

## Termografi ve Veteriner Hekimliğinde Kullanımı

Aydın ALAN

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE

**Özet:** İnfrared termografi, yüzeylerden yayılan ısıyı ölçer ve bunları termogram denilen görüntülere dönüştürür. Tıp ve veteriner hekimliğinde kullanılan, uzaktan görüntü almaya imkan tanıyan, non invaziv, ağrısız, güvenli bir yöntemdir. Termografi, iskelet kas sistemi, nörolojik yaralanmalar ve patolojik durumların tanı ve teşhisinde zamanla popülerliği artan bir yöntemdir. Özellikle veteriner hekimlikte kullanımının kolay olması, taşınabilir ve hayvana temas etmeden görüntü alınması çok büyük avantajlar sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hayvanlar, termografi, veteriner hekimlik.

### Thermography and Applications in Veterinary Medicine

**Summary:** Infrared thermography measures the heat emitted from surfaces and converts them to images called thermogram. It is a safe, painless, and non-invasive method which allows to get view remotely. It is used in both human and veterinary medicine. Thermography is an increasingly popular method in the diagnosis and treatment of skeletal muscle system, neurological injuries and pathological conditions. Especially in veterinary medicine its portability, practicality and capacity to obtain image without touching the animal is a great advantage.

**Key Words:** Animals, thermography, veterinary medicine.

### Giriş

Termografi 19. yüzyıl başlarında bir astronom olan Sir William Herschel tarafından bir prizma, kağıt tablo ve farklı renklerin ısıyı ölçebilen siyahlaştırılmış hazneli bir termometre kullanılarak yaptığı ilk deneyler ile başlamıştır. Herschel, prizmadan gün ışığını geçirerek gökkuşağı renklerini elde etmiş ve bu renkleri bir termometreye yansıtıp termometreyi bu renkler arasında hareket ettirmiş ve ısıda değişimler olduğunu keşfetmiştir. Mordan kırmızıya kadar değişen renkler içerisinde en yüksek sıcaklığın ise kırmızı ışığın altında elde edilebildiğini belirlemiştir. Radyasyona yol açan bu ısı görülememektedir. Herschel bu görülemeyen radyasyonu kalorifik ışın olarak tanımlamıştır. Günümüzde ise bu ışın infrared (IR - kızılaltı) olarak bilinmektedir. Herschel'in 1940 yılında ölümünden sonra oğlu John Herschel evaporograph tekniği kullanıp güneş ışığından ilk termal görüntüyü elde etmiştir. Bu görüntüyü tanımlamak için termogram ismini kullanmıştır ve bu tanımlama günümüzde de halen yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk infrared görüntüleme sistemleri 1940'lı yıllarda ve sonrasında geliştirilerek endüstri ve tıp alanında kullanılmaya başlanmıştır. 1960 ve 70'li yıllar boyunca da Avrupa, Amerika ve Japonya termal görüntüleme sistemlerini daha da geliştirmiş ve yaygın şekilde kullanmaya başlamışlardır (36).

Bilindiği gibi mutlak sıfırın (-273°K) üzerinde ısıya sahip olan tüm nesnelere çevrelerine elektromanyetik radyasyon yayarlar (26). Cisim içindeki atomların titreşimleri cismin sıcaklığı ile doğru orantılıdır ve atomların titreşimleri arttıkça, cismin yaydığı radyasyonun da şiddeti artar (6). İnfrared ışığın dalga boyu 0.75 – 1000 µm (mikrometre) arasında değişmekte olup, infrared ışınlar ışık spektrumunun görünmeyen kısmını oluşturmaktadır. Tam olarak 0.7-1000 µm arasında olan IR spektrum bandı aşağıdaki alt bantlara bölünmüştür (16,47). 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. IR (Infra-red) cihazlar ise kısa dalga (Short wave (SW)) : penceresi 3-6 µm, uzun dalga (Long wave (LW)) : penceresi 6-15 µm, aralığında ölçüm yaparlar (38). Bir cismin elektromanyetik spektrumunun IR bandında yaymakta olduğu termal enerjiyi, görünen bir resme çevirme yöntemine infrared görüntüleme tekniği denir. İnfrared görüntülemenin temelinde basit olarak bir kamera, bir seri değiştirilebilir optik cihazlar ve bir bilgisayar vardır diyebiliriz. Kameranın kalbi ve en önemli kısmı ise cisimlerden ya da objelerden yayılan infrared ışınları alıp absorbe eden ve bunları elektrik sinyallerine dönüştüren infrared dedektördür (26). Termal görüntülemelerde ölçülen değer ısı enerjisi olduğundan termal kameralar ışık miktarı veya yoğunluktan etkilenmezler (8,23). Bu enerji gözle görülemez ve genellikle cismin yaklaşık olarak 2.5x10-5 mm kalınlığındaki yüzeyinden salınır (47). Kame-

