

## TERMAL KAMERALARIN TIPTA VETERİNER HEKİMLİKTE KULLANIMI

Dilek Düzgün<sup>1\*</sup>, M. Erman Or<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniv. Cerrahpaşa Tıp. Fak. Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul/Türkiye

<sup>2</sup>İstanbul Üniv. Veteriner Fak. İç Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul/Türkiye

### Özet

Termografi, hastanın deri yüzeyindeki ısı paternlerini araştırarak, kaydeden ve termogram adı verilen görüntüsünü oluşturan tanısal bir görüntüleme yöntemidir. İnsan gözünün duyarlı olmadığı 400nm' nin altında kalan ışımanın büyük kısmı maddelerin ısıl titreşimlerinden ortaya çıkar. Temeli ısı yansımalarının görüntülenmesine dayanan termografi, çeşitli hastalıklarda hastaya herhangi bir rahatsızlık ve radyasyon hasarı vermeden, ağrının lokalize olduğu yerdeki değişikliklerin saptanabilmesine olanak sağlar. Burada amacımız termal kameranın tıpta ve veterinerlikte kullanım alanlarını tespit ederek, termografi tekniğinin avantajlarını görmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Termografi, termal kamera, tıp, hayvanlar

## APPLICATION OF THERMAL CAMERA ON THE MEDICINE AND VETERINARY

### Abstract

Thermography is diagnostic imaging method, that search, record the patient skin heat pattern and form images as a thermogram. In thermal imaging most of the radiation which is small than 400nm and human eye is not sensitive appear from heat vibrations. Thermography that occurs as a result of heat vibration, provide showing the changes where the pain localize. Thermography does not harm to patient or not give any radiation. In here our aim is determining the using of thermal camera in medical and veterenirian showing the advantages of thermography.

**Key Words:** Thermography, thermal camera, medical, animals

---

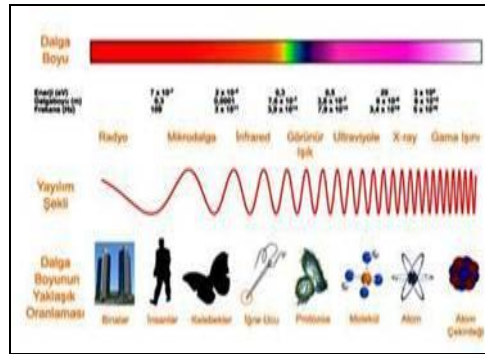
\* E-posta: dilek\_dzgn@hotmail.com

## 1. Giriş

Kızılötesi ışın (Infrared-IR), görünür ışıktan daha uzun fakat mikrodalga ışıktan daha kısa dalga boylu ışınların ısı titreşiminden ortaya çıkar ve  $\lambda= 750\text{nm}-1\text{mm}$  arasındadır [12, 15]. Kızılötesi ışınım elektromanyetik radyasyon ailesi içinde yer alan bir ışınım olup, termal ışınım olarak da nitelendirilmektedir [1]. Kızılötesi ışın dalga boyuna göre 4'e ayrılır;

1. Kısa dalga boylu: 3-4 $\mu\text{m}$
2. Orta dalga boylu: 3-8 $\mu\text{m}$
3. Uzun dalga boylu: 8-15 $\mu\text{m}$
4. Çok uzun dalga boylu: 15-1000 $\mu\text{m}$  [1, 7, 18].

Elektromagnetik dalgaların dalga boylarına göre sınıflaması şekil 1' de gösterilmiştir:



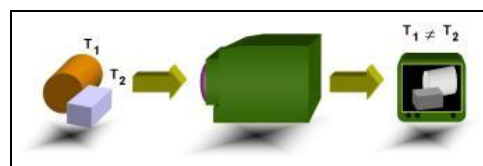
Şekil 1. Elektromanyetik spektrum [15]

