

---

SERİ

**B**

CİLT

**36**

SAYI

**2**

**1986**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**  
**DERGİSİ**



# KIZIL ÖTESİ IŞINLAR YARDIMILE HAYVANLARIN ISILARINI ÖLÇMEK VE YERLERİNİ BULMAK

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU<sup>1</sup>

## Kı s a Ö z e t

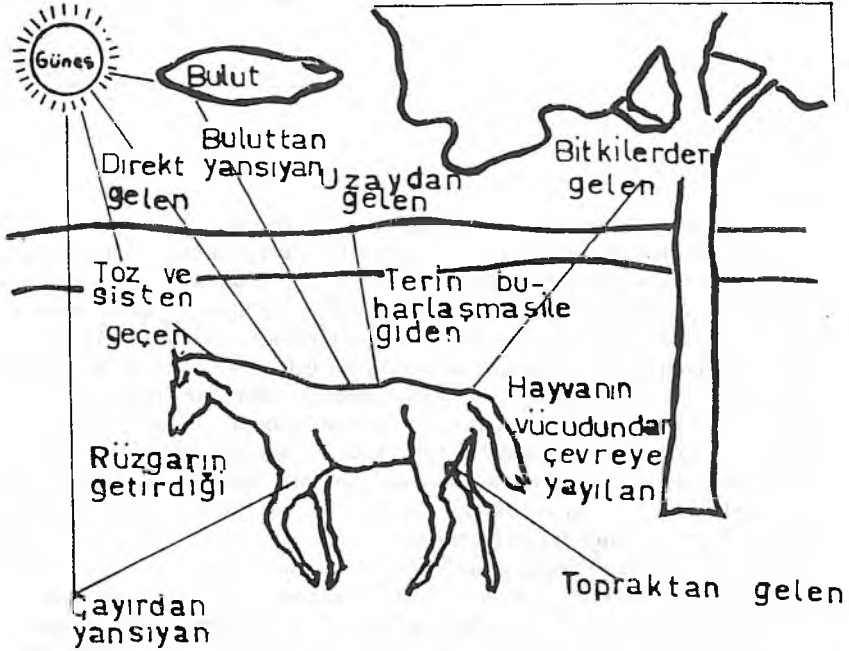
Uzaktan algılama tekniği, doğal kaynakların bulunmasında ve incelenmesinde, büyük yararlar sağladığı gibi, savaşlarda da, bu teknikten yararlanma olanağına kavuşmuş olanlara, çok büyük faydalar sağlamaktadır. Canlıların ışın yansıtma özellikleri birbirinden farklı olduğu gibi, ısı yayma özellikleri de bir birinden farklıdır. Uzaktan Algılama tekniği bu farklılardan yararlanarak, canlıları çok uzaklardan bulup meydana çıkarma ve özelliklerini saptama yoluna girmiştir. Sık ormanlar içersine gizlenmiş askeri birliklerin yerlerini bulmak ve büyüklüklerini saptamak, kolaylıkla yapılabilen işler haline gelmiştir. Aynı teknikten yararlanılarak, orman içersinde dağınk vaziyette bulunan av hayvanlarının yerlerinin bulunması, sayılarının saptanması yoluna gidilmektedir. Aşağıdaki yazıda önce hayvanların çevrelerine ısı yayma özellikleri, sonrada ışın yansıtma özellikleri anlatılmakta, daha sonrada; Uzaktan algılama tekniğinin bu özelliklerden nasıl yararlandığı açıklanmaktadır. Bu yöntemlerin biraz daha gelişmesi halinde, ormanlarımızdaki keçileri çok süratli bir şekilde sayma olanağına kavuşacağımızı ummaktayız. Ancak keçi sayımız o zaman tam olarak meydana çıkabilecektir.

## GİRİŞ

Bitkiler ve hayvanlar çevrelerine devamlı olarak enerji yayarlar. Canlılar aldıkları enerjinin bir kısmını içlerindeki fizyolojik olaylara harcarlar artanı da çevrelerine yayılır. Bitki ve hayvanların hepsinde içerlerinden yüzeylerine, yüzeylerinden çevrelerine doğru devamlı olarak enerji akımı vardır. Bir canlının uzun bir periyot içersinde harcadığı enerjiden daha fazlasını almasına olanak yoktur. Şayet alacak olursa, sıcaklığı devamlı olarak artar, sonunda çalışamaz hale gelir. Gene bir canlının çevresine, aldığından daha fazla enerji harcamasına da olanak yoktur. Şayet harcayacak olursa, sıcaklığı devamlı olarak azalır, sonunda gene çalışamaz hale gelir. Canlıların yüzeylerindeki ısı, yaşadıkları çevrenin ısısına eşit

<sup>1</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı Geodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

olacak şekilde ayarlanır. Eğer çevre koşullarında bir değişiklik meydana gelirse, veyahut canlının iç yapısında bir değişiklik olursa, yüzey ısısı yeni koşullara göre ayarlanır ve eşitlik yeniden kurulur. Bitkiler ve hayvanlar, hayatları boyunca, aldıkları enerjinin büyük bir kısmını çevrelere yayarlar. Canlıların çevrelere yaydıkları ısı dikkatli şekilde bir analizi yapılmalıdır.



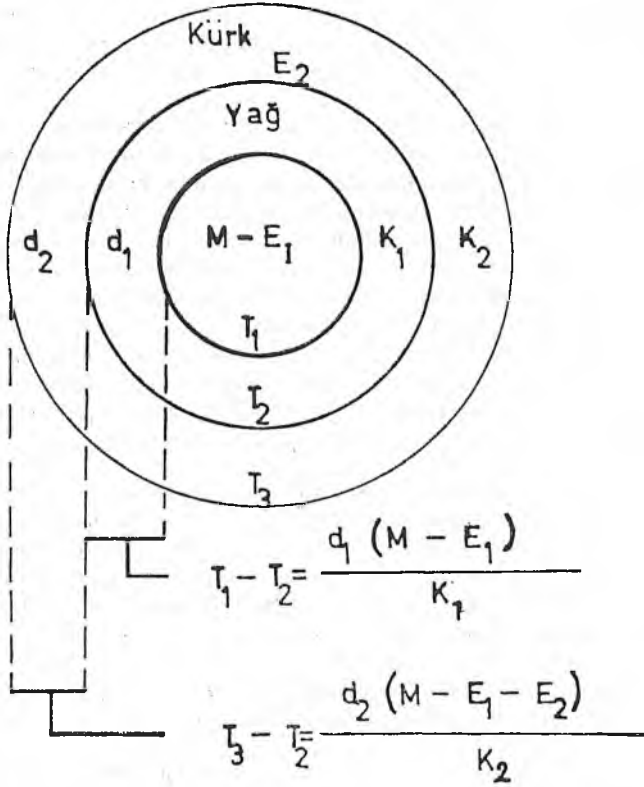
Şekil 1. Bir hayvanla çevresi arasındaki enerji alışverişini gösteren şekil. Rüzgâr ve vücut yüzeyindeki buharlaşma hayvanın üşmesine sebep olur. Hayvanın çevresinden aldığı ve yediği besinlerden ürettiği enerjilerin toplamı, çevreye yaydığı enerjiden fazla olursa vücut ısısı artar ve hayvan terlemeye başlar.

Bir bitkinin veyahut bir hayvanın çevresine yaydığı enerjinin, nereden gelip nereye gittiği 1 No.lu şekilde görülmektedir. Çeşitli istikametlerde bir çok radyasyon akımları vardır. Terlemenin ve transpirasyonun etkisiyle, rutubet miktarı değişir. Rüzgârda ısınmaya veyahut soğumaya sebep olur. Olaylar basittir fakat bu olayların birleşiminden meydana gelen çevre koşulları karışıktır.

