 94(2), 305-310. doi.org/10.1530/jrf.0.0940305
- Marco Jiménez, F., García Diego, F. J., Vicente Antón, J. S. (2017). Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. *World Rabbit Science*, 25(1), 17-25. doi:10.4995/wrs.2017.5728
- Marr, C. M. (1992). Microwave thermography: a non-invasive technique for investigation of injury of the superficial digital flexor tendon in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 24(4), 269-273. doi.org/10.1111/j.2042-3306.1992.tb02833.x
- Mauck, B., Eysel, U., Dehnhardt, G. (2000). Selective heating of vibrissal follicles in seals (*Phoca vitulina*) and dolphins (*Sotalia fluviatilis guianensis*). *Journal of Experimental Biology*, 203(14), 2125-2131.

- Mccafferty, D. J. (2007). The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Review*, 37(3), 207-223. doi.org/10.1111/j.1365-2907.2007.00111.x
- McNitt, J. I., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R., Patton, N. M. (2013). Rabbit Reproduction, 9th ed In: Rabbit Production (pp. 144-159). USA.
- McNitt, J. I., Cheeke, P. R., Patton, N. M., Lukefahr, S. D. (1996). Rabbit Production. Interstate Publishers (pp. 243-260). USA: CABI.
- Meola, C. and Carlomagno, G. M. (2004). Recent advances in the use of infrared thermography. *Measurement Science and Technology*, 15(9), R27. doi.org/10.1088/0957-0233/15/9/R01
- Michael Orstead, K., Hess, D. L., Spies, H. G. (1988). Pulsatile patterns of gonadotropins and ovarian steroids during estrus and pseudopregnancy in the rabbit. *Biology of Reproduction*, 38(4), 733-743. doi.org/10.1095/biolreprod38.4.733
- Myers K., Parer I., Wood D., Cooke B. D. (1994). The rabbit in Australia. H. V. Thompson and C. M. King (Eds.) In *'The European Rabbit: the History and Biology of a Successful Colonizer'* (pp. 108-157). Oxford: Oxford University Press.
- Nakayama, K., Goto, S., Kuraoka, K., Nakamura, K. (2005). Decrease in nasal temperature of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) in negative emotional state. *Physiology & Behavior*, 84(5), 783-790.
- Narayan, E., Perakis, A., Meikle, W. (2019). Using thermal imaging to monitor body temperature of koalas (*Phascolarctos cinereus*) in a zoo setting. *Animals*, 9(12), 1094. doi.org/10.3390/ani9121094
- Nikkhah, A., Plaizier, J. C., Einarson, M. S., Berry, R. J., Scott, S. L., Kennedy, A. D. (2005). Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2749-2753. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72954-4
- Olğaç, K. T., Akçay, E., Çil, B., Uçar, B. M., Daşkın, A. (2017). The use of infrared thermography to detect the stages of estrus cycle and ovulation time in anatolian shepherd dogs. *Journal of Animal Science and Technology*, 59(1), 1-6. doi.org/10.1186/s40781-017-0146-4
- Osawa T, Tanaka M, Morimatsu M, Hashizume K, Syuto B. (2004, August, 4-7). *Use of infrared thermography to detect the change in the body surface temperature with estrus in the cow*. Proceedings from the 2004 SFT/ACT Annual Conference & Symposium. Kentucky-USA.

- Otilia, C., Tanase, A., Miclaus, I. (2006). Digital infrared thermography in assessing soft tissues injuries on sport equines. *Buletin USAMV-CN*, 63, 228-233.
- Pabst, D. A., McLellan, W. A., Meagher, E. M., Westgate, A. J. (2002). *Measuring temperatures and heat flux from dolphins in the Eastern Tropical Pacific: is thermal stress associated with chase and capture in the ETP-tuna purse seine fishery*. Final Report on the Chase Encirclement Stress Study, CIE-S04 to the US National Marine Fisheries Service, La Jolla, CA, USA.
- Palmon, L. U., Foshager, M. C., Parantainen, H., Everson, L. I., Cunningham, B. (1997). Ruptured or intact: what can linear echoes within silicone breast implants tell us? *American Journal of Roentgenology*, 168(6), 1595-1598.
- Polit, M., Rzaşa, A., Rafajłowicz, W., Nizański, W. (2018). Infrared technology for estrous detection in Chinchilla lanigera. *Animal Reproduction Science*, 197, 81-86. doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.012
- Ptaszynska, M. (2001). Reproduction in the Rabbit. In: Ptaszynska (Ed). *Compendium of Animal Reproduction* (pp. 243-256). International Intervet Publisher.
- Purohit, R. C. and McCoy, M. D. (1980). Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *American Journal of Veterinary Research*, 41(8), 1167-1174.
- Radigonda, V. L., Pereira, G. R., da Cruz Favaro, P., Júnior, F. A. B., Borges, M. H. F., Galdioli, V. H. G., Júnior, C. K. (2017). Infrared thermography relationship between the temperature of the vulvar skin, ovarian activity, and pregnancy rates in Braford cows. *Tropical Animal Health and Production*, 49(8), 1787-1791.
- Redaelli, V., Ludwig, N., Cosat, L. N., Crosta, L., Riva, J., Luzi, F. (2014). Potential application of thermography (IRT) in animal production ad for animal welfare. A case report of working dogs. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, 50(2), 147-152.
- Regidor, P. A. (2014). Progesterone in peri-and postmenopause: a review. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 74(11), 995. doi: 10.1055 / s-0034-1383297
- Ring, E. F. J. (2004). The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology*, 43(6), 800-802. doi.org/10.1093/rheumatology/keg009
- Rogalski, A. and Chrzanowski, K. (2002). Infrared devices and techniques. *Optoelectronics Review*, 10(2), 111-136.
- Rommers, J. M., Boiti, C., De Jong, I., Brecchia, G. (2006). Performance and behaviour of rabbit does in a group-housing system with natural mating or artificial insemination. *Reproduction Nutrition Development*, 46(6), 677-687.