Mutlak sıfırın (-273°K) üzerindeki bütün cisimler kızılötesi dalga boyunda ısı enerjisi yayarlar ve atomların titreşimi cismin sıcaklığı ile orantılıdır. Cisim içindeki atomların titreşimi arttıkça, ışımanın şiddeti de artar. Moleküllerin vibrasyon ve rotasyon hareketlerindeki artış, ışımaya yol açar [20]. Kızılötesi kameralar kızılötesi enerjiyi ölçerler ve Planck formülü, Wien eşitliği ve Boltzman denklemleri esas alınarak uygun ayarlama ile cisimlerin sıcaklık dağılımlarını elde etmemizi sağlarlar. Cismin birim yüzeyde 1 $\mu$  dalga boylu aralıklarında yaydığı ışımanın spektral dağılımı, ışımanın maksimum değeri, cismin 1cm<sup>2</sup> yüzeyinin yaydığı toplam enerji, cismin sahip olduğu enerjinin ne kadarını ışıma yaptığının belirlendiği bu eşitlikler infrared ışıma tekniklerinin temel prensiplerini oluşturmaktadırlar [7, 10, 12]. Bir cismin yaydığı termal IR ışına miktarı cismin sıcaklığına, yayınımına, yüzey alanına bağlı olup, ışıma miktarı sıcaklığın dördüncü kuvveti ile orantılı olduğundan sıcaklık değerindeki küçük bir değişme ışıma miktarını önemli ölçüde etkiler [18, 28].



Şekil 2. Termal kamera [22]

Kızılötesi bant içinde yer alan termal görüntüleme sistemlerinin görüntüye çevrilmesi aşağıdaki gibi şematize edilmiştir [12].

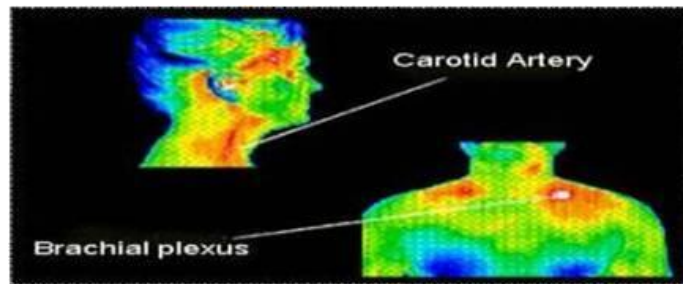


Şekil 3. Termal görüntüleme [12]

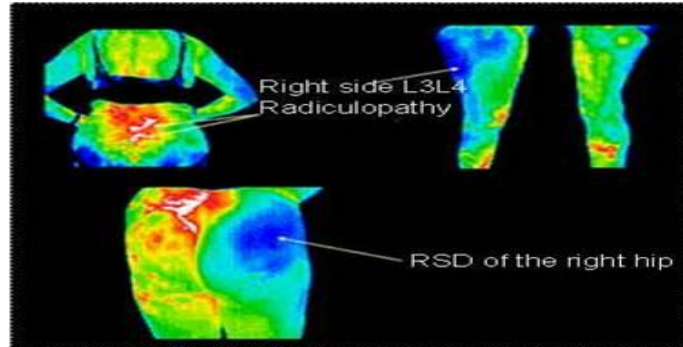
Kızılötesi ışık şiddeti, ısı yayan dokunun sıcaklığı ve doku içindeki kan akışı ile doğru orantılıdır. Foton akışındaki değişimler ölçülüp analiz edilerek doku içindeki kan akışındaki değişim bulunur ve hastalığın fizyolojisi hakkında bilgi sahibi olunabilir [1, 2, 25].

Termal görüntüleme yöntemi uygulayıcının, hastanın cilt yüzeyi sıcaklığındaki değişiklikleri görebileceği hastaya ekstra bir kateter uygulanması, kontrast madde verilmesi ve iyonize edici radyasyon uygulanmasını gerektirmemesi sebebiyle invazif olmayan tanısal bir tekniktir [1]. Yüzey sıcaklığı dağılımından yararlanılarak fizyolojik değişim ve metabolik süreçleri göstermek için kullanılır. Vücut yüzey sıcaklığı yaş, cinsiyet, kilo, metabolizma, topografya ve damarlardan akan kanın ısısal etkisine bağlı olarak değişecektir [6, 9,18].