ra'nın elde ettiği veriler Planck formülü, Wien eşitliği ve Boltzman denklemleri esas alınarak uygun ayarlama ile cisimlerin sıcaklık dağılımlarını elde etmemizi sağlarlar. Cismin 1 $\mu$  dalga boyu aralıklarında yaydığı ışımının spektral dağılımı, ışımının maksimum değeri, cismin 1cm<sup>2</sup> yüzeyinin yaydığı toplam enerji, cismin sahip olduğu enerjinin ne kadarını ışıma yaptığıının belirlendiği bu eşitlikler infrared ışım tekniklerinin temel prensiplerini oluşturmaktadırlar (16,46). Bir cismin yaydığı termal enerji esas olarak o cismin yüzey sıcaklığına bağlıdır. Bu nedenle, infrared görüntüleme, iki boyutlu sıcaklık ölçme tekniği olarak da tanımlanabilir (38).

### Termografi'nin Hekimlikte Kullanımı:

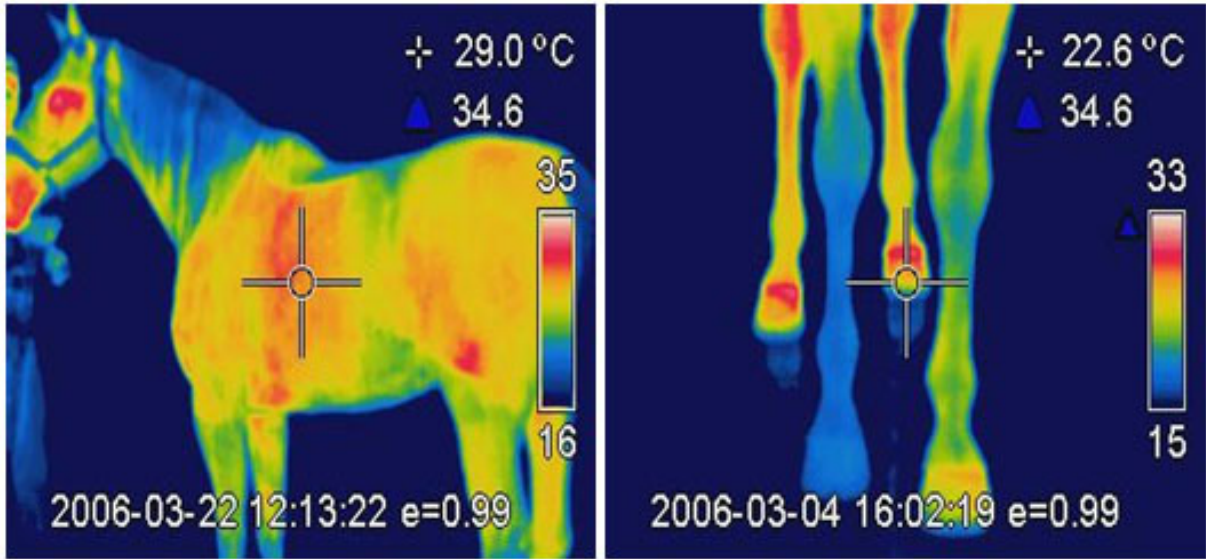
**1. Tıp Alanında:** Sağlık alanında IR görüntülerin kullanımı ilk olarak 1959 yılında başlamıştır (37). Termal görüntüleme yöntemi uygulayıcının, hastanın cilt yüzeyi sıcaklığındaki değişiklikleri hastaya ekstra bir kateter uygulanması, kontrast madde verilmesi ve iyonize edici radyasyon uygulanmasını gerektirmemesi sebebiyle invazif olmayan, dokuya temas etmeden çalışan tanısal bir tekniktir (8,14,48). Vücut yüzey sıcaklığı yaş, cinsiyet, kilo, metabolizma, topografya ve damarlardan akan kanın miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir (21,28,47). Kızılötesi kameralar yardımı ile; cilt yüzeyinden yaklaşık 6mm derinliğe kadar ısı emisyonu algılanarak termografik görüntüler elde edilebilir (28). Normalde vücutta termal olarak simetri olduğundan, asimetrik sıcaklık kolaylıkla fark edilir. Vücuttaki simetrik bölgeler arasında sıcaklık farkı (anlamlı bir değişim için en az 10°C fark oluşmalı) söz konusu ise bu yöntem ile belirlenerek, ağrının fizyolojik ve fonksiyonel bozukluğunun asıl yeri tespit edilebilir (32).