### Hayvanlarda Enerjinin Değişimi

Bir hayvanın vücudundaki enerjinin bilançosunu, yaklaşık değerlerle ortaya koyabilmek için, hayvanın aynı eksenli bir çok silindirden meydana geldiğini varsayalım (şekil 2). En içteki silindirde, enerji kaynağı olan metabolizma bulunmaktadır, ürettiği enerjinin miktarı  $M$  ile gösterilmiştir. Üretilen enerjinin bir kısmı olan  $E_1$  içteki silindirin ısınmasına harcanır ve bu silindirin yüzeyi  $T_1$  dereceye yükselir. Bu enerji, su harcamak suretille dışarıya atılır. Geri kalan  $(M - E_1)$ , kalın

bir yağ tabakasıyla örtülen iç organlar arasında kalır. Yağ tabakası şekilde ikinci silindirinle gösterilmiştir. Isıyı tutma kat sayısı  $d_1$  dir. İkinci silindirin dış yüzündeki sıcaklık derecesi  $T_2$  dir. En dışta hayvanın kürkü veya postu bulunur. Dış yüzeye kadar azalarak gelen ve havaya yayılan enerji miktarı  $(M - E_1 - E_2)$  dir. En dışta bulunan üçüncü silindirin ısı tutma kat sayısı  $d_2$  dir, yüzeyindeki ısı derecesi  $T_3$  dir.  $T_3$  derecedeki sıcaklık hayvanın yüzeyinden çevresindeki havaya dağılır.  $K_1$  kalınlığındaki yağ tabakası ve  $K_2$  kalınlığındaki kürk veya tüy tabakası,



Şekil 2. Hayvanların vücutlarındaki ısı değişimini şematik olarak gösteren aynı eksenli silindriler. Vücut metabolizmasının yarattığı  $M$  enerjisinin bir kısmı, solunumla havaya dağılır. Geri kalan iç organların  $T_1$  derecesine kadar ısınmasını sağlar. İç organlar  $K_1$  kalınlığında bir yağ tabakasıyla örtülüdür. Bu tabakanın dış yüzeyinde ısı  $T_2$  derecesine iner. Yağ tabakasının üzerinde  $K_2$  kalınlığında deri ve kürk tabakası vardır. Bu tabakanın dışında, yani vücut yüzeyinde ısı  $T_3$  derecedir. Yağ tabakasının üst yüzeyinde bulunan  $E_2$  enerjisinin fazlası terle atılır.

hayvanın iç kısmındaki sıcaklık ile dış yüzeyindeki sıcaklık arasındaki farkın korunmasını sağlar. Bu tabakalar, metabolizmanın ısı üretme sürati ile su harcıyarak ısı kaybetme sürati arasında bir dengenin kurulmasını da sağlar. Vücudun iç kısmı ile dış yüzeyi arasındaki ısı farkı, silindrilerin her birinde kaybedilen ısı derecelerinin toplamına eşittir. Bu sebepten aşağıdaki formül yazılabilir.

$$T_1 - T_3 = (T_1 - T_2) + (T_2 - T_3)$$

$$T_1 - T_3 = \frac{d_1 (M - E_1)}{K_1} + \frac{d_2 (M - E_1 - E_2)}{K_2} \quad (1)$$

Bu formülde, bir hayvanın vücudundan etrafa yayılan ısı miktarı görülmektedir. Eğer hayvanın vücudunda kürk veya bir tüy tabakası yoksa, deri yüzeyindeki ısı, radyasyon yolu ile çevreye yayılır. Bu durumda (1) No.lu formülün ikinci terimi kalkar. 3 ve 4 No.lu şekillerde çeşitli hayvanların vücut ısıları  $T_1$  ile, gövde yüzeylerindeki ısı  $T_3$  arasındaki farklar gösterilmiştir. Bu değerler  $M$ ,  $E_1$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $K_1$  ve  $K_2$  değişkenlerinin en büyük kıymetlerine göre hesaplanmıştır. Böylelikle (1) No.lu formülün en küçük ve en büyük olma durumları gösterilmiştir.

Şekil 3 ve 4 No.lu grafiklerde yatay eksenler  $T_1 - T_3$  farkını yani; hayvanların iç organlarıyla, gövdelerinin yüzeyindeki ısıların farklarını göstermektedir. Düşey eksenlerde  $T_3 - T_2$  farkını yani; gövdeleri örten derinin veya kürkün iç yüzeyi ile dış yüzeyi arasındaki farkları göstermektedir. Her iki şekilde sağ tarafa doğru eğilerek giden ince çizgiler bulunmaktadır, bunlarda  $\Delta T = T_1 - T_2$  farkını göstermektedir. Üzerlerine yazılı olan  $\Delta T = 0$ ,  $\Delta T = 10$ , ... değerleri, bu çizgilerin ait olduğu  $T_1 - T_2$  farklarını göstermektedir. Şekil No: 3 de görülen A noktası  $T_1 - T_3 = 10$  derece ve  $T_3 - T_2 = 25$  derece olan bir hayvana aittir. Bu durumda  $\Delta T = T_1 - T_2 = 35$  derece olmaktadır. A noktası  $\Delta T = 30$  ve  $\Delta T = 40$  derecelere ait doğruların tam ortasında bulunmaktadır. Bu nedenle,  $\Delta T = 35$  derece diyoruz. ( $T_1 - T_3$ ), ( $T_3 - T_2$ ) ve  $\Delta T = T_1 - T_2$  değerlerinden 2 si verildiği takdirde 3 üncüsü bu grafiklerden kolaylıkla bulunabilir. 1 No.lu denklemin birinci kısmı bu grafiklere aittir.

Şekil No: 3 de uzun ve kısa tüylü sığırlar gösterilmişlerdir. Her 2 sığır türünde de  $T_1 - T_3$  farkı daima 7 derece olmaktadır. Kısa tüylü sığırlarda  $T_3 - T_2$  farkı 7 ile 18 derece arasında, uzun tüylülere ise 7 ile 42 derece arasında değişmektedir. Domuzlarda  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 21 derece arasında  $T_3 - T_2$  farkında 0,0 ile 15 derece arasında değişmektedir. Şekil No: 4 de görüldüğü üzere tavşanda  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 0,8 derece arasında,  $T_3 - T_2$  farkı da 0,0 ile 40 derece arasında değişmektedir. Kertenkele ve çekirgede  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 30 derece arasında değişmekte  $T_3 - T_2$  farkı ise daima 0,0 olmaktadır. Hayvan vücutlarındaki ısıyı kontrol eden sistemler daima bu değerleri korumaktadırlar.

