

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

84930

CİVCİV YETİŞTİRİLMESİNDEKİ RADYANT ISITMA
SİSTEMLERİNDE VERİMLİLİK

Makina Müh. Ş. Özgür ATAYILMAZ

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ

Eyüp Akaryıldız

N. S. A.

M. S. A.

84930

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	I
ŞEKİL LİSTESİ	II
ÇİZELGE LİSTESİ.....	III
ÖNSÖZ.....	IV
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VI
0. GİRİŞ	1
1. İŞİNİMLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR	3
1.1. Katı Açısı	4
1.2. Radyasyon Yeğinliği.....	5
1.3. Irradiation	6
1.4. Siyah Cisim.....	7
1.5. Yüzey Yayılcılığı.....	9
2. RADYANT ISITMA	10
2.1. Radyant Isıtmanın Tarihçesi.....	10
2.2. Radyant Isıtmanın Tanımı.....	11
2.3. Radyant Isıtma Sistemlerinin Kullanım Amaçları.....	15
2.4. Radyant Isıtma Sistemleri.....	16
2.4.1. Yüksek yoğunluklu radyant ısıtma cihazları	16
2.4.2. Düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazları.....	17
2.4.3. Çalışma sıcaklığına göre radyant ısıtıcılar	18
2.4.4. Radyant ısıtıcıların ana elemanları.....	18
2.4.5. Radyant ısıtma sistemlerinin işletme şekli ve kontrolü	21
3. CİV CİV ÜRETİCİLİĞİ	23
3.1. Tavukların Fizyolojik Özellikleri.....	24
3.2. Tavukçuluğun Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve İşletme Yapısı	26
3.3. Civ Civ Yetiştiriciliğinde Konfor Şartlarını Sağlamaya Yönelik Yapılan Araştırma Çalışmaları.....	27
3.4. Kümes Yapımı ve Kümes İçi Çevre Koşullarının Düzenlenmesi	29
3.4.1. Kümes içi konfor şartlarının civ civ üretimi üzerindeki etkisi	31
3.4.1.1. Isıtmanın performans üzerindeki etkisi	32
3.4.1.2. Bağlı nemin üretim üzerindeki etkisi	33
3.4.1.3. Havalandırmanın üretim üzerindeki etkisi	34
3.4.1.4. Işıklandırmanın üretim üzerindeki etkisi.....	36

4.	RADYANT ISITICILARIN CİV CİV ÜRETİMİNDEKİ UYGULAMALARI.....	37
4.1.	Kümesin Hava Kalitesini Sağlaması Açısından Modern Radyant Sistemlerin Diğerleriyle Karşılaştırılması.....	38
4.2.	Kümes İçi Sıcaklık Dağılımı Açısından Modern Radyant Sistemlerin Diğerleriyle Karşılaştırılması.....	40
4.3.	Belirli Bir Kümes İçin Hareketli Radyant Isıtıcıların Kapasitesinin ve Değişken Konumlarının Belirlenmesi.....	43
4.3.1.	Kümes yapı elemanlarının ve 'K' değerlerinin belirlenmesi.....	45
4.3.2.	Isı kaybı hesapları ve radyant kapasitesinin belirlenmesi	48
4.3.3.	Radyant ısıtıcıların konumunun (yerden yüksekliğinin) belirlenmesi.....	52
4.3.3.1.	Civ civin termik dengeyi sağlayabilmesi için ihtiyacı olan ısı miktarı.....	54
4.3.3.2.	Kapasitesi önceden belirlenmiş olan radyant ısıtıcının yüksekliğinin belirlenmesi	59
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	63
	KAYNAKLAR	65
	ÖZGEÇMİŞ.....	67

SİMGE LİSTESİ

A	Yapı elemanları kesit alanı
A_E	Radyant ısıtıcı etki alanı
A_C	Civcivin Kesit Alanı
α	Konveksiyon ısı transfer katsayısı
C_{p_g}	Atık gazın özgül ısısı
D	Radyant ısıtıcının yerden yüksekliği
ε	Yüzey yayıcılığı
E	Yayma gücü
E_b	Siyah cismin yayma gücü
η	Yanma verimi
G	Toplam irradiation
G_λ	Spektral irradiation
σ	Stefan Boltzman sabiti
H_u	Doğal gazın alt ısı değeri
I	Toplam yeğinlik
I_λ	Spektral yeğinlik
I_b	Siyah cismin toplam yeğinliği
$I_{\lambda b}$	Siyah cismin spektral yeğinliği
K	Toplam ısı transfer katsayısı
L	Yapı elemanlarının malzeme kalınlığı
m	Civciv kütlesi
m_y	Yakıt debisi
N	Hava değişimi miktarı
n	Hava fazlalık katsayısı
Q_{rad}	Radyant ısıtıcı kapasitesi
Q_{rad1}	Radyant ısıtıcı ile civcivlere direkt verilen ısı
Q_{civ}	Civcivleri vertiği toplam ısı miktarı
Q_K	Kümesin toplam ısı kaybı
Q_i	Kümele iletimle oluşan ısı kaybı
$Q_{H.D}$	Kümele hava değişimi sonucu oluşan ısı kaybı
q	Civcivin yaşamak için ürettiği minimum ısı miktarı
q_1	Civcivin T_φ sıcaklığında ortama verdiği ısı miktarı
q_λ	λ dalga boyunda tüm yönlerde yayılan ısı miktarı
T_{civ}	Civciv vücut sıcaklığı
T_φ	Radyant altı fonfor sıcaklığı
T_φ	T_φ sıcaklığına karşılık ortam hava sıcaklığı
$T_{g\text{ çıkış}}$	Atık gaz çıkış sıcaklığı
t_o	Ortalama kümele içi sıcaklığı
t_d	Dış ortam sıcaklığı
V_g	Atık gaz debisi
ω	Katı açısı

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	Işınım şiddeti ve katı açısı.....	5
Şekil 1.2.	Değişik dalga boylarına göre, gerçek cisim ile siyah cismin yaydığı radyasyon miktarlar.....	9
Şekil 2.1	Düşük yoğunluklu radyant ısıtıcı.....	12
Şekil 2.2	Radyant ısıtmada enerji akım şeması.....	13
Şekil 2.3	Seramik poroz.....	16
Şekil 2.4	Seramik radyant.....	17
Şekil 2.5	Brülör.....	19
Şekil 2.6	Vakum Pompası.....	19
Şekil 4.1	Modern radyant ısıtıcıların hava kalitesi açısından değerlendirilmesi...39	
Şekil 4.2	Açık alevli radyant ısıtıcıların hava kalitesi açısından değerlendirilmesi.....	39
Şekil 4.3	Sıcak hava ısıtıcılarının havakalitesi açısından değerlendirilmesi.....	40
Şekil 4.4	Modern radyant ısıtıcıların kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi.....	41
Şekil 4.5	Açık alevli radyant ısıtıcıların kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi	41
Şekil 4.6	Sıcak hava ısıtıcılarının kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi.....	42
Şekil 4.7	Hesaplamaları yapılacak kümes.....	43
Şekil 4.8	Termodinamik sistem olarak düşünülen kümes.....	48
Şekil 4.9	Radyasyon eneji değişimine uğrayan yüzeylerin normalleri ile yaptıkları açılar ve bu diferansiyel yüzeyler arasındaki mesafe.....	52
Şekil 4.10	Termodinamik sistem olarak düşünülen civciv.....	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	Reflektör Konstrüksiyonları.....	20
Çizelge 3.1.	Yaşa bağlı olarak civcivlerin vücut sıcaklıkları.....	25
Çizelge 3.2.	Civciv yetiştirme kümeslerinde istenen sıcaklık ve bağıl nem değerleri.....	26
Çizelge 3.3.	İşletmelerin kapasitelerine göre dağılımı.....	27
Çizelge 3.4.	Etlik piliçlerin haftalık ulaşmaları beklenen canlı ağırlık değerleri.....	29
Çizelge 3.5.	Sıcaklığın civcivin büyüme performansı üzerindeki etkileri.....	33
Çizelge 3.6.	Hava sıcaklığına bağlı hava hızı değerleri.....	35
Çizelge 4.1.	Hesapları yapılacak kümesin belirli boyutları.....	44
Çizelge 4.2.	Radyant altında sağlanan sıcaklıklara karşılık gelen ortam havası Sıcaklıkları.....	48
Çizelge 4.3.	Isı kaybı hesabı tablosu.....	49
Çizelge 4.4.	Yetiştirme döneminde ihtiyaç olan hava debisi.....	50
Çizelge 4.5.	Radyant ısıtıcının yüksekliğine bağlı olarak değişen etki alanları.....	61
Çizelge 4.6.	Hesap Sonuçları Çizelgesi.....	62

ÖNSÖZ

Işının prensibine göre çalışan radyant ısıtıcıların, hava değişim miktarının fazla olduğu imalathanelerde, sanayi tesislerinde, depo ve ambarlarda kullanımının yanında civciv yetiştirme kümeslerindeki uygulamaları da bulunmaktadır. Civcivlerin ihtiyacı olan konfor şartlarını sağlamaya yönelik en uygun cihazların radyant ısıtıcılar olduğu yapılan çalışma sonunda anlaşılmıştır.