**2. Veteriner Hekimliğinde Termografi Uygulamaları:** Keşfedildiğinden günümüze kadar veteriner hekimliğinde tanıya yardımcı bir araç olarak kullanılan infrared termografi, invazif olmayan bir yöntemdir (15,32,39). Termografinin veteriner hekimlikte kullanımındaki en büyük avantajı hayvana direk olarak temas etmeden uzaktan görüntünün alınarak kullanılabilmesidir (43). Özellikle patolojik yangının bulunduğu dokudaki kan akımının değişimi deri sıcaklığında da değişiklikler oluşturur. Tanıda kullanılan görüntüleme teknikleri temel olarak iki kategoride incelenir. Bunlar anatomik ve fizyolojik görüntüleme teknikleridir. Anatomik görüntülemeler radiografi, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntülemesidir. Bu tekniklerde modern görüntüleme teknolojilerinin ve cihazlarının yardımı ile ilgili dokuların yüksek kalitede ve oldukça ayrıntılı şekilde görüntülerinin alın-

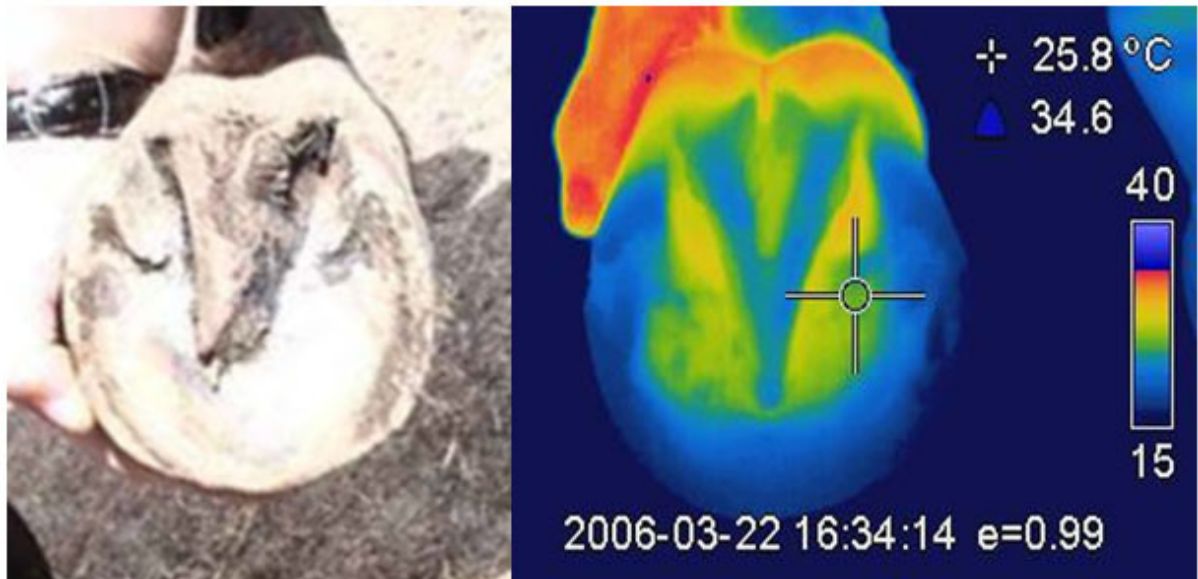
ması mümkün olmaktadır. Anatomik incelemeler ile tendonda meydana gelebilen bir yırtık ya da kemik kırığı tespit edilebilirken, nükleer sintigrafi gibi fizyolojik görüntüleme yöntemleri ile spesifik olarak doku içerisindeki metabolik aktivite izlenebilir. Böylece anatomik lezyon ortaya çıkmadan önce elde edilen gerçek görüntüler ile değişiklikler saptanabilir (12,31). Hayvanlar üzerinde uygulanırken görüntülerin gerçek zamanlı olarak elde ediliyor olması, hayvan hareket halindeyken görüntünün alınıp kaydedilebilmesi, aynı hayvanın yanındaki bireylerle karşılaştırma fırsatı tanınması gibi önemli avantajları vardır. Bu avantajlar arasında, termografinin belki de en önemli üstünlüğü asemptomatik patolojik durumlarda ısı değişikliklerine karşı son derece yüksek hassasiyete sahip olmasıdır (8,35,50,52).