Bir hayvanın gövdesinin yüzeyinde bulunan enerji miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir. Formül içersindeki bütün terimler (cal/sin<sup>2</sup>/dakika) cinsindedir.

$$Q + M = \varepsilon \sigma T_r^4 + h_c (T - T_a) + E_1 + E_2 + C \quad (2)$$

Formül içindeki terimler :

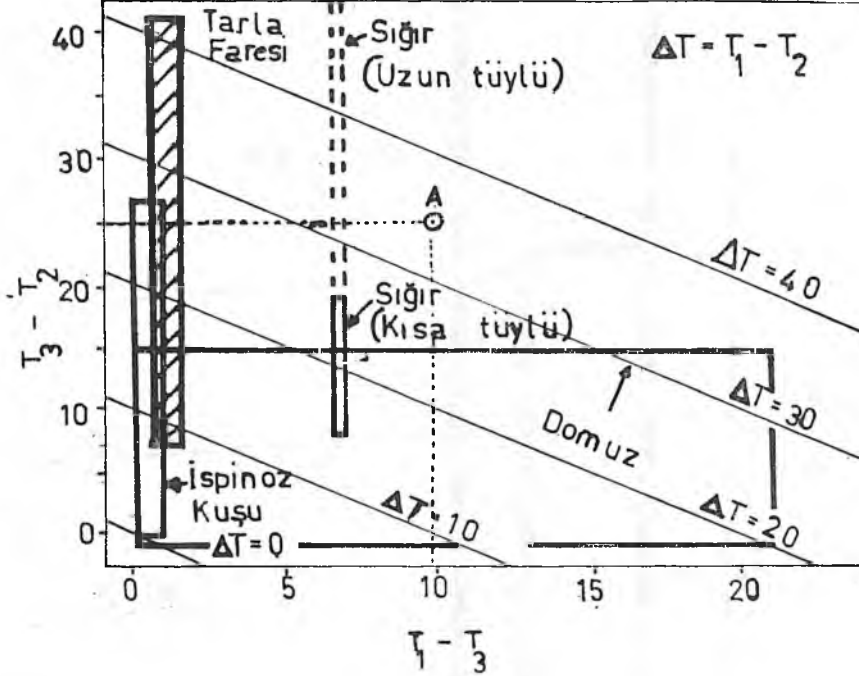
$Q$  = Hayvan vücudunun bütün yüzeyinin havadan absorbe ettiği ortalama enerji miktarı

$\varepsilon$  = Dalga boyu uzun olan ışınlar da dahil olmak üzere, vücut yüzeyinden yansınan enerji

$\sigma$  = Stefan - Boltzman katsayısı

$h_c$  = Çevirme katsayısı

$C$  = Hayvanın istirahati esnasında, vücudun alt kısmının temas ettiği yere verdiği veya oradan aldığı enerji



Şekil 3. Tarla faresi, İspinoz kuşu, uzun ve kısa tüylü sığırlar ile Domuzdaki  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  sıcaklıkları arasındaki farkları gösterir grafik. Sığırlarda  $T_1 - T_3$  farkı daima 7 derece olmaktadır. Kısa tüylü sığırlarda  $T_3 - T_2$  farkı 7 ile 18 derece arasında, uzun tüylülerde ise 7 ile 42 derece arasında değişmektedir. Domuzlarda  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 21 derece arasında  $T_3 - T_2$  farkıda 0,0 ile 1 derece arasında değişmektedir.  $T_1$  iç organları kaplayan yağ tabakasının iç yüzündeki,  $T_2$  aynı yağ tabakasının dış yüzündeki veya iç yüzeyindeki,  $T_3$  derinin (tüylerin) dış yüzeyindeki ısıdır.

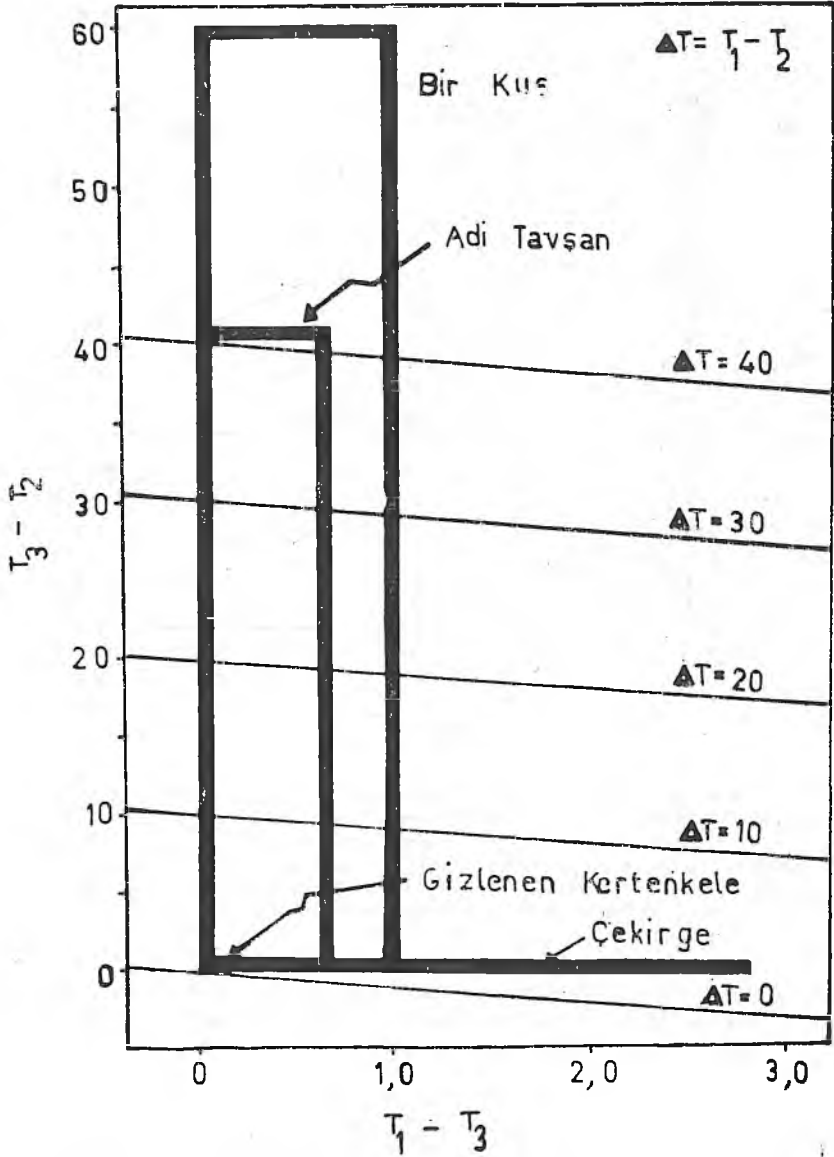
Vücudun havadan absorbe ettiği enerji miktarı çok değişir. Hayvanın güneşten direkt olarak aldığı enerji miktarını  $S$  ile, uzaydan aldığını  $s$  ile gösterelim. Vücudun yansıtma oranı  $r$  ise, Yansıyan enerji miktarı

$$r(S+s) \text{ olur.}$$

Atmosferden gelen ve ısı taşıyan ışınlar  $R_a$  ile topraktan gelen  $R_g$  ile hayvanın vücuduna çok çeşitli kaynaklardan gelen ışınlar  $A_i$  ile, gelen ışınlardan vücudun absorbe edilebildikleri de  $a_i$  ile gösterilirse, vücudunun toplam yüzeyi  $A$  olan bir hayvanın üzerindeki enerjinin tamamı

$$AQ = a_1 A_1 S_1 + a_2 A_2 s_2 + a_3 A_3 r_3 (S+s) + a_4 A_4 R_a + a_5 A_5 R_g \quad (3)$$

formülü ile hesaplanır.