Vücutta ağrıyan veya anormallik gösteren bölgelerdeki çok küçük ısı farklılıkları ile cilt yüzeyinden yayılan kızılötesi dalgalar 8-14 $\mu$ 'a duyarlı dedektörler elektronik sistemler tarafından algılanarak elektriksel sinyale dönüştürülür [1, 17, 19]. Bu sinyaller renk skalasındaki farklılıklardan yararlanılarak renkli dijital görüntülere çevrilir ve sonuçta insan vücudunun termogram adı verilen termal resmi elde edilir [19, 20, 25]. Kızılötesi kamera ile cilt yüzeyinden yaklaşık 6mm derinliğe kadar ısı emisyonu algılanıp sıcaklık deseni elde edilebilir [2, 9]. Renklerin dağılımı vücut yüzeyinden yayılan kızılötesi ışınların miktarındaki azalmayı ya da artışı gösterir. Normal vücutta termal olarak simetri olduğundan asimetric sıcaklık kolaylıkla fark edilir. Vücuttaki simetric bölgeler arasında sıcaklık farklılığı (anlamli bir değişim için en az 10°C fark oluşmalı) söz konusu ise görüntüleme ile belirlenerek ağrının fizyolojik ve fonksiyonel bozukluğun gerçek merkezi tespit edilebilir [14, 15, 17, 20].



Şekil 4. Vücutta termal kamera ile görüntü alınması [19]



Şekil 5. Termografi ile elde edilen renkler yardımıyla ağrı bölgelerinin belirlenmesi [6, 19]

Termal kamera ile yapılan hastalık tespitlerinde, sabit çevre sıcaklığında yapılan çalışmalar ve termal strese sokulan hastalar üzerinde yapılan çalışmalar olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde sıcaklık şiddetinin ölçümü değil, sıcaklık değişimlerinin ölçülmesi gerçekleştirilir ve tıbbi uygulamalarda sıklıkla kullanılır [18,22].

## 2. Klinik Uygulamaları

8 $\mu$ m-1mm arasındaki deri düzeyinden yayılan radyasyonun saptanıp kaydedilmesi esasına dayanan termografi klinik olarak pek çok uygulama alanına sahiptir [12, 18]. Bunlar:

- 1) Meme kanseri ve hastalıkları,
- 2) Dolaşım sistemi ve hastalıkları,
  - i) Periferik hastalıkların teşhisi,
- 3) Nöromuskuler sistem ve hastalıkları,

- i) Akut ve kronik sırt ağrıları, disk hernileri,
- 4) Santral ve periferik sinir sistemi hastalıkları,
  - i) Otonom sinir sistemi hastalıkları, migren, yüz felci, spinal sinir yaralanmaları, karpal tünel sendromu,
- 5) Kas, eklem ve iskelet sistemi hastalıkları,
- 6) Romatizma, eklem iltihapları, tendinit, gut hastalığı, kas yaralanmalarıdır [8, 12],

Görüldüğü gibi termal görüntüleme tıpta birçok dalda tanı ve prognozda yardım, tedavi takibi ve rehabilitasyon monitorizasyonu için kullanılır [11,12,18]. Bunlar arasında epikondilit, patella ve femur sendromları, ayak bileği yaralanmaları, incik çıkıntıları, darbe kırıkları, miyofasiyal ağrı sendromları, omurga ağrı sendromları, omuz ağrıları, ayak ağrı sendromları da bulunur [8,12].

Termal görüntüleme sisteminin, genel olarak diğer metodlara göre avantajları:

- IR görüntülemenin insan vücuduna hiçbir zararı yoktur.
- Vücudun uzaktan fotoğrafının çekildiği bir inceleme olup non-invazifdir.
- İnceleme sırasında vücuda hiçbir ışın veya sinyal verilmez. Pasif bir cihazdır ve sadece vücuttan yayılan IR ışınlarını tespit eder.
- İnceleme vücutta herhangi bir sızı, sancı veya ağrıya sebep olmaz.
- Yöntem vücudun fizyolojik ve fonksiyonel bozukluklarının saptanmasında, saptanan bir hastalığın tedavi öncesi ve sonrasında değişimin takibinde kullanılır.
- 0,1°C gibi çok düşük ısı farklılıklarını saptayabileceğinden, çeşitli hastalıkların erken teşhisinde kullanılır.
- Subjektif bir bilgi olan ağrının yeri ve yoğunluğunu gösteren tek tanı yöntemidir [6, 12].

Ağrı kişiden kişiye değişen bir duyum olduğu için vücuttaki ağrılı noktaların doğrudan doğruya termografi ile görüntülenmesi önem taşımaktadır [11, 12]. Termografide röntgen ya da tomografi gibi radyoaktif ışınlar kullanılmadığı gibi, vücuda herhangi bir ilaç ya da maddenin enjekte edilmesini de söz konusu değildir [11].