Veteriner hekimliğinde bu yöntemin ilk uygulamaları termal resimlerin analiz için bilgisayarda depolanıp incelenmesi şeklinde 1965 yılında Delehanty ve Georgy tarafından rapor edilmiştir. Pratik alanda ilk olarak kullanımı ise 1975 yılında Nelson ve Ohseim tarafından açıklanmıştır (25,49). Veteriner alanda termografi uygulamalarında dikkate alınması gereken bazı hususlar vardır. Termografik görüntünün alındığı ortam doğrudan güneş ışığı altında olmamalı, hava koşullarının hayvanların normal sıcaklık değerlerini etkileyeceğinden rüzgârlı ortamdaki kaçınılması, yemleme, dinlenme ya da sağıma gibi koşulların da dikkate alınması gerekmektedir. Görüntü alınacak bölgede kıl ya da tüy sıcaklık ölçümlerini büyük ölçüde etkileyecek faktörlerdendir (19).

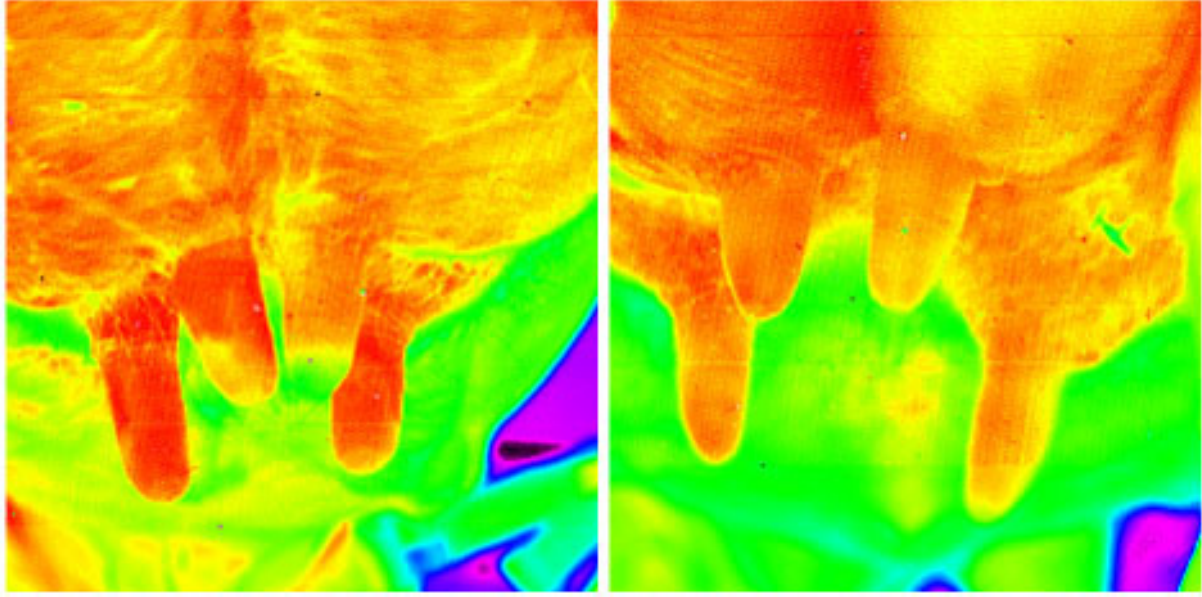
Veteriner pratikte termografik bulgular ilk olarak at hekimliği alanında tanısı konulan ortopedik rahatsızlıkların termografik görüntüler ile karşılaştırılması şeklinde kullanılmıştır. İnfrared termal görüntüleme ile atlarda; laminitis'lerin ve sırt ağrılarının teşhisi (8,35), tümörlerin erken tanısı, yumuşak doku hastalıkları ve damar lezyonlarının belirlenmesinin (31) yanı sıra topallıkların, horner sendromunun (10,35), stres kırıkları ve omurga yaralanmalarının tanısında (35), osteoartritlerin teşhisinde sinir hasarlarında tanıya yardımcı olması için kullanılmaktadır (18,35). Ayrıca stres kırıkları ve navicular hastalıkta hastalığın tanısında radyografi, ultrasonografi ve sintigrafi ile birlikte daha yüksek başarı oranı elde edildiği belirtilmektedir (48). Atlarda bacaklardaki dolaşım sistemi bozuklukları, termografik görüntülerde bacaklar arasında ısasal olarak simetrisinin bozulması ile kendini gösterir. Anatomik çalışmalarda da termografik olarak alınan görüntüler kullanılarak vücut yüzeylerinin ısasal haritalanması ve simetriden uzaklaşan kısımların belirlenmesi amaçlanarak incelemeler yapılmıştır. (1).