- Ruegg, P. L. (2017). A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381-10397. doi.org/10.3168/jds.2017-13023
- Schaefer, A. L., Cook, N. J., Church, J. S., Basarab, J., Perry, B., Miller, C., Tong, A. K. W. (2007). The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Research in Veterinary Science*, 83(3), 376-384. doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.01.008
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., Stookey, J. M. (1997). The use of infrared thermography to assess inflammation associated with hot-iron and freeze branding in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(4), 577-583. doi.org/10.4141/A97-019
- Scolari, S. C., Clark, S. G., Knox, R. V., Tamassia, M. A. (2011). Vulvar skin temperature changes significantly during estrus in swine as determined by digital infrared thermography. *Journal of Swine Health and Production*. 19(3), 151-155.
- Speakman, J. R. and Ward, S. (1998). Infrared thermography: principles and applications. *Zoology: Analysis of Complex Systems*, 101(3), 224-232.
- Sykes, D., Chromiak, A., Couvillion, S., Gerard, P., Crenshaw, M., Willard, S., Ryan, P. (2006, January). Estrus detection in gilts using digital infrared thermal imaging. *Journal of Animal Science*, 84, 1.
- Sykes, D. J., Couvillion, J. S., Chromiak, A., Bowers, S., Schenck, E., Crenshaw, M., Ryan, P. L. (2012). The use of digital infrared thermal imaging to detect estrus in gilts. *Theriogenology*, 78(1), 147-152. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.01.030
- Szendrő, Z., Szendrő, K., Dalle Zotte, A. (2012). Management of reproduction on small, medium and large rabbit farms: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(5), 738. doi: 10.5713 / ajas.2012.12015
- Talukder, S., Kerrisk K. L., Ingenhoff L., Thomson P.C., Garcia S. C., Celi P. (2014). Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-base system. *Theriogenology*, 81 (7), 925-935. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.009
- Talukder, S., Thomson, P. C., Kerrisk, K. L., Clark, C. E. F., Celi, P. (2015). Evaluation of infrared thermography body temperature and collar-mounted accelerometer and acoustic technology for predicting time of ovulation of cows in a pasture-based system. *Theriogenology*, 83(4), 739-748. doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.11.005
- Tattersall, G. J. (2016). Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 202, 78-98. doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.02.022

- Travain, T., Colombo, E. S., Heinzl, E., Bellucci, D., Previde, E. P., Valsecchi, P. (2015). Hot dogs: Thermography in the assessment of stress in dogs (*Canis familiaris*)-A pilot study. *Journal of Veterinary Behavior*, 10(1), 17-23. doi.org/10.1016/j.jveb.2014.11.003
- Trum, J. W., Gubler, F. M., Laan, R., Van der Veen, F. (1996). The value of palpation, varicoscreen contact thermography and colour Doppler ultrasound in the diagnosis of varicocele. *Human Reproduction*, 11(6), 1232-1235. doi.org/10.1093/oxfordjournals.humrep.a019362
- Turner, T. A. (2001). Diagnostic thermography. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 17(1), 95-114. doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30077-9
- Vaden, M. F., Purohit, R. C., McCoy, M. D., Vaughan, J. T. (1980). Thermography: A technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *American Journal of Veterinary Research*, 41(8), 1175-1179.
- Vollmer, M. and Möllmann, K. P. (2017). Introduction. John Wiley & Sons (Eds.). *Infrared thermal imaging: fundamentals, research and applications*. (pp.1-2). Weinheim, Germany.
- Willard, S. T., Vinson, M. C., Godfrey, R. W. (2006, January). Digital infrared thermal imaging of the eye as correlated to rectal and vaginal temperature measurements in the ewe. In *Journal of Animal Science* 84, ss. 434-434.
- Williams, C. (2019, 10 Jan). The use of thermal imaging technology to enhance livestock production. Farming Connect, Aberystwyth University, United Kingdom.
- Yang, C., Li, G., Zhang, X., Gu, X. (2018). Udder skin surface temperature variation pre-and post-milking in dairy cows as determined by infrared thermography. *Journal of Dairy Research*, 85(2), 201-203. doi: 10.1017 / S0022029918000213.
- Yasothai, R. (2017). Effect of premilking and postmilking teat dipping in control of subclinical mastitis in dairy cattle. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6, 1413-1417.
- Yavru, N. ve Yavru, S. (1996). Deney Hayvanları, Konya, Selçuk Üniversitesi. *Veteriner Fakültesi Yayın Üitesi*, 119-127.
- Ypsilanti, P., Saratsis, P. H. (1999). Early pregnancy diagnosis in the rabbit by real time ultrasonography. *World Rabbit Science*, 7(2), 95-99. doi.org/10.4995/wrs.1999.385
- Zavos, P. M., Correa, J.R. , Panayota, N., Zarmakoupis-Zavos, M. D. (1998). Assessment of a tablet drug delivery system incorporating nonoxynol-9 coprecipitated with polyvinylpyrrolidone in preventing the onset of pregnancy in rabbits. *Fertility and Sterility*, 69, 4,768-773. doi.org/10.1016/S0015-0282(98)00004-1