Gastroenterolojide termografi çeşitli hastalıkların kontrol aşamasında tercih edilir [20]. Koroner arter cerrahisinde greft değerlendirilmesi amacıyla kullanılan termal görüntüleme yöntemi kalbin IR ışımından elde edilen termal görüntünün eş zamanlı olarak elde edilmesini sağlar [1]. Kardiyak hastalıklar gelişmiş ülkelerin en sık rastlanan sağlık sorunlarından ve ölüm nedenlerinden biridir. Koroner arter hastalığı erişkin kalp hastalıkları arasında görülme olasılığı oldukça yüksek olan bir hastalık türüdür [1, 3]. Kardiyolojide termografinin en iyi uygulamaları; arteriyel hipertansiyon tanısı ve kardiyak nevroz ve ayırıcı tanı, ayırıcı tanı erken aşamalarında, koroner kalp hastalığı erken tanısıdır [20]. Hastalığın cerrahi tedavisi koroner arter by-pass (KABG) ameliyatı ile mümkündür. KABG ameliyatının en önemli komplikasyonu greft yetmezliği ve buna bağlı olarak gelişen perioperatif myokard enfarktüsüdür. Greftin sağladığı kan akımını ve perfüzyonu termal görüntüleme yöntemi ile saptayarak greft yetmezliği tespit edilir. Termal görüntüleme tekniği ile greftin kan taşımaya beklenen miyokard bölgesi ile greften verilen sıvının sıcaklıkları arasındaki farktan dolayı oluşan görüntüyü termal kamera ile gözlemlenerek bu görüntünün işlenmesi sağlanır. KABG ameliyatının kalitesini değerlendirmek, ameliyat sonrası komplikasyon oluşma riskini en aza indirmek için gerekli bir yöntemdir. Koroner arter cerrahisinde önemli yere sahip olan termografi doğrudan kalp üzerine uygulandığında kalbin termografisi alınarak koroner arterlerden değerlendirmesi yapılabilmektedir [1, 12]. Transkütan elektronik nörostimülasyon, ağrının kontrolü amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. İmplantasyonla epidural omurilik stimülasyonu ise, hem yaygın dağılımlı kronik ağrının ve bilateral kontrolünde hem de periferik vasküler hastalıklar ile motor bozuklukların tedavisinde yerleşmiş olmasına rağmen, uygulamada yapılan yanlışlar, bazen tedavinin amacından sapmasına yol açmaktadır [12, 15]. Termografi ağrılı alanda belirgin bir ısı artışını gösterir. Dizde sinovyal hemanjiyum oldukça nadir ve sıklıkla diz ekleminde görülen iyi huylu bir tümör türüdür. Ayak bileği, dirsek ve omuzda da nadiren görülmektedir. Pediatrik yaş grubunda dizlerde görülen sinovyal hemanjiyum ağrı ve tekrarlayıcı hemartroz nedenidir ve konvansiyonel radyolojik tekniklerle gözden kaçabileceğinden tanısı konulana kadar uzun zaman geçebilir. Bu tümörün tespitinde termografi tanı amacıyla kullanılmaktadır [16]. Ayrıca; tanı ve varisli damarların kontrolü, dinamik kontrol ve dolaşım değerlendirmesinde sıkça tercih edilmektedir [6, 19, 20].

Varikozel, testislerde büyüme ve gelişme yetersizliği, ağrı, skrotal şişlik semptomları ve interlite varlığında sıkça rastlanan bir hastalıktır [21, 29]. Farklı etiyolojik sebepler sonucunda plektsüsüpampiniformiste meydana gelen venöz dilatasyon ve reflü olarak değerlendirilir. Tek başına kullanılan termografi hastalığın saptanmasında en iyi tarama yöntemidir [20].

Karpal tünel sendromu, el bileği ile ilgili bir hastalıktır. Bilekteki karpal tünelden geçen median sinirin sıkışması sonucu ortaya çıkar. Oluşan endokrin değişikliği ile relaksin hormonundaki artış konnektif doku sıvısını yükseltir, termografi ile ağrılı bölge kolaylıkla tespit edilebilir [3, 12].