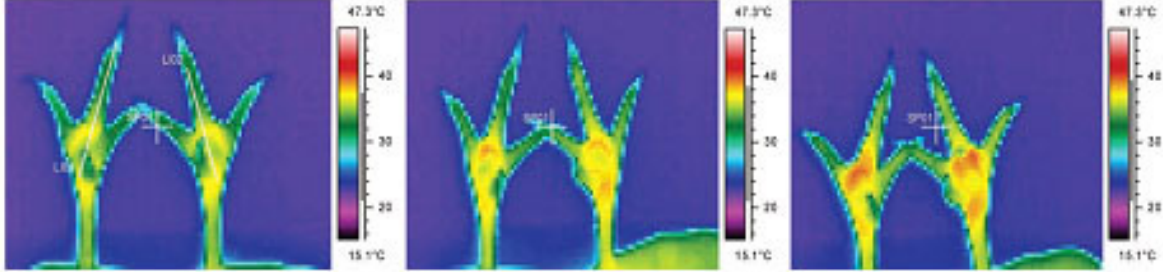
Şekil 1. Atlarda anatomik bölgelerin sıcaklık değerlerinin belirlenmesi (7)



Şekil 2. Tırnak rahatsızlıkları ve ökçe eziği gibi durumların termografi ile belirlenmesi (1)



Şekil 3. Mastitis şüpheli hayvanlarda erken tanı koymak için termografi uygulaması (33)



Şekil 4. Kanatlılarda ayak rahatsızlıkları ve diğer patolojik durumlarda termografik görüntüleme (51)

Düzler ingiliz atlarında ön ekstremiteleri üzerine yaptığı çalışmada bacaklarda sıcaklığın proximal'den distal'e ve medial'den lateral'e doğru gidildikçe azaldığını bildirmiştir (7) (Şekil1).

Vaden ve ark. (52), çalışmalarında inceledikleri 4 atta radiografik olarak herhangi bir belirti olmamasına rağmen termografi görüntülemelerinde anormal değişiklikler saptamışlar ve klinik olarak sağlıklı olmalarına rağmen atların performanslarının düşük olduğunu belirtmiştir.

Toynağın termografik olarak görüntülenmesi uzun bir süredir ayak sağlığının incelenmesinde kullanılan bir tanı yöntemidir (11,13,49,53). Bu inceleme

özellikle klasik röntgen ve fiziksel teşhis yöntemleri ile tespit edilemediği durumlarda ya da gizli seyreden hastalıklarda kullanışlı bir seçenek oluşturur (50). Atlarda meydana gelebilecek olan distal phalanx kırıkları, ökçe ezikleri, lokal sepsis gibi tüm travmatik lezyonların tanısında (Şekil 2) termografi yöntemi ile tanı konabilir (11).

Tanı ve tedavi için yaygın bir şekilde kullanılan termografi, at yarışlarında oluşabilecek yasadışı durumların tespitinde de kullanılmaktadır. Metacarpus veya bukalığın dorsal yüzüne iritasyon yapmayan civa iyodür uygulanması, bacak fleksiyon hareketlerini artırıcı iritanların subdermal uygulanması, regional sinir blokları, yaralı alana analje-

zik ajan infiltrasyonu ve palmar digital neuroktomiler gibi yasadışı performans artırıcı teknikleri tespit etmede de kullanılabilir (8). Termografik görüntüleme yöntemleri veteriner hekimlikte sığır hastalıklarının teşhisinde ve tanısında da yer bulmuş ve her geçen gün daha fazla kullanım alanı da bulmaktadır. Sütçü sığırlarda önemli bir meme hastalığı olan mastitis'in erken dönemde tanısında (Şekil 3) termografi kullanımı faydalı bir seçenek olmuştur (2,20). Yine ineklerde toynaklarda termal görüntüleme ile yine laminitis ve ayak hastalıklarında, koroner bant sıcaklıkları ölçülerek ayak sağlığı ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (29). İneklerde ovulasyon ve öncesindeki üç gün içinde vulva ve pudental sıcaklıkların önemli derecede artmasından dolayı, normal ya da belirlenemeyen östrus'ların tespitinde termal kamera kullanımı, sıcaklıktaki en ufak oynamaları çok daha hassas olarak ölçüp tohumlama zamanını belirleyebilmektedir (30).