Şekil 4. Tavşan, Kertenkele, Çekirge ve bir kuştaki  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  ısıları arasındaki farkları gösterir grafik. Tavşanda  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 0,8 derece arasında olmaktadır.  $T_3 - T_2$  farkı 0,0 ile 40 derece arasında değişebilmektedir. Kertenkele ve Çekirgede  $T_1 - T_3$  farkı 0,0 ile 3,0 derece arasında değişmekte  $T_3 - T_2$  farkı ise daima 0,0 olmaktadır.  $T_1$  iç organları kaplıyan yağ tabakasının iç yüzündeki  $T_2$  aynı yağ tabakasının dış yüzündeki veya derinin iç yüzündeki veya derinin iç yüzündeki,  $T_3$  derinin (tüylerin) dış yüzündeki ısıdır. Vücutteki ısıyı kontrol eden sistemler dalma bu değerleri korumaktadırlar.

Çeşitli kaynaklardan gelen ışınlar  $R_i$  ile gösterilirse, bunların bir ekran üzerinde meydana getirdikleri görüntüler  $\lambda R_i$  şeklinde gösterilir. Hayvan vücudunun yüzeyi bir ekran kabul edildiği takdirde, ışınları absorbe etme kapasitesi  $\lambda a_i$  olur. Bu formüllerdeki  $\lambda$  dalga boyunu göstermektedir.  $a_i$  değerlerinin ortalaması

$$\bar{a}_i = \frac{\int_{\gamma_1}^{\gamma_2} \gamma a_i R_i d\gamma}{\int_{\gamma_1}^{\gamma_2} \gamma R_i d\gamma} \quad (4)$$

formülü ile hesaplanır.

Esen rüzgâr karşısında tutulan bir silindirin ısısının azalma katsayısı şu formülle bulunur.

$$h_c = 6.2 \times 10^{-3} \frac{V^{1/3}}{D^{2/3}} \quad (5)$$

Burada  $V$  değeri rüzgârın bir saniyedeki hızını gösterir (cm/saniye) cinsindedir.  $D$  değeri silindirin çapıdır.  $h_c$  değeri (Cal/Sin<sup>2</sup>/dakika/ısı derecesi) cinsindedir. Bu formül silindirin eksenini, akım istikametine dik durduğuna göredir. Şayet silindir eksenini akım istikametinde durursa, başka formül kullanmak gerekir.

Rüzgâr karşısında bulunmayan bir silindirdeki ısının azalma katsayısı ise şu formülle bulunur.

$$h_c = 6.0 \times 10^{-3} \left( \frac{T_3 - T_1}{D} \right) \frac{1}{4} \quad (6)$$

2 No.lu denklemden açıkça anlaşıldığı üzere, bir hayvan vücudunun yüzeyindeki ısı, çok çeşitli faktörlerin etkisinde bulunmaktadır. Bu faktörlerin bir kısmı çevreden, bir kısmı da hayvanın bünyesinden gelmektedir. Vücut yüzeyindeki ısı, 6 veya daha fazla serbest değişgene bağlı bir fonksiyon durumundadır. Değişgenlerin en basit şekilleri dahi dikkate alınsa, hayvan vücudunun yüzeyindeki ısı derecesini hesaplamak yine de çok güç bir iştir. Fakat, aşağıda açıklanacağı üzere, bazı durumlara uyan cevaplar vermek mümkündür. 2 No.lu denklemden kolaylıkla görüleceği üzere: bir hayvanın vücut yüzeyindeki ısıyı etkileyen radyasyon, rüzgâr ve hava sıcaklığı faktörlerini ölçmek mümkündür.

### Hayvanların Vücut Yüzeylerindeki Isılarının Hesaplanması

Hayvanların vücut yüzeyindeki enerji değişiminin, 2 No.lu formül yardımı ile nasıl hesaplandığı, bir kaç karakteristik örnekle aşağıda açıklanmıştır. Bu amaç ile tarla faresi, kertenkele, çekirge ve ispinoz kuşu seçilmiş ve bunlara ait hesaplar yapılmıştır. Kertenkelenin vücut ısısı ile gövde yüzeyindeki ısı daima birbirine çok yakındır, çünkü derisinin altındaki yağ tabakası çok incedir. Vücut ısısı 42,5 dereceyi aşarsa kertenkele ölür. Isı 38-39 dereceyi bulunca kertenkele hareket kabiliyetini kaybeder. İspinoz kuşunun vücut ısısı daima 42 derece civarında olmalıdır. Kertenkele ve ispinoz kuşuna ait çeşitli değerler aşağıda gösterilmiştir.



Kertenkele	İspinoz kuşu
$M=0.008 \text{ Cal/Sin}^2/\text{dakika}$	$M=0.077$
$E_1+E_2=0.003$	$M=0.175$ (maksimum)
$D=1,5 \text{ cm}$	$E_1+E_2=0.007$ (minimum)
$a=0,8-0,9$	$E_1+E_2=0.05-0.08$ (maksimum)

Hava durumu birbirinden farklı olan iki gün dikkate alınmış ve bu günlerde, kertenkele ile ispinoz kuşunun vücut yüzeylerindeki ısılar hesaplanmıştır. Aşağıda farklı iki günün özellikleri görülmektedir.

Güneşli gün	Bulutlu gün
$T_1=30$ derece	$T_1=30$ derece
$Q_{\text{abs}}=1,4 \text{ Cal/sm}^2/\text{dakika}$	$Q_{\text{abs}}=0,7 \text{ kal/sm}^2/\text{dakika}$
$V=10 \text{ sm/saniye}$ (yaşar)	$V=10 \text{ sm/saniye}$ (yaşar)
$=100 \text{ sm/saniye}$ (donar)	$=100 \text{ sm/saniye}$ (donar)

Kertenkele ve ispinoz kuşu vücut yüzeylerindeki ısının, özellikleri yukarıda gösterilen farklı iki günde, kaçar derece olacağı II No.lu Çizelgede verilmiştir. Isının gölgede 30 derece olduğu bir günde, kertenkele güneşte duramaz, az rüzgârlı ve gölgeli yerler arar. Daha sıcak günlerde dahi böyle yerlerde memnuniyetle kahr. Havanın çok sıcak olduğu zamanlarda, ispinozun vücut ısısı ile, gövde yüzeyindeki ısı arasındaki fark 2-3 dereceden fazla olamaz. Farkın bu kadar küçük olmasını sağlamak için, ispinoz iç organlarındaki hareketleri azaltır ve su buharı tüketimini çoğaltır. Gates 1968 de, çeşitli hayvanların vücutlarıyla gövde yüzeyleri arasındaki ısı farklarını tesbit etmiş ve yayınlamıştır. İspinoz soğuk kış aylarında, vücudu ile gövde yüzeyi arasında büyük bir ısı farkının bulunmasını sağlar. Bunun için iç organlarındaki hareketleri hızlandırır, su tüketimini azaltır ve tüylerini ince bir sıvı ile kaplıyarak izole eder. Kertenkele, rüzgârsız veya az rüzgârlı havalarda, kızgın güneş karşısında duramaz, yüksek olan vücut ısısı buna imkân vermez. Yapılan hesapların bu sonuca uygun olduğu görülmektedir.

#### ÇİZELGE NO : I

Havanın, birinde güneşli diğerinde bulutlu, fakat ısının her ikisinde de 30 derece, olduğu değişik iki günde, kertenkele ile ispinozun gövde yüzeylerindeki ısıların hesaplanan değerlerini gösterir cetvel.