En üst pozisyona monte edilen radyant ısıtıcıların etki alanlarının sabit ve ilk haftalarda gereksiz yere direkt olarak ısı verilen bölümün fazla olduğu görülmüştür. Bu kaybı ortadan kaldırmak ve civcivlere tam ihtiyaçları olan ısıyı verebilmek için radyant ısıtıcılar kodları ayarlanabilir hale getirilmiştir. Bu sayede gereksiz olarak harcama enerji azalır ve istenilen konfor şartları yaratılarak yetiştirmedeki verimlilik artar. Çalışmada örnek bir kümes alınarak gerekli hesaplar yapılmış ve sonuçta ne gibi faydalar sağlanacağı açıklanmıştır.

Projemi yürüten sayın Doç.Dr.Eyüp AKARYILDIZ'a, bilgilerini esirgemiyen tüm hocalarıma, çalışmamda beni destekleyen tüm mesai arkadaşlarıma, maddi-manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkürü bir borç bilirim.

1999,İstanbul

ÖZET

Radyant ısıtıcılarda ısı transferi, ışınım prensibine dayanmaktadır. Bu cihazların vereceği ısı miktarını belirlemede gerekli olacak temel kavramlar birinci bölümde anlatılmıştır. İkinci bölümde ise, radyant ısıtma sistemlerinin kullanım amaçları, çeşitleri ve ana elemanlarına değinilmiştir. Cıvcivlerin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak ihtiyaçları olan konfor şartlarının neler olduğu araştırılmış ve bu faktörlerin (özellikle sıcaklık) üretin verimini ne şekilde etkilediği belirlenmiştir. Modern et tavukçuluğunda hayvanların istediği ortamın ısıtma açısından en iyi radyant ısıtıcılarla karşılanabileceği anlaşılmıştır. Radyant ısıtıcının hayvanlara verdiği ısı miktarının aradaki mesafe ile ters orantılı olduğu ve cıvcivlerin birinci haftadan itibaren ihtiyaçları olan ısı miktarının azaldığı düşünülerek radyant ısıtıcıların hareketli olmasının üretimi olumlu yönde etkileyeceği açıklanmıştır. Ayrıca 8000 cıvciv kapasiteli bir kümeste ısı kayıplarını karşılayacak radyant ısıtıcı kapasitesi ile farklı dönemlerde ihtiyaç olan ısıya göre değişen radyant ısıtıcı yükseklikleri belirlenmiştir. Bu sayede ilk haftalarda gereksiz yere direkt olarak ısıtılan alanların azaltılması ve dolayısıyla enerji ihtiyacının düşmesi sağlanmıştır. Ayrıca istenilen sıcaklıkların tam olarak sağlanması yemdem yararlanma oranının yükselmesini dolayısıyla işletme maliyetinin azalmasını sağlamaktadır. Sürekli artan dünya nüfusuna paralel olarak, tavuk etine olan ihtiyacın artması sonucu büyük bir pazara sahip hale gelen bu sektörde %1 iyileştirme yapılmasının bile büyük kazançların oluşmasını sağladığı düşünülerek, bu tür iyileştirmelerin ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacağı görülecektir.

ABSTRACT

Heat transfer at radiant heaters relies on the principle of radiation. The amount which will be released by these apparatuses are told in the first chapter. In the second chapter the using aim of radiant heating systems, the types and main parts of this apparatus are analyzed. Chickens have very different kind of physiological characteristics. For that their confort conditions in order to survive are analyzed by scientists. Analyzes brought the result that how they affected by outer conditions- especially heat amount which is important at production efficiency. It is understood that the best is, radiant heaters in modern chicken production process, from the aspect of heating. Heat amount that radiant heater transfer to chickens reversely proportional with the distance between chickens and the apparatus. Scientists also say that; especially from first week of the chickens, related to the decreasing needs of the amount of heat, it is better to have mobil radiant heaters that will positively affect the production productivity. Besides, a poultry of a capacity of 8000 chickens, the heat amounts required fixed to the respectively needed heat at growing times of a chicken. This radiant heater also prevents the heat losses and can be fixed to different heights. With this; energy requirement is reduced and especially in the first weeks of the chickens, the areas which aren't needed to be heated will not be heated unnecessarily. On the other hand providing required heat amount will also manage an increase in the ratio of feeding, and there is no need to say that this will decrease the cost of enterprises. Paralel to the increasing of earth population, demend to the chickens meat is increasing. Even %1 improvement of the conditions of this sector will result great profits to enterprises and also to the national economy.

0. GİRİŞ

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi günümüzün önemli sorunlarından biridir. Hayvansal gıdalara olan talep sürekli artmakta buna paralel olarak da hayvansal üretimde verimliliği artırmaya yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır. Hayvansal proteinleri en ucuz ve en kısa zamanda üretebilen hayvanların yetiştirilmesi bu konuda önemli bir yer tutar. Et tavukçuluğu da bu yüzden ilk sıralarda yer almaktadır.

Birçok ülkede insanların tükettiği hayvansal proteinler 1/4 ile 1/3 oranında değişen değerlerde tavuk ve tavuk ürünleri kökenlidir. Kırmızı ete oranla çok daha ekonomik olarak üretim yapılabilen bu yetiştirme dalı, özellikle hayvansal protein açığı olan ülkelerin her geçen yıl daha fazla ilgisini çekmektedir. Sürekli artan dünya nüfusuna paralel olarak, tavuk etine olan ihtiyaç ve ilgi de artmış ve şu günlerde çok büyük rakamlara ulaşılmıştır. Bu denli büyük bir pazara sahip bir sektörde %1 iyileştirme yapılması bile çok büyük kazançların oluşmasını sağlamaktadır.

Daha önceden yapılan çalışmalar, kümes içi konfor şartlarını ve özellikle sıcaklığın, civciv yetiştirmede çok önemli bir rol oynadığını kanıtlamıştır. Burada yapılan çalışmada amaç, civcivin büyüme periyodunda tam ihtiyacı olan sıcaklık değerlerini sağlamaya yönelik ısıtıcı sistemini belirlerken, işletme maliyetlerini azaltmak ve verimliliği de artırmaktır.

Yirmi yıl öncesine kadar özellikle ülkemizde köy tavukçuluğu niteliğinde olan bu sektör, değişik alanlarda yapılan araştırmalar sonucu yerini modern civciv yetiştiriciliğine bırakmıştır. Eskiden ilkel yöntemlerle ısıtmaya çalışılan yetiştirme kümeslerinde artık konfor şartları radyant ısıtıcılarla sağlanmaktadır. Çalışmada amaç, bu ısıtma sistemlerini yüksekliklerini ayarlanabilir hale getirerek verimlerini ve dolayısıyla tüm üretim verimini artırmaktır.

Bu amaca yönelik olarak, çalışmanın ilk bölümünde daha sonraki hesaplamalarda anlaşılmayı kolaylaştırması açısından ısıtım ile ilgili temel kavramlara değinilmiştir. Genel olarak radyant

ısıtmanın ne olduğu, bu sistemlerin kullanım amaçları, değişik radyant ısıtıcı türleri ve bu cihazların ana elemanları, çalışmanın ikinci bölümünde açıklanmıştır. Radyant ısıtıcıların civciv yetiştirme kmeslerindeki uygulamaları incelendiği için, tavukların fizyolojik özellikleri, kümes yapı elemanları ve civciv yetiştirmeyi direkt etkileyen kümes içi konfor şartları üçüncü bölümde anlatılmıştır. Son bölümde ise, radyant ısıtıcıların kümes uygulamalarına değinilmiş ve 8000 civciv kapasiteli bir kümesin ısı kayıplarını karşılayacak radyant ısıtıcı kapasitesi hesaplandıktan sonra, hayvanların değişik dönemlerde ihtiyaçları olacak sıcaklığı karşılamaya yönelik radyant ısıtıcı yükseklikleri hesaplanmıştır. Sonuç blmndede bu tür ısıtıcıların kullanılması halinde elde edilecek kazançlara değinilmiştir.