Boğalarda testis yangılarında, hasta olan kısmın sıcaklığı diğer taraftaki testise oranla 2.5-3 C° kadar daha yüksek olarak bulunduğu için tanıda kullanışlı bir yöntemdir (17,34). Ayrıca boğalarda kulak altına yerleştirilen büyüme hızlandırma amaçlı hormon disklerinin oluşturduğu kontaminasyon ve yangının tespitinde kullanılmıştır (44). Ayrıca sığırlarda yapılan tüberkülin reaksiyonlarının termografik olarak izlenmesinde de yine kullanım imkanı bulmuştur (27). Domuzlarda da yine pek çok alanda termografi uygulamaları yapılmaktadır. İsvç domuzlarında osteoartrosis tarsi deformans'ın teşhisinde (40), intranasal *Actinobasillus* inokulasyonu sonrası ateşin kontrolünde (21), yine domuzların et kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda vücut ısıları yüksek olan hayvanların et kalitesinin düştüğü termografi ile hangi hayvanların daha yumuşak ve sulu ete sahip olduğunun belirlenmesinde pratik olarak kullanılabileceğini göstermiştir (9,41). Veteriner hekimlikte deneysel olarak tavşanlarda stresin neden olduğu ısı farklılıklarının değerlendirilmesinde (22), kanatlı hayvanlarda (Şekil 4) hastalıklarda erken teşhiste (51) geyiklerde şap hastalığının erken teşhisi (5), rakunlarda kuduz hastalığı teşhisi gibi alanlarda da kullanım imkanı bulmuştur (4).

Deniz memelilerinden foklar ve yunuslar üzerinde de termografik çalışmalar yapılmıştır. Deniz memelileri için en büyük sorun termoregulasyonun sağlanmasıdır. Soğuk sularda ısı dengesini sağlamak için periferdeki damarlarda vazokonstriksiyon şekillenir ve yüzeyden yayılacak olan ısı miktarı en aza indirilir. Bununla birlikte vücudu çepeçevre sarmakta olan yağ dokusu da termal olarak yalıtım görevi görür. Araştırmacılar her iki türde de; foklarda yüzde, yunuslarda ise rostrum bölgesinde kıl folüküllerinde noktasal olarak yüksek sıcaklık dere-

celeri olan bölgeler saptamışlardır. Bu bölgelerin su ile teması ve buradan kaybedilen ısı ile vücudun termoregulasyonu arasında ilişki kurulmuştur (24). Hayvan refahı konusunda yapılan çalışmalarda da termografiden yararlanılmıştır. Hayvanlara uygulanan sıcak demir ile dağıyarak damgalama hayvanlar üzerinde uzun süre yangısal cevaba neden olup huzursuzluğa yol açarken, aynı uygulamanın soğuk demir ile yapıldığında bunun daha az olduğu belirlenmiştir (42). Ayrıca çok uzun mesafe hayvan transportlarında hayvanlarda oluşan stresin ölçülmesinde de kullanılabileceği belirtilmiştir (3).

**Sonuç:** İnfrared termografik görüntüleme zaman içerisinde askeri alanda, endüstride, inşaat sektöründe, veteriner hekimliğinde, tıp hekimliğinde kısaca sıcaklığın ve ısının olduğu her alanda yaygın olarak kullanım imkânı bulmuştur. Son zamanda kullanılan termal kameraların el feneri kadar küçük boyutlarda olması taşınabilirlik ve kullanım kolaylığı sağlarken, hayvanlara ya da objelere temas etmeden, herhangi bir zarar vermeden, gerçek zamanlı görüntü alabilmesi en büyük avantajı olmuştur. Veteriner hekimlikte hasta hayvana dokunmadan ağrı ya da inflamasyonun yerinin belirlenebiliyor olması şüphesiz çok büyük bir avantaj sağlamaktadır. Kullanıldığı uygulama alanları zaman içinde daha da artacak olan bu teknik, teknolojik gelişmeleri de arkasına alarak ilerleyen zamanda klinisyenlere ve araştırmacılara birçok yardım sağlayacaktır.