Kızılötesi termografi tiroid bezi hastalıklarının teşhisi ve taraması için çok iyi bir yöntemdir, tiroid bezinin sıcaklığı fonksiyonel durumun göstergesidir. İdrar yolu enfeksiyonu tanısı, öncesi ve son aşamasında klinik uygulamalarda tercih edilir [19, 20].

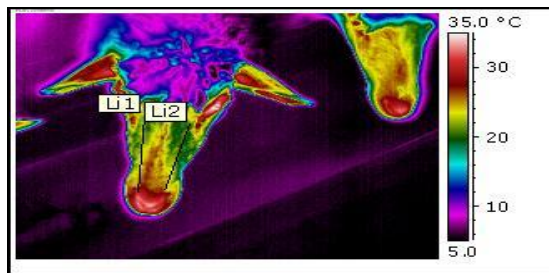
Tümörlü dokular etraflarındaki dokuya göre daha fazla ısı yayarlar. Tümör oluşumu, gelişimi gibi risk faktörleri termografi ile rahatlıkla belirlenebildiğinden, meme kanseri teşhisinde sıklıkla tercih edilmektedir. Memede meydana gelen fiziksel kitle veya tümörün fizyolojik değişiklikleri belirlenebilir. Memedeki bir kanserin 0,2 cm'den küçük boyutlarda tespit edilebilmesi, termografi dışında başka bir tanı yöntemiyle mümkün değildir [11]. Fiziksel olarak belirlenmeleri mümkün olmayacak kadar küçük neoplazmların, bölgesel artmış kanlanma farklılıkları saptanarak, çok erken dönemde tespit edilme imkanı olmasına rağmen; neoplaziler dışında inflamatuvar ve hiperplaziler gibi belirgin durumlarda da memede ısı artışına neden olacağı için yöntem spesifik değildir. Yüksek oranda yalancı negatif ve yalancı pozitif değerleri nedeniyle rutin tarama amaçlı kullanılmamaktadır [18, 19]. Termografi herhangi bir LRY (lokal radyasyon yaralanmaları) tanımada ve genişliğini tayin etmede kullanılabilir. Özellikle klinik semptomların belirgin olmadığı erken ve latent dönemlerinde lokal radyasyon yaralanmalarının saptanmasında yararlı ve duyarlı bir tekniktir [2, 17].

Kulak burun boğaz hastalıklarında akut erken tanıda; zatüre, astım, bronjit gibi solunum yolu hastalıklarında; nefrolojide idrar yolu enfeksiyonu tanısında, deri tümörü teşhisinde, boyun travmaları gibi çeşitli hastalıklarda kızıl ötesi ışıma ile müdahale edilmektedir [16, 17, 20].

Diğer bir uygulama; özürlü çocuklara uygulanan teropatik ata binme yöntemidir. Mekanik eğer ile yapılan at yürüyüşünün serabral palsili çocukların ayaklarında ısı artışına sebep olduğu gözlenmektedir. 14-16 yaş arası 16 çocuk için yapılan çalışmada, deri yüzey ısıları 20 dakikalık egzersiz sonucunda termal kamera ile saptanarak, bu terapi ile paralize uzuvlarda gözle görülebilir ısı değişikliklerine neden olduğu görülmektedir. Deri ısı azalması egzersizin deride kan akışını azaltan akut vazokonstriktif etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat henüz yapılan çalışmalara bu yöntemin serabral palsili çocuklarda kullanılabilirliği tam olarak gösterilememektedir, sadece kan akımını artırıcı etkisi üzerine çalışmalar devam etmektedir [12, 23].

### 3. Veterinerlikte Uygulamaları

Termal görüntüleme veterinerlikte tanı amaçlı kullanılan invazif olmayan bir yöntemdir [17, 28]. Hayvanların hasarlı doku ve organlarının normalden farklı ısı yaydığını gösteren bu yöntem ile hastalıklı bölge belirlenebilmektedir. Kızılötesi termal kamera, deri kılcak damarlarındaki kan akımının oluşturduğu ısı ve kızılötesi ışımayı algılamaktadır. Gelişmiş bir teknoloji olan termografi sayesinde hayvanların derileri üzerinde oluşan vücut ısı bilgileri renkli resimler halinde gösterilir [17, 20].