1. IŞINIMLA İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

Maddeler arasında ısı transferi başlıca üç şekilde olmaktadır. Bunlar; kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyondur. İki cisim arasında ısı transferi varsa bu maddelerden birindeki ısı enerjisi diğerinden fazladır. Her üç ısı geçişi için de aynı durum söz konusudur.

Kondüksiyon ile ısı geçişinde bir tek katı madde ya da birbiriyle temas halinde olan çok sayıda katı madde mevcuttur. Tek bir katı cisimde, iki noktanın sıcaklıkları farklı ise sıcaklığı yüksek olan noktadan sıcaklığı düşük olan noktaya doğru ısı akışı vardır. Bu akış cismin iki noktasının sıcaklıkları eşit hale gelene kadar devam eder. Önceden soğuk olan noktanın sıcaklığı artarken, önceden sıcak olan noktanın sıcaklığı azalacaktır. Her iki noktanın ilk sıcaklıkları arasındaki bir sıcaklık değerinde ısı alışverişi sona erecektir. Kondüksiyon ile ısı transferini katı maddenin molekülleri sağlar.

Konveksiyon ile ısı transferinde ise birbiri ile temas halinde bulunan bir katı cisim ile bir akışkan madde söz konusudur. İki maddenin temas ettiği bölgedeki akışkan molekülleri ısı transferini sağlarlar. Konveksiyon ile ısı geçişine örnek olarak radyatör ile havanın, yani bir ortamın ısıtılması verilebilir. Burada ısı geçişi radyatörden ortam havasına doğrudur. Aynı şekilde soğuk bir akışkan ile bir bölgenin soğutulması da mümkündür, bir buzdolabında soğutucu akışkanın dolaştırılması gibi.

Konvansiyonel bir sistem ele alındığında ısıtma şu şekilde gerçekleşmektedir: sıcak su konveksiyon ile radyatör peteğinin iç yüzeyini ısıtmakta, ısı kondüksiyonla radyatör peteğinin dış yüzeyine geçmekte, konveksiyon ve az da olsa radyasyon ile de radyatörün bulunduğu ortam havasına geçmektedir.

Oysa radyasyon ile ısıtmada ısı transferi çok farklıdır. Diğer ısı transferi mekanizmaları ile tek benzer nokta sıcak ve soğuk cisimlerin varlığıdır. Isıl radyasyon maddenin sahip olduğu ısı enerjisini elektromagnetik dalgalarla, sıcaklığı nedeniyle ile yaymasıdır. Tüm maddeler

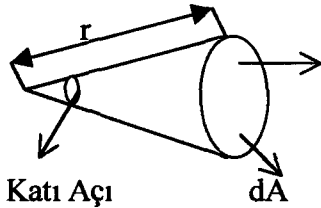
sıcaklıklarına bağlı olmak üzere radyasyon ile ısı yayarlar. Ancak ısı transferi ısıtma için kullanılacak ise, ısıtmayı sağlayacak yüzeyin 300°C'nin üzerinde sıcaklığa sahip olması gerekir.

Radyasyon için bir mekanizma tam olarak açıklanamamış olmasına rağmen başlıca iki teori deneysel sonuçlara daha yakın sonuçlar vermektedir. Bu iki teori Max Planck'ın foton enerjisi teorisi ve Maxwell'in elektromagnetik dalga teorisidir. Radyasyon ile ısı transferinde daha birçok araştırmacının değişik teorileri olmasına rağmen yukarıda adı geçen araştırmacıların teorileri birleştirilerek ele alınmalıdır.

Radyasyon ile ısı geçişinde ışınlar dalga mekaniği kurallarına göre enerjiyi iletmektedir. Sonuçta enerji bir ışın demeti ile yayılmaktadır. Işınlar gaz ortamda yol alabildikleri gibi vakum ortamında da yol alabilirler. Konveksiyonda ise gaz ortamın bulunması zorunludur. Radyasyonda ise boşluk ısı transferini kolaylaştırmaktadır. Dünyadan yaklaşık 150 milyon km uzaklıkta bulunan güneş dünyayı ısıtmaktadır. Dolayısıyla radyasyon enerjisi dünyada canlı hayatın oluşmasını ve bugünkü hale gelmesini sağlamıştır. Diğer hiçbir ısı geçişi yöntemiyle açıklanamayacak bu örnek radyasyon için ışın teorisini ve dalga teorisini pekiştirmektedir.

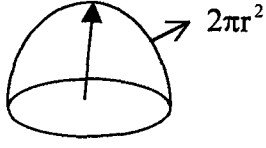
1.1. Katı Açı

Uzayda bir alanı gören açığı katı açı denir. Düzlemsel değildir.



$$d\omega = \frac{dA_n}{r^2} \quad (1.1)$$

n indisi her elemanter yüzeyin merkeze aynı mesafede (dik) olduğunu gösterir. Yani yüzey küreye ait bir yüzeydir.



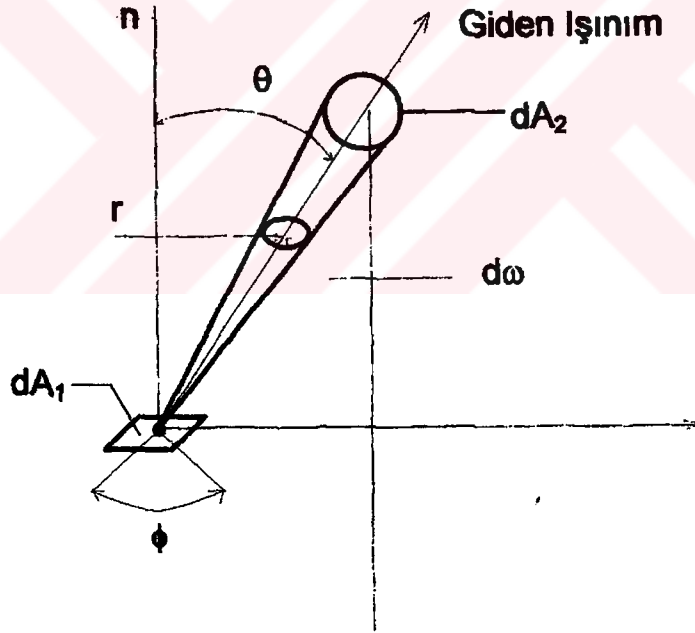
Yarı küreyi merkezden gören katı açı:

$$\omega = \frac{2\pi r^2}{r^2} = 2\pi$$

$r=1$ ve $A=1$ birim alınrsa katı açının birimi 1 steradyan olur. Birim yarıçaplı küre üzerindeki 1 birim alanı gören katı açığa 1 steradyan denir.

1.2. Radyasyon Yeğİnliği

θ, ϕ yönünde yayılma yönüne dik ($dA_1 \cdot \cos\theta$), birim yüzeyden (A_1), birim katı açıda ($d\omega$), birim dalga boyunda, birim zamanda yayılan radyasyon miktarıdır.



Şekil 1.1 Işınım şiddeti ve katı açı

I_λ = Spektral yeğİnlik: Belirli bir dalga boyundaki değerlerdir.

I = Toplam yeğİnlik: Tüm dalga boylarındaki yeğİnliklerin toplamıdır.

dA_1 yüzeyinden yayılan ısı miktarı = dq

$$dq = I_\lambda \cdot dA_1 \cdot \cos\theta \cdot d\omega \cdot d\lambda \quad (1.2)$$

dA_1 alanından yayılan toplam ısı miktarı bulunmak istenirse bu ifadeyi integre etmek gerekir.

$$q_\lambda = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} I_\lambda(\lambda, \theta, \phi) \cdot dA_1 \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi \quad (1.3)$$

$q_\lambda = \lambda$ dalga boyunda tüm yönlerde yayılan ısı miktarı

Tüm dalga boylarındaki ısı transferi için:

$$q = \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} I_\lambda(\lambda, \theta, \phi) \cdot dA_1 \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi \cdot d\lambda \quad (1.4)$$

$q = 0 - \infty$ arasındaki tüm dalga boylarında yayılan ısı miktarı.

1.3.Irradiation (G)

Birim yüzeye, bütün yönlerden gelen radyasyon enerjisidir. Gelen radyasyonun karakteristiği çevredeki cisimlerin yaydıkları radyasyon ve yansıtıkları radyasyonlarından oluşan kompleks bir karakteristiktir. Irradiation spektral veya toplam olabilir. Spektral irradiation da sadece belirli dalga boyundaki radyasyon enerjisi sözkonusudur.