## Kaynaklar

1. Alan A, Nur İH. Termal Anatomi. IV. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. Eylül, 13-16, 2006; Kayseri-Türkiye.
2. Çolak A, Polat B, Okumuş Z, Kaya M, Yanmaz LE, Hayırlı A. Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. J Dairy Sci 2008; 91(11): 4244-8.
3. Doonan G, Appelt M. The Canadian approach to science-based regulation of the distance transport of animals. Vet Ital 2008; 44(1): 95-9.
4. Dunbar MR, Kathleen A, MacCarthy BS. Use of infrared thermography to detect signs of rabies infection in raccoons (*Procyon lotor*). J Zoo Wildl Med 2006; 37(4): 518-23.
5. Dunbar MR, Johnson SR, Rhyon JC, McCollum M. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus Hemionus*) experimentally infected with foot-and-mouth disease. J Zoo Wildl Med 2009; 40(2): 296-301.

6. Düzgün D, Or ME.. Termal kameraların tıpta veteriner hekimlikte kullanımı. *Tübav Bilim* 2009; 2(4): 468-75.
7. Düzler A. İngiliz atlarında extremitelerin bölgesel yüzeysel termal anatomisi. V. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. Haziran, 25-28, 2008; Van-Türkiye.
8. Eddy AL, Van Hoogmoed LM, Snyder JR. The role of thermography in the management of equine lameness. *Vet J* 2001; 162: 172-81.
9. Garipey C, Amiot J, Nadai S. Antemortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. *Meat Sci* 1989; 25: 37-41.
10. Ghafir Y, Art T, P Lekeux. Thermographic facial pattern following an  $\alpha$ 2-adrenergic agonist injection in two horses suffering from Horner's syndrome. *J Vet Med Educ* 1996; 8 (4): 192-5.
11. Green JMD. Jumping into the thermography frypan. *J Law Med Ethics* 2007; 14(2): 50.
12. Head MJ, Dyson S. Talking the temperature of equine thermography. *Vet J* 2001; 162(3): 166-7.
13. Holmes LC, Gaughan EM, Gorondy DA, Hogge S, Spire MF. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. *Can Vet J* 2003; 44(5): 392-6.
14. Hoogmoed LMV, Synder JR. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *Vet J* 2002; 164: 129-41.
15. Hovinen M, Siivonen J, Taponen S, Hanninen L, Pastell M, Aisla AM, Pyorala S. Detection of clinical mastitis with the help of a thermal camera. *J Dairy Sci* 2008; 91(12): 4592-8.
16. Hurnik JF, De Boer S, Webster AB. Detection of health disorder in dairy cattle utilizing thermal infrared scanning technique. *J Anim Sci* 1984; 64: 1071-3.
17. Kastelic JP, Cook RB, Coulter GH, Wallins GL, Entz T. Environmental factors affecting measurement of bovine scrotal surface temperature with infrared thermography. *Anim Reprod Sci* 1996; 41(3): 153-9.
18. Kold SE, Chappell KA. Use of computerised thermographic image analysis (CTIA) in equine orthopaedics: review and presentation of clinical cases. *Equine Vet J* 1998; 10(4):198-204.
19. Kotrba R, Knizkova I, Kunc P, Bartosa L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *J Therm Biol* 2007; 32(6): 355-9.
20. Kunc P, Knizkova I, Prikryl M, Maloun J. Infrared thermography as a tool to study the milking process. *Agricultura Tropica et Subtropica* 2007; 40(1): 29-32.
21. Laughmiller JA, Spire MF, Dritz SS, Fenwick BW, Hosni MH, Hogge SB. Relationship between mean surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumonia*. *Am J Vet Res* 2001; 62: 676-81.
22. Luzi F, Carezzi C, Gargano M, Verga M, Ludwig N. Applicability of infrared thermography as a non invasive measurements of stress in rabbit. *World Rabbit Sci* 2007; 15: 199-206.
23. Marr C. Microwave thermography: A non-invasive technique for investigation on injury of the superficial flexor tendon in the horse. *Equine Vet J* 1992; 24: 269-73.
24. Mauck B, Eysel U, Dehnhardt G. Selective heating of vibrissal follicles in seals (*phoca vitulina*) and dolphins (*sotalia fluviatilis guianensis*). *J Exp Biol* 2000; 203: 2125-31.
25. Mc Cafferty DJ. The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Rev* 2007; 37(3): 207-23.
26. Meola C, Carlomango GM. Recent advances in the use of infrared thermography. *Meas Sci Technol* 2004; 15: 27-58.
27. Merkal RS, Larsen AB, Nelson HA, Pier AC. Thermography of tuberculin reactions in cattle. *Infect Immun* 1973; 7(5): 805-8.