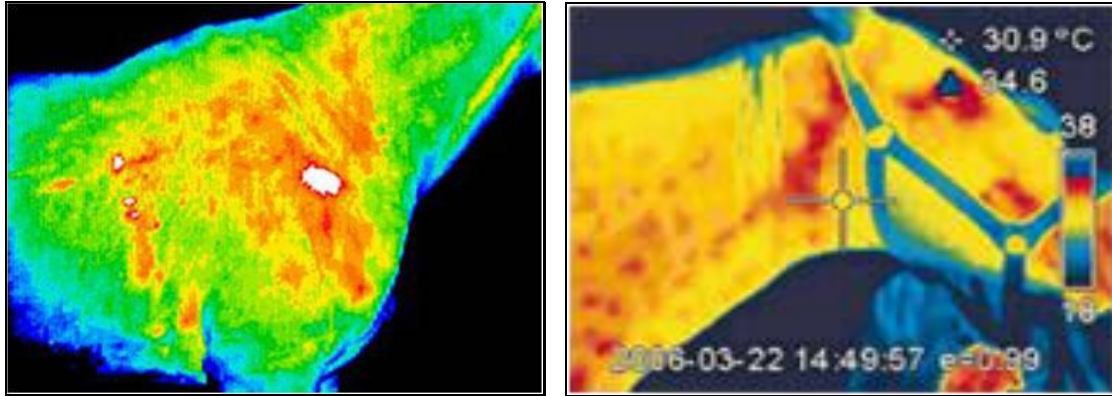
Şekil 6. Termal kamera ile hayvanlarda görüntü elde edilmesi [22]





Şekil 7. Koyunda termal görüntüleme ile 5°C'de görüntü elde edilmesi [4]

Özellikle atlarda ortopedik rahatsızlıkların teşhisinde tercih edilen bu yöntem; koyun, domuz, kanatlı çiftlik hayvanları üzerinde yapılan araştırmalarda da başarılı sonuçlar vermektedir. Termal kameralarla görüntüleme üreme, ısıl denge, hayvan sağlığı ve süt işleme gibi alanları da kapsayan yöntemlerde de kullanılmaktadır. Kan akımına bağlı olarak dokudaki sıcaklık artışı ve azalışına göre uygulamalar yapılmaktadır [4, 17]. Termografi atların vücut yüzey sıcaklığı değerlendirilmesi ve fizyolojik görüntülenmelerine olanak sağlayarak; stres kırıklar, incik splints ve yumuşak doku, kırış, ligamentous ve sinir yaralanmaları ve rehabilitasyon sırasında iyileşme süreçlerini izlemek için tercih edilmektedir [19, 28]. At'a düşük kan akımı olarak boyun venası bir tromboz nedeniyle visualised ve ikili thoracolumbal radiculopati tanısı koyma imkanı sunar [13].



Şekil 8. Termografi ile hayvanlarda ağrı yerlerinin belirlenmesi [19]

Hurnik ve arkadaşlarının (7) yaptığı çalışmada Holstein-Friesian sütçü ineklerinin sağlığının bozulduğunu termal kameralarla tespit edilmiştir. Termal kamera kullanarak hayvanlardaki enfeksiyon ve mantar oluşumuyla dokularda meydana gelen tahribat gözlemlenmiştir. Aynı araştırmacılar yaptıkları diğer çalışmada ineklerde östrus ve başlangıcı dönemlerinde vücut yüzeylerindeki sıcaklık farkını saptamışlardır [4, 5, 7].

Çevresel ısı değişimleri ile tavuklar üzerinde yapılan çalışmalarda deri ısı değişimi izlenebilmektedir. Tavuklarda 1-6 hafta dönemlerindeki gözlemler sonucu derinin ince olduğu bölgelere göre kalın olan bölgelerinin daha soğuk olduğu ve son haftalara doğru ısı artışının giderek arttığı sonucu bulunmuştur [26].

Domuzlarla ilgili yapılan çalışmada termal kamera ile ayak bileği kemiğinde sıcaklık değişimine bağlı olarak hastalık ilişkisi ekranda gözlemlenebilmiştir [4, 6].

Anestezik koyunlarda sıcaklık değişimine bağlı olarak gonodal soğumanın olup olmadığı termal kameralar ile belirlenebilmiştir. Bu amaçla koyunlara 6 saat boyunca her 15 dakikada bir sıcaklık ölçümü yapılarak genomlarda soğuma saptanmıştır [4, 24, 27]. Hayvan modellerinde heparin ve iskeminin kombinasyonu kolletral gelişimini ve fonksiyonunu arttırdığı gösterilmiştir. Benzer olarak köpeklerde kolletral gelişimin farmakolojik arttırımı heparin bağlayan vasküler endotelial büyüme faktörü ile sağlanmıştır [12, 17].