$G_\lambda(\lambda) =$ Spektral irradiation

$$G_\lambda(\lambda) = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} I_\lambda \cdot \lambda \cdot i(\lambda, \theta, \phi) \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi \quad (1.5)$$

Bu diferansiyel bir elemandan birim yüzeye gelen radyasyon miktarıdır.

G = Toplam irradiation

$$G = \int_0^{\infty} G_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (1.6)$$

1.4. Siyah Cisim

Siyah cisimi üzerine gelen ışınımın yönü ve dalga boyu ne olursa olsun, yönden bağımsız olarak yayan cisimdir.

Buna göre, belirli bir dalga boyunda ve sıcaklıkta siyah cisimden yayılan ışınım şiddeti;

$$I_b(\theta, \phi) = I_{b\lambda}(T) \quad (1.7)$$

olarak tanımlanır. Siyah cismin ışınım akısı için,

$$q_b = I_{b\lambda}(T) \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi \quad (1.8)$$

yazılabilir. λ dalga boyunda, siyah cisimden yayılan ışınım şiddeti,

$$I_{b\lambda}(T) = \frac{2h \cdot c_0^2}{\lambda^3 \left[\exp\left(\frac{h \cdot c_0}{\lambda \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right]} \quad (1.9)$$

eşitliği ile tanımlanır. Siyah cisim spektral yeğinliğini,

$$I_{\lambda,b}(\lambda, T) = \frac{2h \cdot c_0^2}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{h \cdot c_0}{\lambda \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right]} \quad (1.10)$$

şeklinde, Planck tarafından tanımlanmış ifade verir.

$$h = \text{Planck sabiti} = 6,6256 \cdot 10^{-34} \text{ js}$$

$$c_0 = \text{Işık hızı} = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$k = \text{Boltzmann sabiti} = 1,38054 \cdot 10^{-23} \text{ j/K}$$

$$T = \text{Mutlak sıcaklık, K}$$

Bu eşitlikte tanımlanan $I_{b\lambda}(T)$, siyah cismin birim alanından, birim dalga boyu ve katı açı başına yayılan enerjiyi ifade eder ve eşitliklerde gerekli değerler yerine konup, bir yarım küre yüzeyi için, tüm dalga boylarını içerecek şekilde integrasyon yapılırsa, T mutlak sıcaklığındaki siyah cismin birim alanından yayılan enerji için

$$E_b(T) = T^4 \int_{\lambda=0}^{\infty} \frac{c_1}{\left[\lambda^5 \exp\left(\frac{c_2}{\lambda}\right) - 1 \right]} dx \quad (1.11)$$

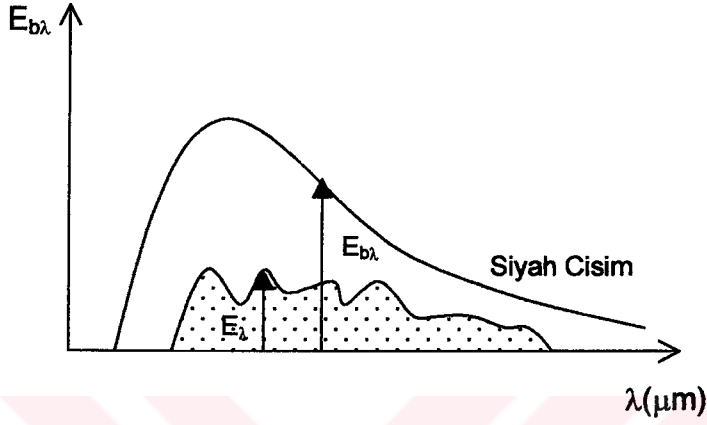
ve

$$E_b(T) = \sigma T^4 \quad (1.12)$$

ifadesi elde edilir. Burada $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ olarak, Stefan-Boltzmann sabitidir. Bu eşitliğe göre sıcaklığı belli olan bir siyah cismin yayma gücü bulunabilir.

1.5. Yüzey Yayılcılığı (ϵ)

Gerçek yüzeyler siyah cisim kadar radyasyon yayamazlar.



Şekil 1.2. Değişik dalga boylarına göre, gerçek cisim ile siyah cismin yaydığı radyasyon miktarları

$$\epsilon = \frac{\text{Gerçek yüzeyin yaydığı}}{\text{Aynı sıcaklıktaki siyah cismin yaydığı}} \quad (1.13)$$

E =Gerçek cismin yaydığı radyasyon miktarı

$$E = \int_0^{\infty} E_{\lambda} d\lambda \quad (\text{Bu ifade taralı alanı verir.}) \quad (1.14)$$

ϵ gerçek eğri ile siyah cisim eğrisi altında kalan alanların oranlarını verir.

2. RADYANT ISITMA

2.1. Radyant Isıtmanın Tarihçesi :

1900 yılında Sir Willian Herschell adlı bir İngiliz astronomu infranuj ışınların ısıtıcı etkisi olduğunu bulmuştur. Bir prizma yardımıyla yayılan güneş ışınını sıcaklığını ölçmek için kullanılan bir termometre üzerinde mavi ışık en az sıcaklık artışına neden olduğu halde, renk kırmızı spektruma dönüşürken termometre üzerindeki sıcaklığın arttığını gözlemiştir. Willan Herschell'in bulduğu ve termometre üzerinde daha yüksek bir sıcaklığa ulaşılmasını sağlayan spektrum gerçekten de kırmızı spektrumun ötesindeydi, yani kızılotesi spektrumdu.

1950'li yıllarda Amerikalı araştırmacılar Roberts ve Gordon, güneşin direkt ışınlarına benzeyen gaz yakmalı infranj radyant tüp ısıtmanın kavramlarının anlaşılmasına ve gelişimine öncülük ettiler. Bununla birlikte infranj ilkeli ısıtıcıların hatırı sayılır derecede yakıt ekonomisi sağladığı görüldü. A.B.D'de 50'li yıllardan beri radyant sistemler kullanılmaya başlanmış olup, sürekli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle ABD'nin soğuk olan kuzey bölgelerinde ve bilhassa Kanada'da radyant sistemlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Yaklaşık 15 yıl önce Avrupa'da doğalgazın yaygınlaşması ile Batı Avrupa'da radyant sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bazı bölgelerde L.P.G yakıt ile çalışan sistemlerin kullanılması radyant sistemlerin tanıtımına öncülük etmiş ve bu sistemler daha sonra doğalgaza dönüşmüş veya dönüştürülmektedir.

Ülkemizde ise 80'li yılların sonlarında doğalgazın kullanılmaya başlanması ile gaz yakmalı radyant cihazlar güncellik kazanmıştır.

Isıtma sistemi olarak çok tanınmasına rağmen, radyant ısıtma yapan şirketlerin referansları göz önüne alındığında daha çok büyük hacim ısıtmasında kullanılan mevcut ısıtma sistemlerinin güçlü bir alternatifi olarak karşımıza çıkmıştır. Bu tur ısıtma

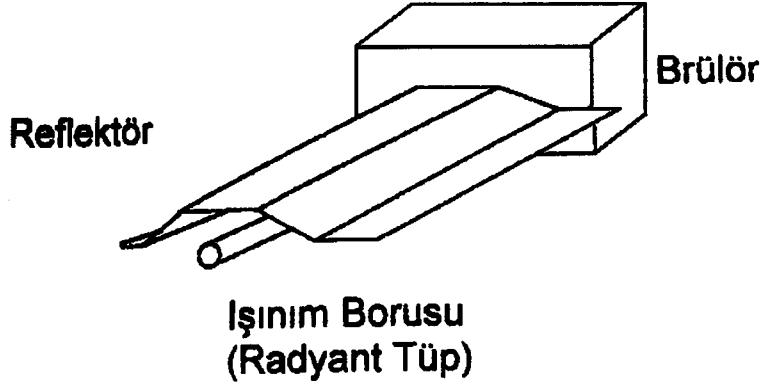
sistemleri, günümüzde, belirli bir uygulama düzeyine ulaşmış olup, her geçen gün daha fazla ilgi odağı haline gelmiştir.

Radyant ısıtma sistemleri ile ilgili bilgilerin ve bilinç düzeyinin, ülkemizde henüz yeterli seviyeye ulaşmamış olması, bu ısıtma yöntemi ile ilgili, gerçek teknik ve ekonomik yaklaşımların oluşmasını önlemektedir.