28. Mike R, Dunbar MS. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot and mouth disease. *J Zoo Wildl Med* 2009; 40(2): 296-301.
29. Nikkah A, Plaizier JC, Einarson MS, Berry RJ, Scott SL, Kennedy AD. Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *J Dairy Sci* 2005; 88: 2479-2753.
30. Osawa T, Tanaka M, Morimatsu M, Hashizume K, Syuto B. 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*. August, 4-7, 2004; Kentucky-USA.
31. Otilia C, Tanase A, Miclaus I. Digital infrared thermography in assessing soft tissues injuries on sport equines. *Bulletin USAMV-CN* 2006; 63: 228-33.
32. Palmon LU. Ruptured or intact: what can linear echos silicone breast implants tell us? *AJR* 1997; 168: 1595-98.
33. Paulrud CO, Clausen S, Andersen PE, Rasmussen MD. Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery. *Acta Vet Scand* 2005; 46: 137-147.
34. Purohit RC, Hudson RS, Riddell MG, Carson RL, Wolfe DF, Walker DF. Thermography of the bovine scrotum. *Am J Vet Res* 1985; 46 (11): 2388-92.
35. Purohit RC, McCoy MD. Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *Am J Vet Res* 1980; 41(8): 1167-74.
36. Ring EFJ. The historical development of thermal imaging in medicine. *Rheumatology* 2004; 43(6): 800-2.
37. Ring EFJ. The discover of infra red radiation in 1800. *Imaging Sci J* 2000; 48: 1-8.
38. Rogalski, A, Chrzanowski K. Infrared devices and techniques. *Optoelectronics Review* 2002; 10: 111-6.
39. Röhlinger P, Günther M, Danz J, Lyhs L, Zimmerhackel M. Use of infrared technic in veterinary medicine. *Arch Exp Veterinarmed* 1979; 33(6): 851-6.
40. Sabec D, Lazar P. Erste Ergebnisse berührungsloser temperaturmessungen mittels eines infrarotthermometers am sprunggelenk des schweines mit osteoarthritis tarsi deformans. *Dtsch Tierärztl Wschr* 1990; 97: 43-44.
41. Schaefer AL, Jones SDM, Murray AP, Sather AP, Tong AKW. Infrared thermography of pigs with known genotypes for stress susceptibility in relation to pork quality. *Can J Anim Sci* 1989; 69: 491-95.
42. Schwartzkopfgenwein KS, Stookey JM. The use of infrared thermography to assess inflammation associated with hot-iron and freeze branding in cattle. *Can J Anim Sci* 1997; 77: 577-83.
43. Speakmen JR, Ward S. Infrared thermography: Principle and applications. *Zoology* 1998; 101: 224-32.
44. Spire MF, Drouillard JS, Galland JC, Sargeant JM. Use of infrared thermography to detect inflammation caused by contaminated growth promotant ear implants in cattle. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 1(9): 1320-4.
45. Stromberg B. Thermography in veterinary medicine. *Bibl Radiol* 1975; 43(6): 231-36.
46. Şirel D, Akgül E, Bayaroğulları H, Sarpel Y. Synovial hemangioma of the knee. *Türk J Diagn Intervent Radiol* 2001; 7(1): 131-34.
47. Trum JW, Gubler FM, Laan R. The value of palpation, varicoscreen contact thermography and colour doppler ultrasound in the diagnosis of varicocele. *Hum Reprod* 1996; 11(6): 1232-35.
48. Turner TA, Fessier JF, Lamp M, Pearce JA, Geddes LA. Thermographic evaluation of horse with podotrochlosis. *Am J Vet Res* 1983; 44(4): 535-39.
49. Turner TA, Wolfsdorf K, Jourdenais J. Effects of heat, cold, biomagnets and ultrasound on skin circulation in the horse. *Proceedings of the 37<sup>th</sup> American Association of Equine Practitioners Symposium*. December, 1-4, 1991; San Francisco-USA.
50. Turner TA. Diagnostic thermography. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2001; 17(1): 95-113.
51. Wilcox CS, Patterson J, Cheng HW. Use of thermography to screen for subclinical bumblefoot in poultry. *Poult Sci* 2009; 88: 1176-80.

52. Vaden MF, Purohit RC, McCoy MD, Vaughan JT. Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. Am J Vet Res 1980; 41(8): 1175-9.
53. Yanmaz LE, Okumuş Z, Doğan E. Instrumentation of thermography and its application in horses. J Anim Vet Adv 2007; 6 (7): 858-62.

**Yazışma Adresi :**

Dr. Aydın ALAN  
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Anatomi Anabilim Dalı, 38090, Kayseri-TÜRKİYE  
Tel: +90352 3380006/171  
Email: alanaydin5@hotmail.com