	Kertenkele				İspinoz kuşu		
Q	1,4	1,2	1,0		0,7	1,4	0,7
V	10	65	56	46	30.5	75(1)	30(1)
						85(2)	30(1)
V	100	53	46	40	30	72(2)	36(3)
						67(1)	

$$(1) - M = E_1 + E_2$$

$$(2) - M = M_{\text{max}} \quad , \quad E_1 = E_2 = 0$$

$$(3) - M = M_{\text{min}} \quad , \quad E_1 = E_2 = 0$$

### Radyasyonu Ölçen Termometre

Her çeşit yüzeydeki (emit) radyasyonu, yüzeyindeki mutlak ısı derecesinin dördüncü kuvvetinin bir katsayı ile çarpımından elde edilen sonuca eşittir. Radyasyonun yoğunluk derecesi, yüzeyin ışığı emme kudretine bağlı bulunmaktadır. Eğer bir yüzeyin ışın emme katsayısı biliniyorsa, emilen ışın miktarı ölçülerek yüzeyin ısı derecesi kolaylıkla hesaplanabilir. Biyolojik maddelerin ışın emme katsayıları 0,95 ile 1,0 arasındadırlar. Bu durum büyük bir avantaj sağlamaktadır. 1968 yılında Gatos, 1966 da Fuchs ve Tanner ışık emme katsayısı 1,0 dan küçük olan yüzeylerde, ısıya dayanılarak yapılan enterpretasyonlara ait hataları incelenmişlerdir. Çeşitli yüzeylerin emdikleri ışınlar genellikle kızıl ötesi ışınlarıdır. Bilhassa dalga boyu 10 mikron civarında olan ışınlarda emilme oranı maksimuma ulaşmaktadır. Isı derecesi, çevredeki ısı derecesine yakın bulunan yüzeylerdeki radyasyonu ölçmek için «Infrared Radyometre» veyahut «Radyant Termometre» kullanılır. «Radyant Termometre» görünen yüzeyin ısını, tamamen siyah bir yüzeydeki radyasyonu birim kabul ederek kıymetlendirir.

Infrared radyometrelerin çeşitli tipleri vardı, bunların özellikleri 1962 yılında Iates tarafından yayınlanmıştır. 1952 yılında Stall ve Hardy bir radyasyon termometresi yapmışlardır. Bu alet klinik çalışmaları için fevkalededir, fakat arazide süratle değişen hava şartları için de pek kullanışlı olmamaktadır. Gates 1961 ve 1963 yıllarında, Stoll - Hardy radyometresini kullanarak yapraklar üzerindeki ısı derecelerini ve çevrelerindeki radyasyonları incelemiş ve sonuçları yayınlamıştır. Stoll - Hardy radyometresi ısı değişikliğinden etkilenen bir alettir.

Son yıllarda Bornes Engineering Campany de çalışan bir araştırmacı tarafından, çeşitli tipte portatif infrared radyometreler yapılmıştır. Bu aletlerin özellikleri, Gates tarafından ayrıntılı şekilde açıklanmıştır. Genellikle bitkilerin ve hayvanların yüzeylerindeki ısı derecelerini ölçmek için kullanılan radyasyon termometresi portatif bir alettir, içersinde bir çok ekosistemler bulunmaktadır. Dünyanın her yerinde tundralarda, çöllerde, yağmur ormanlarında ve meralarda başarı ile kullanılabilen bir alettir. Radyasyon termometresinin içinde ısı araştıran bir detektör vardır. Bu detektör bulduğu sıcaklıkları bir noktaya toplar. Aletin bir başka tarafında da bir soğuk nokta vardır. Alettaki elektrik ceryanını otomatik olarak kesmek için bir elektronik sistem vardır. Aletin arka tarafına bir amplifikatör ve okumaların yapılması için de bir iskala monte edilmiştir.

### Hayvan Vücutlarının Yüzeyindeki Isı Dereceleri

2 No.lu Çizelgede, 6 Haziran 1968 tarihinde St. Louis alanında ve güneş altında bulunan çeşitli sığınların vücut yüzeylerinin ısıları gösterilmiştir. Vücut yüzeyindeki ısının, hayvanın tüy rengine ve güneş ışınlarını absorbe etme kabiliyetine göre farklı değerler göstermesi gayet tabiidir. Tüylerin renklerine bakarak absorbe etme kapasiteleri hakkında hüküm vermek her zaman mümkün değildir.

1967 yazında Colorada da biri siyah diğeri beyaz iki köpeğin vücut yüzeylerindeki ısıları güneşli bir havada ölçülmüştür. Her iki köpeğin vücudu da kalın bir tüy tabakasıyla kaplı bulunuyordu. Bir dakikada bir  $sm^2$  ye düşen ısı 1,6 cal. idi. Siyah köpeğin vücut yüzeyindeki ısı 45 - 53 derece, beyaz köpeğinki ise 30 - 42 derece bulunmuştur. Aynı gün gölgedeki ısı 22 derecedeydi. Eulutlu bir havada gene

gölgedeki ısı 22 derece iken siyah köpeğin vücut yüzeyindeki ısı 35 derece, beyaz köpeğinkinin ise 30 derece bulunmuştur. Havanın güneşli, fakat ısının -20 derece olduğu bir günde, laboradar cinsinden siyah renkli bir köpeğin vücut yüzeyindeki ısı dereceleri ölçülmüş vücudun güneş gören kısımlarında maksimum ısının 35 derece olduğu, genellikle 25 derece civarında bulunduğu, güneş görmeyen kısımlarda ise 5 dereceye kadar düştüğü saptanmıştır. Aynı köpeğin vücut yüzeyindeki ısı, hava sıcaklığının -12 derece olduğu, rüzgârın da saatte 3-5 mil süratle estiği bir günde ölçülmüş, her tarafında ısının -12 derece olduğu görülmüştür. 2 No.lu denklemede görüldüğü üzere, bir hayvanın vücut yüzeyindeki ısı derecesi, şu faktörlere bağlı olarak değişmektedir: Metabolizmasının ürettiği enerji, harcadığı su miktarı, vücudun absorbe ettiği ışın miktarı, rüzgârın sürati ve havanın sıcaklığı.

Bir çok hayvanın vücut yüzeyinin sıcaklığı, çeşitli hava şartlarında, portatif radyasyon termometresile ölçülmüştür. Kertenkelelerin ve yılanların vücut yüzeyindeki ısı derecesi, genellikle vücudun içindeki ısı derecesine çok yakındır. (Gates'in 1968 deki yayınları). Rüzgârlı havalarda, kuşların vücut yüzeylerindeki ısıları, genellikle havanın sıcaklığına çok yakındır. Büyük böceklerin, özellikle orthopteraların, vücut yüzeylerindeki ısıları ölçülmüş ve vücudun iç kısmındaki ısıya çok yakın olduğu görülmüştür. Hava sıcaklığının 20 derece olduğu bir günde pensteman çiçeği üzerinde bulunan bir lumblebee'nin vücut yüzeyindeki sıcaklık ölçümüştür. Çiçek yüzeyindeki sıcaklığın 19 derece, böceğin vücut yüzeyindeki sıcaklığın ise 22 olduğu görülmüştür. Havanın çok az güneşli ve sıcaklığın 22 derece olduğu bir günde, otlar üzerinde bulunan bir cicoda'nın vücut yüzeyinin sıcaklığı ölçülmüş ve otlardan 0,3 derece daha sıcak bulunmuştur. Avustralya'da hava sıcaklığının 28 derece olduğu bir günde, bir Wollaby (bir cins kanguru) nın üst yüzeyinin sıcaklığı güneşli bir yerde ölçülmüş 43 derece bulunmuş, gölgeli bir yerde ise aynı yüzeyin 32 derece olduğu görülmüştür. Hava sıcaklığının 28 derece olduğu bir günde, güneşli bir yerde bulunan Wombat'ın sırt yüzeyinin sıcaklığı 44-47 derece, Koala ayısınınki ise 35 derece olarak ölçülmüştür.