2.2. Radyant Isıtmanın Tanımı:

Alevin ışınımından doğrudan faydalanılması, ya da yayıcılığı yüksek bir yüzeyin bir şekilde ısıtılması işlemleri radyant sistemlerinin temel prensibi oluşturmaktadır. Radyant ısıtma, prensip olarak, konvansiyonel sıcak hava ile ısıtmadan çok daha farklı gerçekleştirilmektedir. Birinci bölümde açıklandığı gibi üç tür ısı geçişi bulunmaktadır. Bunlar, iletim, taşınım ve ışınım şeklinde olmaktadır. Radyant ısı geçişi veya diğer ifadeyle ışınım ile olan ısı geçişi, iletim ve taşınım ile ısı geçişinden tamamen farklı bir özelliktir. Işınım ile ısı geçişinde, iletim ve taşınım şekillerindeki gibi, ortamın dolu olmasına ve maddesel bir temas gerek yoktur. Işınım ile ısı geçişi, cisimler arasında tam vakum olması durumunda da vardır.

Işınım ile ısı geçici, dalga ve quantum teorileriyle açıklanmaktadır. Elektromagnetik dalgalar cisimlerin yüzeylerine çarptığında yüzeydeki molekülleri titreştirir, harekete geçirir. Bu hareket sırasındaki sürtünmeden dolayı cisimler ısınır. Tüm cisimler, yüzey sıcaklıklarına bağlı olarak ışınım yayarlar. Ancak, yüzey sıcaklığı 300°C 'nin üzerinde olan cisimler, radyant ısıtma açısından dikkate alınır. Radyant ısıtmada kullanılan cihazlarda, yüzey sıcaklığı 450°C civarındadır. Dördüncü bölümde hesapları yapılacak olan, civciv yetiştirme kümeslerinde kullanılan borulu tip cihazların yüzey sıcaklığı ise $300-350^{\circ}\text{C}$ dolaylarındadır. Bu yüzey sıcaklığına sahip cisimler, $1-10\ \mu\text{m}$ dalga boyunda ışınım yayarlar.



Şekil 2.1 Düşük yoğunluklu radyant ısıtıcı

Radyant ısıtma cihazlarında doğal gaz veya doğal gazın ulaşmadığı yerlerde sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), bir brülör vasıtasıyla yakılır. Sistemdeki borunun dış yüzeyi ısıtılır radyant tüp adı verilen bu borudan yayılan kızıl ötesi ışınların, reflektör aracılığı ile direkt nesnelere ısıtma prensibine dayanır.

Bir radyant ısıtma uygulamasını değerlendirmek için değişik malzeme özellikleri ve işletme kriterleri kullanılabilir. Şekil 2’de radyant bir uygulamanın kullanımına etki eden faktörlerin bir şeması görülmektedir. Bu faktörler şu şekilde incelenebilir.

Doğalgaz veya L.P.G belirli ısı değerlere sahip yakıtlardır. Alt ısı değerleri yaklaşık olarak doğalgaz için. $8250-8750 \text{ kcal/Nm}^3$ ve LPG için $25\ 000 \text{ kcal/Nm}^3$ dür. Bu mevcut ısıtma değerinin sadece belli bir yüzdesi radyant ısıtma uygulaması için kullanılabilir, geri kalanı ise baca kaybı olarak atmosfere atılır.

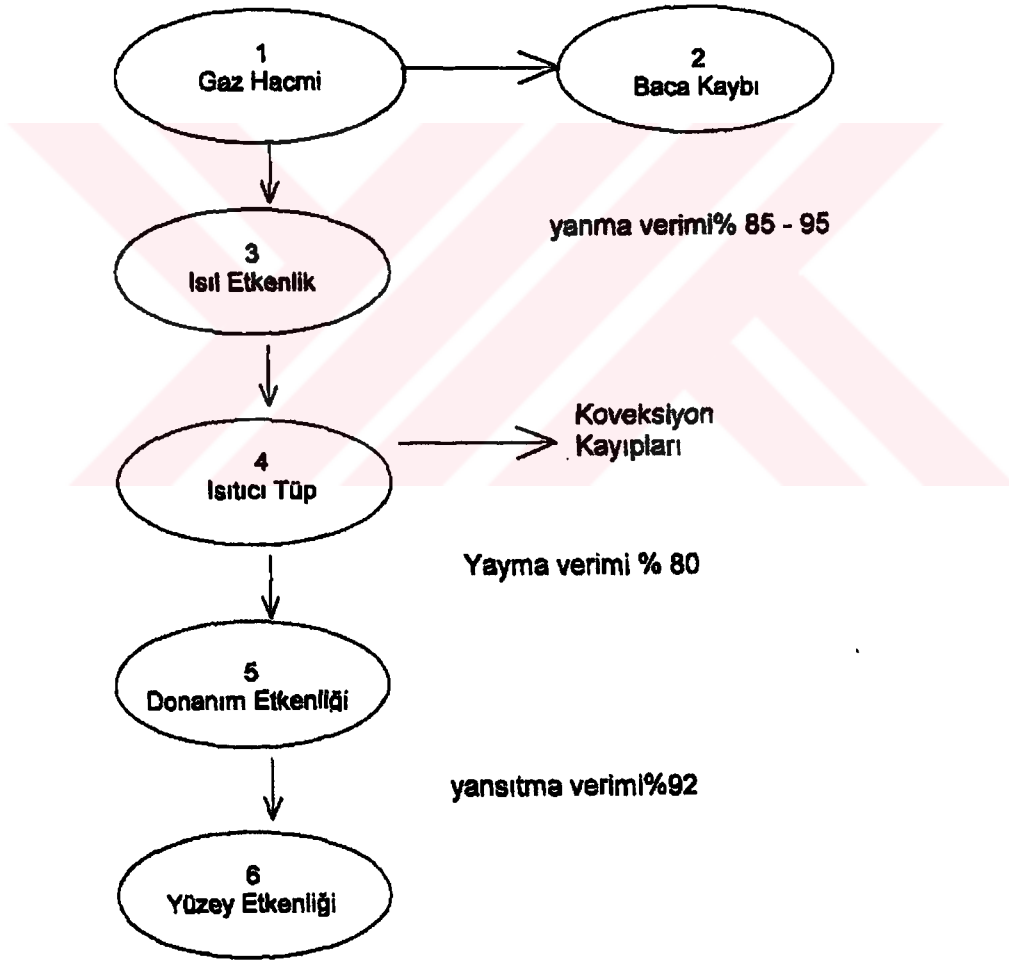
Bu sebeple, kullanılabilen enerji şu şekilde ifade edilebilir:

Kullanılan Enerji = Toplam Yakıt Enerjisi- Baca kaybı.

İşmayı sağlayacak olan radyant tüp ise, gaz yakıtın yanması ile açığa çıkan enerjinin eşitlikte görülen kullanılabilir kısmıyla ısıtılmaktadır. Yayıcılık olarak bilinen, tüpün bir malzeme özelliği,

radyant enerji olarak tüpü terk eden enerji miktarının belirlenmesinde etkilidir. Yanma sonucu oluşan ısı enerjisi şu şekilde dağıtılır.

- 1- Enerjinin bir kısmı doğrudan radyant enerji olarak ısıtılacak ortama gönderilir.
- 2- Enerjinin bir kısmı ise reflektöre gönderilir ve reflektör aracılığı ile yönlendirilerek ısıtılacak ortama gönderilir.
- 3- Enerjinin bir kısmı ise taşınım yoluyla tüpten ortama geçer
- 4- Bir kısım enerjide reflektörden yansıyıp tekrar tüpe döner.