Köpeklerdeki subepikardial kolaterallere karşı insan kalbinde kolletral sistem subendokarda yoğun ağ oluşturur. Bu damarların histolojik yapısı anormal bir şekilde ince duvarlı arterlerden oluşmuştur. Makroskopik olarak görülebilen bağlantılı büyük damarlar normal arter duvar yapısına sahiptir. Fakat sıklıkla geniş subintimal proliferasyon gösterir [7, 9].

Sütçü ineklerde mastitisin erken tanısında termal görüntüleme oldukça önemlidir. Termal kameralar ile meme derisindeki sıcaklık değişimi gözlemlenebilmektedir [4, 10, 28]. Isı artışına neden olan hastalıklarda termal görüntüleme bölgesel duyarlılığı saptamada kullanışlı bir yöntemdir ve sütçü ineklerde klinik mastitis ve diğer hastalıklarla ilgili sıcaklık değişiminin saptanmasında kullanılmaktadır [9, 10, 20, 28].

Termografi ile klinik semptomlardan önce ve sonra büyükbaş hayvanlarda ayak ve ağızdaki hastalık belirtileri değerlendirilebilmektedir [14]. Başlangıçta termal görüntüleme ayak sıcaklığı artışıyla hayvanlarda ısı artışı oluşturan enfeksiyon oluşumunu göstermektedir. İneklerde aşı yapılarak belirli sıcaklıklarda virüsün olmadığı bu sıcaklığın üzerinde ise ayaklarda kabarcık oluşumu gözlemlenmiştir. Aşı yapılan hayvanlarda ise enfeksiyon olmadığı tespit edilmiştir. Bu yöntem hayvanlarda enfeksiyonların belirlenmesi bakımından da önem taşımaktadır [10, 14, 28].

#### 4. Sonuç ve Yorum

Termografi iyonize radyasyon, venöz ilaç uygulaması veya diğer invazif prosedürlerin kullanımına gerek bırakmadığından hastaya zarar verici etkisi yoktur. Özellikle gebeliğin son döneminde %90-95 duyarlılıkla tanı koyma olanağı sağlamanın yanı sıra ağrısız, duyarlı tekrarlanabilir ve objektif bir yöntemdir. Karpal tünel sendromunun tanısında ve radyasyon kullanılmadığından dolayı gebelerde ideal bir tanı yöntemi olduğu görülmüştür. Tanısal olarak önemli olan termal görüntüleme yönteminde bazı limitler söz konusudur. Termogram direkt güneş ışığında yapıldığında başarı sağlamamaktadır. Kirli hava koşullarında, günlük ritimlerde, hayvanların süt alma, beslenme, yumurtlama ve geviş getirme dönemlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu yöntemle yapılan tahminler ve saptamalar oldukça başarılıdır. Görülüyor ki; termal görüntüleme yöntemi modern radyolojik tekniklerle belirlenebilen anatomik ve yapısal incelemeleri tamamlayan fizyolojik bir yöntem olduğundan tıp ve veterinerlik alanlarında rahatlıkla kullanılabilir.