İnfraret termometre ile yapılan ölçmelerde elde edilen sonuçların en enteresantlarından birisi, hava sıcaklığının 15 derece olduğu bir günde, kırmızı renkli geyikler üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. Vücut yüzeyinin sıcaklığı 17 derece, kafa derisininin sıcaklığı 25 derece, boynuz yüzeyinin sıcaklığı ise 28-30 derece bulunmuştur. St. Louis hayvanat bahçesinde bulunan bir dişi ren geyiğinin boynuzları, kadife gibi kalın bir tüy tabakasıyla kaplıdır. Hava sıcaklığının 17 derece olduğu bir günde, gölgelik yerde bulunan bu geyiğin boynuzlarının yüzeyindeki ısının 33 dereceye çıktığı saptanmıştır.

Geniş getiren hayvanların bir kısmının boynuzları etkili bir radyatör gibi çalışmakta ve çiftleşme mevsiminin bazı günlerinde biriktirdiği büyük miktardaki enerjiyi harcamaktadır.

#### ÇİZELGE NO : II

6 Haziran 1968 günü St. Louis alanında, güneş altında bulunan sığırların, vücut yüzeylerinin ısı derecelerini gösterir çizelge.

Çalışmanın yapıldığı esnada hava sıcaklığı 33-34 derece idi, rüzgârın saatteki sürati 0,6-2,5 mil arasında değişmekteydi, havanın nisbi ruhubeti % 47 idi. Dalga boyu kısa ışınların, bir dakikada, bir cm<sup>2</sup> ye gökten getirdikleri enerji 1,4 kalori idi. Bu ölçme saat 14.40 da yapılmıştır.

Sığırların cinsleri ve renkleri	Vücut yüzeyinde ölçülen ısı derecesi T <sub>3</sub>	Toprak yüzeyindeki ısı derecesi	Saat	
<b>Hereford Back</b>				
Kahverengi	44-45	57	14.30	
Beyaz	39-40	57	14.30	
Kırmızı	44	57	14.30	
Beyaz	32	57	14.41	Islak vücut
Kırmızı	40	57	14.41	
Siyah	43	57	14.41	
Kahverengi	45	54	14.44	
Beyaz	34-35	54	14.44	
Siyah	46	54	14.45	
<b>Hereford Belly</b>				
Kırmızı	39-40	56	14.35	Bir kaç hayvan
Siyah	40	56	14.35	Kuru Toprak
Siyah	36	23	14.35	Islak toprak

### Ormandaki Geyiklerin Sayılması

Bir doğal kaynağın amenajman planları yapılırken, önce kaynağın büyüklüğü hakkında gerçeğe uygun bilgiler toplanır. Ormanda yaşayan her çeşit hayvan sürüsünde bir doğal kaynaktır. Bu sürülerdeki hayvan sayılarının, gerçeğe uygun veya çok yakın bir şekilde bilinmesi gerekir. Bu bilgiye dayanılarak hem hayvanların hemde, ormanın amenajman planı yapılır. Ormanla hayvanlar arasındaki ilişkinin saptanması içinde, hayvan sayısının bilinmesi gereklidir. Ormanda geyik sürüsü barınıyorsa, geyik sayısının belirli bir sınırı aşmaması gerekir. Bu sınır aşılsa, geyiklerin bir kısmı aç kalır ve önce fidanları sonrada ağaçları kemirirler. Ormana zarar vermeden, en fazla kaç geyiğin beslenebileceği sorusu, üzerinde önemle durulması gereken bir sorudur.

Bu soruyu cevaplandırabilmek için, ormandaki geyiklerin her yıl sayılması ve bu sayının hangi değeri aşması halinde geyiklerin fidanları yediğinin araştırılması gerekir. Geyikler, yarıdışlarının gereği olarak ormanın kayalık ve engebeli yerlerinde yaşarlar. Bu nedenle ormanda dolaşarak sayılmalarına olanak yoktur. Evvelce, geyiklerin taze pisliklerinden yararlanılarak sayılarının saptanmasına çalışılıyordu. Son yıllarda uygulama alanına çıkan fotogrametri ve Remote Sensing (Uzaktan Algılama) tekniği sayesinde, ormanda yaşayan geyiklerin sayısını, gerçeğe çok yakın bir şekilde saptama olanağı bulunmuştur.

Bazı geyik türleri, koyun, keçi gibi insana yaklaşmaktadır. Bunları doğrudan doğruya arazide sayma veya oluşturdukları sürülerin büyüklüğüne göre, bir tahmin

yapma olanağı vardır. Fakat; büyük çoğunluk insanlardan kaçmakta, kayalıklarda ve dağ başlarında yaşamayı yeğlemektedirler. Yabani geyiklerin avlanması daha zevkli ve olaylı olduğundan avcılar, yabani geyikleri avlamayı daha çok istemektedirler. Yabani geyikler ormanın her tarafında gezdiklerinden, ormana daha az zarar vermektedirler. Ormanlarda beslenen geyikler, ülkenin ekonomisine, estetiğine ve kültürüne büyük çapta yararlı olmaktadırlar. Kuzey Amerika ormanlarında beslenen geyik sayısı 20 milyonu aşmaktadır. Her yıl avlanan geyiklerin ulusal ekonomiye sağladığı fayda 2,5 milyar doları bulmaktadır. Avlanan geyiklerden elde edilen kemiksiz et 62 500 tondur.

Ülkeye bu kadar büyük faydalar sağlayan geyiklerin ve diğer yaban hayvanlarının, amenajman planlarının çok dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Aksi halde bu verimli doğal kaynak kurur. Temel kuralları çok kısa olarak yukarıda açıklanmış aşağıda da açıklanacak olan Remote Sensing (Uzaktan Algılama) tekniğinden yararlanılarak, Ormandaki geyiklerin ve diğer av hayvanlarının, gerçeğe uygun bir şekilde sayılması büyük bir boşluğu doldurmaktadır.

### Yöntemin Özellikleri

Uzaktan Algılama sistemleri 3 kısımdan oluşmaktadır.

- 1 — Gözlenen hedef veya alan
- 2 — Algılayıcı sistem
- 3 — Algılanan işaretlerin yorumunu (prosesini) yapan sistem.

Geyikler sayılırken incelenen alanın içerisinde geyiklerden başka canlılarda bulunur. Bunların çoğunluğunu bitkiler oluşturur. Geyikler ve bitkiler üzerinde yansıyan ışınlar, karmaşık bir durumda sistemin içersine girer. Bu ışınlardan yararlanılarak (Prosesi yapılarak) geyiklerin sayısı meydana çıkarılacaktır. Bitki örtüsündeki değişiklik, sisteme gelen ışınların değişmesine neden olmakta bu da, geyiklerin saptanması işlemini (Prosesini) etkilemektedir. Bitki örtüsündeki değişikliğe bağlı olarak, algılayıcı sistemin filtreside değiştirilmektedir. Genel olarak bitkilerin yansıttığı ışınların dalga boyları 0.4-1.1 mikron arasında değişmektedir. Geyikler üzerinde yansıyan ışınların dalga boyları ile, bitkiler üzerinde yansıyanların dalga boyları arasında büyük farklar bulunmaktadır. Algılama sistemi bu farktan yararlanarak, geyiklerin sayılmasını sağlamaktadır.