Şekil 2.2 Radyant ısıtmada enerji akım şeması (Can, 1997)

Basit bir radyant ısıtma cihazında, yakılan doğalgazın, etkin olarak ısıtmaya katılan bölümü bir örnek ile hesaplanabilir. Bu örnek için kullanılan yakıtın debisi $m_y = 2,5 \text{ Nm}^3/\text{h}$, doğalgazın ısı değeri $H_u = 34.534.500 \text{ J/Nm}^3$ ve hava fazlalık katsayısı $n= 1$ olarak verilmiştir. Bir saatlik süre içinde, $\eta: 0,87$ yanma verimi ile yanma sonucu açığa çıkan ısı :

$$\begin{aligned} Q_1 &= m \cdot H_u \cdot \eta & (2.1) \\ &= 2,5 \cdot 34.534.500 \cdot 0,87/3600 \\ &= 20.864,59 \text{ W olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Bu ısının bir bölümü, yanma sonu oluşan atık gazların $V_g = 25 \text{ Nm}^3/\text{h}$ debisi ile, $T_{g \text{ çıkış}} = 125^\circ\text{C}$ çıkış sıcaklığında 25°C sıcaklıktaki dış ortama atılmasından oluşan, baca kaybı şeklinde kaybolmaktadır. Verilen çıkış sıcaklığında atık gazın, sabit basınçtaki özgül ısı $C_{p_g} = 1386 \text{ J/Nm}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ alınabilir. Sıcaklık farkı yaklaşık $\Delta T_{g \text{ çıkış}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul edilerek, baca kaybı,

$$\begin{aligned} Q_2 &= V_g \cdot C_{p_g} \cdot \Delta T_{g \text{ çıkış}} & (2.2) \\ &= 25 \cdot 1386 \cdot 100/3600 \\ &= 962,5 \text{ W olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Böylece, örnek alınan radyant ısıtıcının borusunda gerçekleşen yanma sonunda, ısıtma borusu yüzeyine geçen ısı:

$$\begin{aligned} Q_3 &= Q_1 - Q_2 & (2.3) \\ &= 20.864,59 - 962,5 \\ &= 19902,09 \text{ W olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Radyant ısıtıcılardaki kayıplar, şekil 2.2 ile verilmiş grafikte gösterilmiştir. Burada ısıtılan cisim yüzeyine kadar olan şekil 2.2'de belirtilen, yanma verimi $\eta_1 = \% 87$, yayma verimi $\eta_2 = \% 80$ ve yansıtma verimi $\eta_3 = \% 92$ ile , tüm kayıplar göz önüne alınırsa, aşağıdaki sonuç bulunur.

Etken ısı miktarı:

$$\begin{aligned} Q_4 &= \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot Q_3 & (2.4) \\ &= 0,87 \cdot 0,8 \cdot 0,92 \cdot 19902,09 \\ &= 12.743,7 \text{ w} \end{aligned}$$

Bu sonuca göre, radyant ısıtıcıdan ısıtılan yüzeye gelen ışıyım enerjisinin, doğalgazın yakılması ile elde edilen ısı miktarına oranı,

$$\eta_B = \frac{Q_4}{Q_1} = \frac{12.743,7}{20.864,5} = \%61 \quad (2.5)$$

2.3 Radyant Isıtma Sistemlerinin Kullanım Alanları :

Tavan yükseklikleri 6m'den daha yüksek olan, tam veya kısmen kapalı büyük ve geniş hacimli kapalı alanlarda ve hava değişim oranları yüksek olan tesisler için radyant ısıtma sistemi en ideal çözümdür. Bu anlatılan özelliklerden bazılarını içinde bulundurmasından ve daha sonraki bölümlerde anlatılacak birtakım farklılıklardan dolayı civciv üretim tesislerinde de radyant ısıtıcılar pratikte kullanılmaktadır.

Bu noktada radyant ısıtma sistemlerinin başlıca kullanım alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Sanayi tesisler ve organize siteler.
- Spor Salonları
- Büyük çarşı ve Alışveriş merkezleri.
- Restorantlar.
- İmalathaneler.
- Galeriler
- Tavuk Çiftlikleri
- Garajlar
- Uçak-helikopter hangarları,
- Seralar
- Otomobil servisleri
- Camiler
- Depo ve Ambarlar
- Müzeler

2.4. Radyant Isıtma Sistemleri

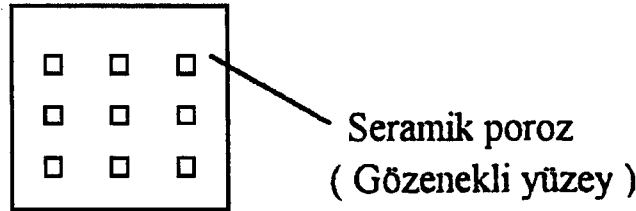
Isıtma tekniğinde faydalanılan radyant ısıtıcılar, başlıca iki grup altında incelenebilir:

- a) Yüksek Yoğunluklu Radyant ısıtma cihazları
- b) Düşük Yoğunluklu Radyant ısıtma cihazları

2.4.1. Yüksek Yoğunluklu Radyant Isıtma Cihazları

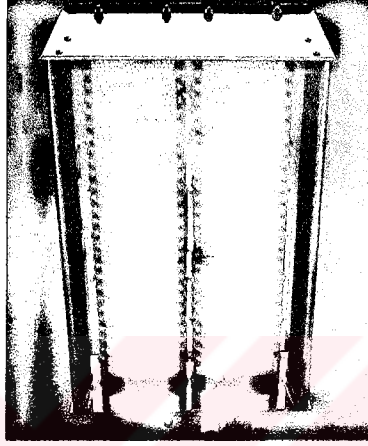
Bu tür radyant ısıtma cihazlarında, yüzey kor renginde olduğu gibi ışınmı alevin kendisi sağlar. Yani çıplak alev ışınmı söz konusudur. Seramik esaslı delikli bir panelin ön yüzünde yanma sağlanır. Yüksek ısınım şiddetine sahip bu cihazlarda, yüzey sıcaklıkları 1000 °C' nin üzerindedir. Yüksek yoğunluklu cihazlar, yaydıkları ışınların dalga boyları itibari ile sağlığa zararlı olabilirler. Cihazın açık alevli olanı, yanma havasını iç ortamdan aldığı ve yanma sonucunda oluşan gazları da aynı ortama attığı için bu tür cihazların kullanıldığı hacimlerin iyi havalandırılması gerekir.

Hacmin iyi havalandırılmamasından ve ışınmı dalga boyunun 1-5 µm arasında olmasından dolayı insan sağlığı için tehlikeli olabilir. Fakat, ışınmı dalga boyu uygun şekilde kontrol edilirse, bu cihazlarla iyi ısıtma sağlanabilir.



Şekil 2.3 Seramik poroz

Spot ısıtma, büyük bir mahalin, sadece istenen bir kısmının ısıtılması işlemidir. Yüksek yoğunluklu cihazlar spot ısıtma için uygundur. Fakat yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı, yüksek yoğunluklu cihazlar radyant ısıtma cihazlarının küçük bir kısmını oluştururlar. Yüksek yoğunluklu cihazların şematik resmi şekil 2.3 de görülmektedir.



Şekil 2.4 Seramik radyant

2.4.2 Düşük Yoğunluklu Radyant ısıtma Cihazları

Radyant ısıtma tekniğinde, ilk olarak akla gelmesi gereken, düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarıdır. Bu tür ısıtma cihazlarının daha ucuz olması, pratikteki uygulamalarının daha kolay gerçekleştirilmesi ve insan sağlığına kesinlikle zararsız olması, düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarını, yüksek yoğunluklu cihazlara göre daha tercih edilir duruma getirmiştir.

Düşük yoğunluklu gaz yakıcı cihazlarda, yüzey yayıcılığı yükseltilmiş bir boru söz konusudur. Bu, 4-6 parmak dış çapında, 1,6 veya 2 mm kalınlığında yüksek sıcaklığa dayanıklı, siyah boya ile boyanmış, 0,9 yayıcılığa (emissivite) sahip çelik bir borudur. Bu borunun içine fanlı bir brülör ile yakıt gönderilir ve yakıt boru içinde yakılır. Böylelikle dış yüzey ısıtılarak ışıma yapması sağlanır. Borunun içinde devamlı vakum oluşturarak duman gazlarının emilmesini sağlayan bir vakum pompası mevcuttur. Ayrıca radyant tüpün üzerinde ışınları yönlendirecek bir reflektör bulunmaktadır.

2.4.3. Çalışma Sıcaklıklarına Göre Radyant Isıtıcılar :

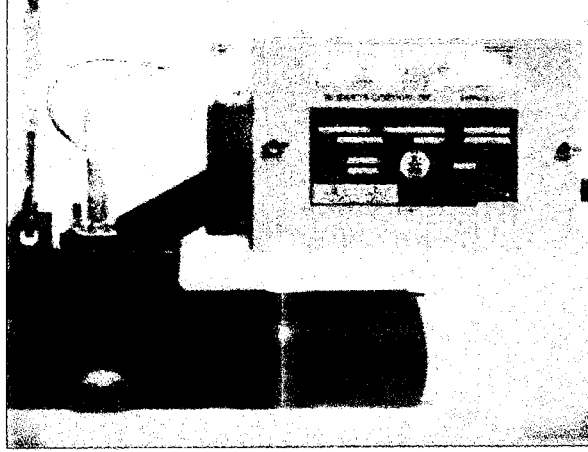
Isıtılacak olan mahalde radyant ısıtma sisteminin kullanılmasına karar verildikten sonra aşağıda çalışma sıcaklıklarına göre sıralanmış cihazlardan seçim yapılmalıdır.