#### Kaynaklar

- [1] Susam. M, “Koronar arter cerrahisinde termal görüntüleme kullanılarak greft değerlendirilmesi” *uzmanlık tezi*, 9-13, (2005).
- [2] Erdoğan. B, “Meme kanseri tanısında kızılötesi görüntüleme yöntemi”, *uzmanlık tezi*, 4-9, (2007).
- [3] Bilir. A, Güleç. S, Ekemen. S, “Karpal tünel sendromu düşünülen bir gebede termografi kullanımı”, *Osmangazi Tıp Dergisi*, 27(2): 91-96, (2005).
- [4] Knizkova. I, Kunc. P, “Application of infrared thermography in animal production”, *J. of Fac. of Agric., OMU*, 22(3): 329-336, (2007).
- [5] J. F. Hurnik, A. B. Webster, S. De Boer, “An investigation of skin temperature differentials in relation to estrus in dairy cattle using a termal infrared scanning technique”, *J. Anim. Sci*, 61: 1095-1102, (1985).
- [6] Laughmiller. J. A, Spire. M. F, Dritz. S.S, Fenwick. B.W, Hosni. M.H, Hogge, S.B “Relationship between mean surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Antinobacillus Pleuropeumobia*. Am”, *J. Vwt.Res*, 62: 676-681, (2001).
- [7] Hurnik. JF, De Boer. S, Webster. A.B, “Detaction of health disorder in dairy cattle utizing e thermal infrared scanning technique”, *J. Anim. Sci*, 64: 1071-1073, (1984).
- [8] Çolak. A, Polat. B, Okumuş. Z, Kaya. M, Yanmaz. LE, Hayırlı. A, “Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows”, *Journal Of Dairy Science*, 91(11): 4244-8, (2008).
- [9] Mike. R, Dunbar. M.S et al, “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, (2009).
- [10] <http://www.inframed.com.tr/index.asp?cid=18&id=4> (17.01. 2009).
- [11] Tulgar. M, Yılmaz. M, “Nörostimülasyon tedavisinde alınması gereken önlemler ve tıbbi görüntüleme tekniklerinden faydalanma”, *Van Tıp Dergisi*, 6 (1): 44-46, (1999).
- [12] Şirel. D, Akgül. E, Bayaroğulları. H, Sarpel. Y, “Synovial hemangioma of the knee”, *Official Journal of the Turkish Society of Radiology*, 7(1), 131-134, (2001).
- [13] Polk. C, Postow. E, “Handbook of biological effect of elektromagnetic effect”, *CRC Pres LLC, USA*, 189-198, (1996).
- [14] R. W. Y. Habash, “Electromagnetic fields and radiation, human bioeffects and safety, New York, *Marcel Dekker*, 167-173, (2002).
- [15] <http://upload.wikimedia.org> (12.01.2009)

- [16] D.K. Beede, R. J. Collier, “Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stres”, *Journal of Animal Science*, 62: 543-554, (1986).
- [17] Lillian U. Palmon et al, “Ruptured or intact: what can linear echoses silicone breast implants tell us?”, *American Journal Of Radiology*, 168: 1595-1598, (1997).
- [18] JW. Trum, FM. Gubler, R. Laan et al, “The value of palpation, varicoscreen contact thermography and colour Doppler ultrasound in the diagnosis of varicocele”, *Hum Reprod*, 11(6): 1232-1235(1996).
- [19] <http://www.paintreatmentcenter.net> ( 12.01.2009).
- [20] <http://users.bigpond.net> (19.01.2009).
- [21] Hargreave. TB, Liakatas. J, “Physical examination for varicocele”, *Br J Urol*, 67(3): 328, (1996).
- [22] Morgante. M, Giancesella. M, Cannizzo. C, D’Alterio. G, Stelletta. C, “ Correlation between haematic levels of trace elements in high performing dairy cows calves with neuromuscular diseases,” *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, 109, 318-320, (1987).
- [23] Zurek. G, Dudek. K, Pirogowicz. I, Dziuba. A, Pokorski. M, “Influence of mechanical hippotherapy on skin temperature responses in lower limbs in children with cerebral palsy”, *J Physiol Pharmacol*, 59(6): 819-24, (2008).
- [24] Goillot. CC, “Airborne thermography or infrared remote sensing”, *Bibl Radiology*, (6): 237-48, (1975).
- [25] Jatteau. M, “Techniques of infrared thermography”, *Bibl Radiology*, (6): 9-24, (1975).
- [26] Cangar. O, Aerts. JM, Buyse. J, Berckmans. D, “Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers”, *Poult Science*, 87(12): 2493-9, (2008).
- [27] Capraro. GA, Coughlin. BF, Mader. TJ, Smithline. HA, “Testicular cooling associated with testicular torsion and its detection by infrared thermography: an experimental study in sheep”, 180(6): 2688-93, (2008).
- [28] 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”, *Journal Dairy Science*, 91(12): 4592-8, (2008).
- [29] Gat. Y, Zukerman. Z, Chakraborty. J, Gornish. M, “Varikozel, hipoksi ve erkek infertilitesi: Bozulmuş testiküler venöz drenaj sisteminin sıvı mekaniğinin analizi”, *Human Reproduction*, 20(9): 2614-2619, (2005)