Bitkilerin yansıttığı ışınların dalga boyları 1.1 mikrondan daha küçük olmalarına karşılık, hayvanların yansıttıkları 3-14 mikron arasında değişmektedir ve «Uzak Kızılçtesi Işınlar» ismini almaktadırlar. Algılama sistemlerinde, «Uzak Kızıl Ötesi Işınlar» ile çalışan 3 tane bant bulunmaktadır. Bu bantların birincisi dalga boyu 3-5 mikron olan ışınlarla, ikincisi 3-14, üçüncüsü de 8-14 mikron olan ışınlarla çalışmaktadır.

Özet olarak, bitkilerin yansıttığı ışın ile, hayvanların yansıttığı ışınlar arasında bir kontrast bulunmaktadır. Bu kontrast sayesinde hayvanlar sayılabilmektedir. 1970'li yıllarda, Oron, McCullaugh, Graves, Parker, Driscoll, Isaksan, Wride ve Baher isimli bilim adamları, yukarıda açıklanan kontrast üzerinde durmuş ve yöntemi geliştirmişlerdir. Fakat sağladıkları gelişmeler ormandaki hayvanların, saptanmasına yeterli olamamıştır. Ancak 1980 yılında Wyatt ile Parker'in birlikte

yaptıkları çalışma sonunda, bu amaca ulaşılmıştır. Ormanın karla kaplı olduğu zamanlarda, geyiklerin sayılması çok daha kolay olmaktadır. Kar yüzeyinde yansıyan ışınlarla, geyiklerden yansıyan ışınlar arasındaki ısı farkı, aynı zamanda dalga boyu farkları çok büyük olmaktadır. Karsız zamanlarda bu fark küçülmektedir, hata oranında büyümektedir. Hatanın, kabul edilebilecek sınırlar içinde kalabilmesi için, kontrastın da belirli bir değerden daha az olmaması gereklidir.

### Algılama Sistemine Gelen Işımların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

1970 yılında Pate, uzaktan algılama sistemile ve yakın kızılötesi ışınlardan yararlanarak, içersinde geyikler bulunan, çeşitli bitki örtülerini kışın incelemiş ve bazı sonuçlara varmıştır. Bu sonuçlar bitki örtüsünün yapraklı ve yapraksız oluşuna, çalı veya ağaç olmasına göre değişmektedir. Uzak kızılötesi ışınlar (Thermal Enfraruj Işımlar) yalnız başlarına bitki cinslerinin saptanmasını sağlamamaktadırlar. İstatistik yöntemlerinden yararlanarak, algılayıcı sisteme gelen çeşitli ışınların analizini yapmak gereklidir. Basit şekilde, bitkilerden ve geyiklerden yansıyan ışınların miktarı şudur demeye olanak yok. Basit şekildeki bir diskriminat analizi de bu iş için yeterli olmamaktadır. Geyiklerin veya diğer hayvanların sayılarını saptayabilmek için önce gözle görülebilen ve yakın kızıl ötesi ışınlarla yani dalga boyu 0.4 - 1.1 mikron olan ışınlarla araziye incelemek ve sonuçları saptamak gerekir. Bu ışınlarında hepsi birden kullanılmıyacak, kademelere ayrılarak kullanılacaktır. Kademelere ayırma işi de, algılayıcı sistemin objektifine çeşitli filtreler takılarak yapılmaktadır. Örneğin birinci filtre, dalga boyu 0.4 - 0.5 mikron olan ışınların, ikinci filtrede dalga boyu 0.5 - 0.6 mikron olan ışınların aygıtı girmesini sağlamaktadır. Diğer filtreler de diğer ışınların ayrı ayrı girmelerini sağlamaktadır. Filtre değiştirme işlemlerini kolaylaştırmak ve uygulayıcının sırayı karıştırmamasını sağlamak amacıyla, otomatik olarak değişebilen özel filtreler yapılmıştır. Bir daire çevresine sıralanmış filtreler, sıra ile objektifin önüne getirilmektedir. Bu filtrelere «Bir Çark Üzerine Yerleştirilmiş Filtreler» veya «Otomatik Değişen Filtreler» denilmektedir.

### Meralardaki Hayvanların Sayılması

„ Her çeşit çiftlik hayvanının, hava fotoğrafları ve Remote Sensing tekniğinden faydalanılarak sayılması ve envanterlerinin yapılması için araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilmek istenilen sonuçlar içersinde şunlarda bulunmaktadır. Yetiştirilen çiftlik hayvanlarının cinsleri, çeşitleri, cinsiyetleri, yaşları, beslendikleri alanın kapasitesi, yedikleri bitkilerdeki azot oranları, arazide bulunan zehirli otların kapladıkları alanlar, tuzlu toprakların ve bataklıkların bulunduğu kısımlar, İlkbahar'da su altında kalan yerler, toprak erozyonundan zarar gören kısımlar ve erozyonun derecesi. Yukardaki bilgileri elde etmek amacıyla çeşitli kurumlardan bir çok araştırmalar yapılmaktadırlar, Örneğin 1963 Haziran'ında İtek Firmasının Vidya'daki şubesi Kaliforniya'da Milpitas şehri çevresindeki mer'alarda, çiftlik hayvanlarının envanterini yapmak amacıyla çalışmalar yapmış 1500, 3000, 4500 ve 6000 m. yüksekliklerden çeşitli fotoğraflar çekmiştir. Bu fotoğrafların bir kısmını, güneş ışınlarının yeryüzüne çok eğik geldikleri sabah ve akşam saatlerinde, çok hassas pankromatik film ve hafif kırmızı filtre kullanarak çekmişlerdir. Çekilen fotoğraflar üzerinde yapılan enterpretasyonlar sonunda, 1/20 000 ve daha

büyük ölçekli pankromatik fotoğrafların, sığır ve koyunların tanınmasına olanak verdiği anlaşılmıştır. 1/20 000 ölçekli fotoğraflarda hayvanlar tanınmış fakat; cinsleri ve yaşları ayırtedilememiştir. Yere yatmış hayvanların tanınmaları da bir hayli zor olmuştur.

Amerika Tarım Bakanlığı Utah, Kolarado ve Wyaming eyaletlerinde bulunan mer'aların kapasitelerini saptamak ve yetiştirilen hayvanların envanterini yapmak amacile, İtek şirketinin Vidya şubesi ile işbirliği kurmuş ve bu arazilerde, Kaliforniya'dakine benzer çalışmalar yapmışlardır. 11 değişik yükseklikte 27 uçuş yapılarak fotoğraflar çekilmiştir. Uçuşların çoğunluğu, 3600 m. yükseklikten yapılmış, elde edilen fotoğraflar 1/22 000 ölçekli olmuştur. Yalnız bu fotoğrafların kapasitesi alan 1000 Klm<sup>2</sup> yi aşmıştır. Fotoğrafların çoğunluğu sabah saat 8 ile 10 arasında çekilmiştir. Böyle yapılmasının sebebi, bu saatler arasında havanın temiz olması gölge boylarının hayvanların tanınmasına olanak verecek büyüklükte bulunması ve hayvanların gecenin uyusukluğunu atmak amacile, bu saatlerde güneşli yerlerde dolaşmalarıdır. Öğlen saatlerinde, hayvanlar güneşten kaçarak gölgeli yerlere sığınmaktadırlar. Bu sebepten saat 10'dan sonra alınan fotoğraflarda hayvanlar görülememektedir.

Vidya'da bulunan şirket laboratuvarında, çekilen fotoğraflar, büyük bir perdeye aksettirilerek incelenmiş, hayvanların adetleri ve özellikleri saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonunda hazırlanan raporda aşağıdaki kararlar bulunmaktadır.