- a) Yüksek Sıcaklıklı Elektriksel Quartz Isıtıcılar (2000°C)
- b) Yüksek Sıcaklıklı Açık Alevli Seramik Plaka Isıtıcılar (1000 °C)
- c) Orta Sıcaklıklı Bacasız Radyant Tüp Isıtıcılar (500 – 650°C)
- d) Orta Sıcaklıklı Bacalı Rayant Tüp Isıtıcılar (500 – 650 °C)
- e) Düşük Sıcaklıklı Sulu ya da Buharlı Radyant Isıtıcılar (110 °C)

Elektriksel Quartz ısıtıcılar, açık alevli seramik plaka ısıtıcıları gibi spot ısıtmalar için uygun olmaktadır. Büyük mağazaların giriş kapılarında veya benzeri yerlerde kullanılan bu tür ısıtıcıların en büyük dezavantajı elektrik enerjisi kullanmalarından dolayı işletme maliyetlerinin yüksek oluşudur. Diğer bir taraftan, düşük sıcaklıklı sulu ya da buharlı radyant ısıtıcılar, bir kazan dairesine ihtiyaç duydıklarından, ilk yatırım maliyetleri yüksektir. İşletmede başka amaçlar için kullanılan atık buhar veya sıcak su varsa bu sistem önerilebilir.

2.4.4. Radyant Isıtıcıların Ana Elemanları

- **Radyant Boru** :120 mm çap ve 1,6 mm et kalınlığında ısıtma işlemi tabii tutulmuş, yüksek sıcaklık ve korozyona dayanıklı olacak şekilde imal edilen alüminize edilmiş çelik borular. Bu boruların yüzey sıcaklıkları 200-400°C civarında olup, 1200°C gibi yüksek sıcaklıklara da dayanıklıdır.
- **Brülör** : Bağlantı flanşı, filtre, seramik alev başlığı, ateşleme elektrodu, alev kontrol sensörü, kontrol ünitesi, regülatör, magnetik ventil, transformatör, türbülötör, basınç ayarlayıcı, ateşleme otomatığı gibi bölümlerden oluşur. Aşağıdaki Şekil 2.5’de bir brülör örneği görülmektedir.



Şekil 2.5 Brülör

- **Egzos Tüpü:** Yanma sonu oluşan atık gazların dışarı atılmasına yardımcı olan elemandır. Fan ve egzoz pompası bu tüpe monte edilirler.
- **Vakum Pompası :** Atık gazların çıkış borusu aracılığı ile, dış ortama verilmesini sağlar. Vakum pompası yatağı ağır çalışma koşullarına uygun dökme demirden yapılmıştır. Hava süpürücü pervane dinamik balansı yapılmış olarak, direkt iletimi sağlayacak şekilde şaftın üzerine monte edilmiştir. Pompa motorunun ses yapmasını önlemek için lastik takozlar üzerine tespit edilir ve vakum pompası yine sese karşı yalıtılır. (Şekil 2.6)



Şekil 2.6 Vakum Pompası

- **Reflektör** : Paslanmaz çelikten ve parlatılmış alüminyumdan imal edilirler. Radyant borunun yaydığı kızıl ötesi ışınlar, reflektör vasıtası ile, ısıtılacak bölgelere yönlendirilerek yansıtılırlar. Reflektörler, radyant boruların üzerine Şekil 2.1’de gösterildiği durumda monte edilebildiği gibi, Çizelge 2.1’de gözüken konstrüksiyonlarda reflektörler de bulunmaktadır. Bu Çizelge değişik konstrüksiyonlara sahip reflektörlerin, yansıtıcılık ve açısallık gibi kriterler açısından değerlendirilmesi sonucunda oluşturulmuştur.

Çizelge 2.1 Reflektör Konstrüksiyonları (Roberts Gordon, 1994)

REFLEKTÖR KONSTRÜKSİYONLARI	Yansıtıcılık	Açısallık	Konveksiyon Kayıplarını Engelleme	Etkinlik	Profil Etkinliği	Radyant verimliliği
1	E	E	E	E	E	A
2	E	E	A	E	A	A
3	E	B	B	B	A	A
4	E	A	B	A	B	B
5	E	B	B	B	B	A
6	E	B	B	B	B	B

E = Orta üstü A = Orta B = Orta altı

- **Kontrol Ünitesi** : Bütün yakıcılar fabrikasyon olarak topraklı prizlidir, bir kontrol panaliyle kumanda ve kontrol edilirler. Herbir kontrol panalinde birden fazla röle vardır ve bunlar sistemi müstakil termostatlı olarak farklı bölgelere ayrılmak suretiyle kontrol edebilirler. Sıcaklık kontrolü termostatlar aracılığı ile sağlanır ve çoğunlukla açık, kapalı (Süreksiz otomatik kontrol) seklinde bir sistem kullanılmaktadır.

2.4.5 Radyant Isıtma Sistemlerinin İşletme Şekli ve Kontrolü

Radyant ısıtma sistemlerinde öncelikle yanmanın gerçekleşeceği boru içindeki yabancı gazların dışarı atılması gerekir. Bu yüzden sistemin işletmeye alınışı, ön süpürme adı verilen süreçle başlar. Sistemdeki vakum pompası çalıştırılır ve böylece tüpün içinde vakum oluşturulur. Hava basıncı ve gaz basıncı değerleri uygun ise gaz vanası açılarak gaz girişi sağlanır. Gaz hattından gelen gaz brülör tarafından havayla karıştırılır. Daha öncede belirtildiği gibi eğer boru içindeki vakum değeri istenen düzeyde değilse brülör hazırladığı gaz-hava karışımını radyant tüp içerisine göndermez. Ateşleme ise gaz tüpe girerken silikon-karbid elektrod ile yapılır. Boru içinde ilerleyen alev diğer ucuna kadar bütün boruyu ısıtır.

Boru ısındıkça kızıl ötesi ışın yaymaya başlar. Borudan yayılan ışınlar, borunun üzerine yerleştirilmiş reflektör sayesinde ısıtılacak bölge üzerine yansıtılır.

Radyant ısıtıcı tipine ve radyant ısıtıcının asılı olduğu yüksekliğe bağlı olarak yansıtılan ısı belirli bir alana dağılır. Çalışmanın sonraki bölümünde, civcivlerin yetiştirme dönemlerinde ihtiyaçları olacak değişken ısı miktarları bu özelliğe dayanılarak (radyant seviyesini değiştirerek) karşılanmaya çalışılacaktır.

Radyant ısıtıcı sistemlerinin otomatik kontrolünde, ortalama yüzey yutuculuğu değerine sahip bir sensör seçilir. Sistemin kullandığı mahale bağlı olarak sensör için uygun bir yer belirlenir. Sensör yaklaşık 5 cm çapında bir küredir ve siyah cisim özelliği gösterir. Sensörün ölçümleri,

kontrol paneline gönderilerek ısıtıcıların önceden belirlenmiş sıcaklıklara göre devreye girip çıkmaları sağlanmış olur.

Yine güvenlik açısından da radyant ısıtıcılarda yakıcıların otomatik kontrolü söz konusudur. Yakıcılar birbirinin yanma gazlarından etkilenmeden arka arkaya ateşlenebilirler.

Yakıcı tasarımları hava – yakıt karışımını sabit tutabilir. Bu koşul yakıt ve yanma havasının atmosfer basıncında birleştiği ve her birinin akışının bir vakumla sağlandığı yakıcılarda karşılır.

Bunların dışında egzoz gazı basınç kontrol ünitesi ile, egzoz basıncı ölçülerek birikme olup olmadığı kontrol edilir. Anormal koşullarda veya sıcaklık arzu edilen değerin üstüne çıktığı zaman gaz girişi kesilir.

Yüksek seviyede bir emniyet sağlamak üzere, ateşlemenin olmadığı zamanlara ilaveten aşağıdaki olağanüstü durumlarda da yakıcıların gaz çıkışı durdurulmaktadır :

- Ana gaz vanası “ Açık” konumda bozulup vana açık kalırsa,
- Vakum pompası çalışmazsa,
- Elektrik kesilirse.

Emniyeti artırmak amacı ile, binanın içine sızabilecek herhangi bir gaz, kaçağına imkan vermeyecek şekilde tüm sistem daima negatif basınç altında tutulur.

3. CİVCİV ÜRETİCİLİĞİ :

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi günümüzün önemli sorunlarından biridir. Hayvansal gıdalara olan talep sürekli artmakta buna paralel olarak da hayvansal üretimde verimliliği artırmaya yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır. Hayvansal proteinleri en ucuz ve en kısa zamanda üretebilen hayvanların yetiştirilmesi bu konuda önemli bir yer tutar. Cıvciv üreticiliği (tavuk yetiştiriciliği) bu yönden ilk sıralarda yer almaktadır.