1 — 1/7 000 - 1/8 000 ölçekli fotoğraflar, hayvanların envanterlerini yapmaya elverişlidirler.

2 — Bu ölçeklerde çekilen çeşitli fotoğraflar, hayvanların tanınmalarına cins ve kalitelerinin ayırtedilmelerine olanak vermişlerdir.

3 — Çeşitli siyah beyaz film ile filtre kombinasyonlarından hangisinin hayvanların envanteri için daha elverişli olduğu araştırılmış, neticede çok hassas pankromatik film ile mavi, mavimsi yeşil ve kırmızı filtreler kullanılarak çekilenlerin en elverişli olduğu kanaatine varılmıştır. Bu filtreler sırasile yeşil, sarı ve oranj renkli ışıkları geçirmektedirler.

4 — 1/12 000 hatta daha küçük ölçekli fotoğraflar üzerinde, hayvanlar sıhhatli bir şekilde sayılabilmektedir.

5 — 1/12 000 ölçekli fotoğraflarda görülen sığırların cinsiyetleri, yaşları, et veya süt hayvanı oldukları ayırt edilememektedir.

6 — Çeşitli fotoğraflar, hayvanların envanterlerinin yapılmasına, çeşitli yönlerden faydalı olmaktadır. Bazıları, hayvanların şekillerini ve büyüklüklerini iyi bir şekilde belirtirken, diğerleri renklerini, renk tonlarını ve kalitelerini belirtmektedirler.

İtek şirketinin Vidya şubesinde yapılan bu çalışmalar, havadan çekilen fotoğraflar yardımıle hayvanların envanterlerini yapmanın çok zor olduğunu, bir çok şartlara riayet edilmesi gerektiğini, başka amaçlarla çekilen fotoğraflardan faydalanma olanağının genellikle bulunmadığını ortaya koymuştur.

Kaliforniya üniversitesine bağlı Davis kampusunda, çeşitli çiftlik hayvanlarının havadan görünüşlerini saptamak ve bu konuda bir klavuz hazırlamak amacıyla 200 den fazla fotoğraf çekilmiştir. Bunları çekmek için bir su kulesinden faydalanılmıştır. Bütün özellikleri yerde saptanan hayvanların, 45 m. yüksekliğindeki kuleden düşeye çok yakın fotoğrafları çekilmiş, bu fotoğraflarda hayvanların ve gölgelerinin ne şekilde görüldüğü incelenmiştir. Bütün fotoğraflar odak mesafesi 15 sm olan fotoğraf makinesine, mavi rengi geçirmiyen filtre takılarak ve pankromatik filim kullanılarak çekilmiştir. Ortakromatik, infrared, ektokrome infrared, ektakrom filimler çeşitli filtrelerle kombine edilerek de aynı denemeler yapılmıştır. Pankromatik filimle, mavi rengi geçirmiyen filtre kombinasyonunun en faydalı olduğu görüldüğünden fotoğrafların ekserisi bu kombinasyonla çekilmiş ve bunlar üzerinde durularak klavuz hazırlanmıştır.

Bundan sonra uçaklardan çekilen fotoğraflarda görülen hayvanlar, hazırlanan klavuzdan (anahtarlardan) faydalanılarak tanınmaya çalışılmıştır.

Kaliforniya'da yapılan bu çalışmalardan aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

1 — 1/6000 ölçekli hava fotoğrafları çiftlik hayvanlarının incelenmesi için en uygun fotoğraflardır.

2 — Arazinin bir noktasında durularak, bütün çevrenin yerden fotoğrafları çekilir ve bu fotoğraflar üzerinde hayvanlar sayılırsa, % 5 den daha az hatalı sonuçlar elde edilmektedir.

3 — İkinci maddedeki yöntem, uzun boylu bitkilerle kaplı bir arazide uygulanacak olursa, elde edilecek sonucun hatası % 10 dan daha aşağılara düşmektedir. Hava fotoğrafları üzerinde sayım yapılırsa, hata ancak % 10 olmaktadır.

4 — Hayvan envanteri yapacak kimseler evvela, büyük ölçekli fotoğraflar üzerinde çalışır, tecrübe sahibi olduktan sonra küçük ölçeklilere geçerlerse, hata yapma olasılığı çok azalır.

5 — Güneş ışınlarının yeryüzüne eğik geldiği saatlerde çekilen fotoğraflar daha yararlı olmaktadır. Çünkü; bu fotoğraflarda gölgeler, hayvanların tanınmasına olanak verecek büyüklüktedirler. Gölgelerden faydalanılır.

6 — Hayvan envanteri yapmak için en iyi mevsim, ilkbaharın son günleridir. Çünkü bu devrede çekilen fotoğraflarda, aşağıda açıklanan sebeplerden ötürü hayvanlar çok daha kolay tanımlanabilmektedir.

a — Hava çok sıcak olmadığından, hayvanlar gölgelik yerlere çekilmezler.

b — Çayırın ekserisi yeşil renktedir, bu durum koyunların keçilerin, sığırların ve diğer açık renkli hayvanların renkleriyle kontrast oluşturur.

c — Bütün hayvanlar henüz yeter derecede güneş görmedikleri için, çok açık renktedirler.

d — Ağaçlar henüz yapraklarını tamamen açmamış olduklarından, hayvanları yaz ortasında olduğu kadar gizliyemezler.



### Yaban Hayvanlarının Envanteri

Üzerinde ağaç bulunmayan Çayırılık sahalarda yaşayan yaban hayvanlarının sayılarını sıhhatli bir şekilde saptayabilmek için, bir çok çalışmalar yapılmıştır. Mesela kuru bir plato üzerinde bulunan, geyik ve karacaların sayıları, kar ile kaplı bir arazideki dağ keçilerinin adetleri havadan çekilen fotoğraflar üzerinde sayılarak bulunabilmektedir. Biyoloji bilgilerine dayanılarak sayılan hayvanların kaç tanesinin ergin, erginlerin de kaç tanesinin erkek, kaç tanesinin dişi olduğu meydana çıkarılabilmektedir. Dağ keçilerinin yavruları, fotoğraflarda, erginlerden ayırt edilebilmektedir, fakat erginlerin dışısında de erkeğinde de boynuz bulunduğu için birbirinden ayırt edilememektedir.

Deniz kenarında bulunan fok balıklarını ve ırmakta yaşayan Salman balıklarını fotoğraflar üzerinde sayma olanağı bulunmuştur.

### S o n u ç

Buraya kadar açıklanan bilgiler, Orman içinde ve dışında bulunan çeşitli hayvanların, havadan ve yerden yapılan incelemelerle sayılabilmesi amacıyla geliştirilen yöntemlerin özetidir. Elde edilen bulguların küçümsenmeyecek değerde olduğu açıkça görülmektedir. Bu bilgilerden yararlanarak, savaşta orman içersine gizlenen bir askeri birliği meydana çıkarmak, kolaylıkla yapılmaktadır. Teknik şimdi toprak içersindeki kertenkelenin ve çekirgenin saptanması amacına yönelmiştir.

İleri ülkelerde çok süratle geliştirilmekte olan bu teknikleri, biz de süratle ülkemize getirir ve uygularsak, hem savaşta yararlanırız, hem de ormanlarımızdaki keçilerin sayılarını tam olarak saptayabiliriz.

Casus uydularında, yukarda açıklanan tekniklerden daha başka yöntemlerin uygulanıp uygulanmadığını da bilemiyoruz. Bu durumu da daima gözönünde bulundurmalıyız.