Dünyada son yıllarda tavuk yetiştiriciliği alanında önemli gelişmeler olmuş, düşük üretim kapasiteli ilkel yetiştiricilikten teknik tavukçuluğa doğru bir yönelme meydana gelmiştir.

Birçok ülkede insanların tükettiği hayvansal proteinler 1/4 ile 1/3 oranında değişen değerlerde tavuk ve tavuk ürünleri kökenlidir. Kırmızı ete oranla çok daha ekonomik olarak üretim yapılabilen bu yetiştirme dalı, özellikle hayvansal protein açığı olan ülkelerin her geçen yıl daha fazla ilgisini çekmektedir.

Sürekli artan dünya nüfusuna paralel olarak, tavuk etine olan ihtiyaç ve ilgi de artmış ve şu günlerde çok büyük rakamlara ulaşılmıştır. Bu denli büyük bir pazara sahip bir sektörde %1 iyileştirilme yapılması bile çok yüksek kazançların oluşmasını sağlamaktadır.

Yapılan çalışmalar cıvciv üretim kümeslerinde konfor şartlarının yeterince sağlanamamasında dolayı verimin düşük olduğunu göstermiştir. Cıvciv üretim kümeslerinde konfor şartlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Diğer bir taraftan altlık malzemesi, sıklık oranı ve besleme şekli gibi faktörlerin verim üzerindeki etkileri araştırılmış olmasına karşın, ısı ve yem masraflarını minimuma düşürme amaçlı optimum dizayna ve ısıtma sistemlerinin üretim üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik ciddi çalışmalar yapılmamıştır.

Cıvciv yetiştiriciliğinde işletme maliyetlerinin büyük kısmını ısıtma ve yem masrafları oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda ısıtma ile yem tüketiminin direk ilişkili olduğu

ortaya çıkmıştır. Isıtma sisteminin uygun seçilmemesi bir taraftan enerjinin boşa harcanmasına yol açarken diğer taraftan yem tüketimin artmasına, buna karşılık yemin ete dönüşüm oranının düşmesine sebep olabilmektedir. Bu çalışmanın yapılmasındaki ana amaç da, boşa enerji harcanmasını ortadan kaldırarak, civcivlere tam ihtiyaçları olan sıcaklığı sağlayacak radyant ısıtma sisteminin dizaynıdır. Ayrıca bu ısıtma sistemi ile ihtiyaç duyulan şartlar tam olarak sağlandığı için, yemin ete dönüşüm oranı da belirli değerlerde tutularak, verimin bir açıdan daha yükseltilmesi sağlanmış olur.

3.1. Tavukların Fizyolojik Özellikleri :

Çalışmamız, civcivlerin konfor sıcaklıklarını sağlayacak radyant ısıtıcı kapasite ve konumlarını belirleme konusunda olduğu için tavuklukların daha çok bu konuyla ilgili fizyolojik özellikleri araştırılmıştır.

Tavuklukların bünyesinde, sıcaklık değişmelerine karşı, vücut sıcaklıklarını belli sınırlar içinde tutmaya yarayan, homeostasis mekanizması vardır. Vücut sıcaklıkları, yaş, cinsiyet ve karakterine bağlı olarak 39,5 – 41,1°C arasında değişmekle birlikte, çalışmamızın son bölümündeki hesaplarda da görüleceği gibi ortalama 40 °C olarak kabul edilebilir.

(Dağtekin ve Yıldız 1995)

Tavuklar farklı ortam sıcaklıklarında vücut sıcaklıklarını belli sınırlar içerisinde tutabilmek için farklı miktarlarda ısı kaybederler. Örneğin soğuk havalarda derideki kan damarlarının bözülmesi sonucu kan dolaşımı, dolayısıyla ısı kaybı azalır. Araştırmalar sonucunda, solunumla olan entalpi kayıplarında solunumla verilen hava, vücut sıcaklığından 1,9°C daha düşük ve bağıl neminin de % 90 seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Solunumla alınan havanın entalpisi düşük olduğu zaman bu yolla olan ısı yayılımı da daha fazla almaktadır. Solunumla alınan havanın entalpisini, verilen havanın entalpisi seviyesine çıkarmak için gerekli olan saatteki ısı miktarı solunum debisi ve entalpi farkının çarpımı ile bulunabilmektedir. .(Mutaf, 1989)

Vücut ısısı hayvanın yaşı, cinsiyeti ve hareketine göre değişiklikler gösterir. Dinlenme halinde olan bir hayvanda, kas aktiviteleri ve metabolik işlevler sonucu ısı sağlanır. Ancak egzersiz, beslenme, su içme, sindirim, mevsimler, günün değişik zamanları, çere sıcaklığı, rüzgar hızı, nem oranı gibi faktörler sonucu vücut ısı kaybeder. Bu faktörlerdeki değişimlerden ötürü hayvan vücut ısısını ayarlamak durumunda kalır.

Nem oranı soluma hızını etkiler. Nem oranı yüksekse solunum daha hızlı olur. Çevre sıcaklığındaki değişmelere karşı tavuklar vücut sıcaklıklarını normal düzeyde tutabilmek için bazı ayarlamalar yapmak zorunda kalırlar. Çevre sıcaklığı yükseldikçe nem tüketimi azalır. Sıcaklık azaldıkça vücut sıcaklığı artar, buna karşılık büyüme ise azalır.

Sıcaklık faktörü civcivin ilk 7-10 günlük döneminde çok önemlidir. Yüksek ve düşük sıcaklıklar ölüme yol açabilir. Araştırmalar günlük civcivin vücut sıcaklığının yetişkin civcivin vücut sıcaklığından 1,7°C düşük olduğunu göstermiştir. Fakat beş güne kadar yetişkin olan ile aynı sıcaklığa (41,1°C) ye ulaşır.

Çizelge 3.1 Yaşa bağlı olarak civcivlerin vücut sıcaklıkları. (Dağtekin ve Yıldız, 1995)

Yaş (gün)	Ortalama Vücut Sıcaklığı (°C)
1	39.7
2	40.1
4	41
5	41.1
10	41.1

Et tavukçuluğunda (Broiler) civcivlerin yetiştirilme süresi 8 hafta olarak belirlenmiştir. Civcivler kümese alındıkları ilk günden, sekiz hafta sonra kesime gidecek duruma gelmektedirler. Bu konuda yapılan çalışmaların genel amacı, bu sekiz hafta süresince minimum girdilerle

(yem, ısıtma harcamaları) maximum çıktılar (canlı et ağırlığı...) elde ederek verimi yükseltmektir. İşte bu noktada rol oynayan en önemli etkenlerden biri de sıcaklıktır.

Civcivlerde vücut ısısını düzenleyen sistem yeterince gelişmediği ve ana tüylerinin de yeteri kadar izolasyon görevi yapmamasından dolayı ilk haftalarda hayvanların ihtiyaç duydukları ortam sıcaklıkları yüksek değerlerdedir.

Fakat hayvanlar büyüdükçe bulunmaları gereken kümes sıcaklıkları da azalacaktır. Yetiştirme dönemine bağlı olarak tavsiye edilen yetiştirme sıcaklıkları Çizelge 3.2 'de verilmektedir.

Çizelge 3.2 Civciv yetiştirme kümeslerinde istenen sıcaklık ve bağıl nem değerleri
(İ.Ü.Vet.Fak, 1990)

Yaş (Hafta)	Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)
1	50-70	32
2	50-70	30
3	50-70	28
4	50-70	27
5	60-70	26
6	60-70	24
7	60-70	22
8	60-70	20

3.2. Tavukçuluğun Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve İşletme Yapısı:

Türkiye gıda maddeleri üretimi yönünden kendisine yeterli bir ülke sayılabilir. Ancak, gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de insanların beslenmesinde nitel yetersizlikler vardır. Yani insanlarımız dengeli bir besleme için yeterli miktarda hayvansal protein tüketmemektedir. Bunun birçok nedeni olmakla beraber, en başta geleni yeterli miktarda ve ucuz hayvansal ürün elde edilmemesidir.

Türkiye’de üretilen tavuk ürünleri büyük oranda iç tüketime sunulmaktadır. Piliç etinin dışsatımı yıllara göre çok dalgalanma göstermektedir. Bu sektörün dış alımını ise damızlık civciv alımı oluşturmaktadır.

Türkiye’de tavukçuluk son 20 yıl öncesine kadar köy tavukçuluğu niteliğindedir. Fakat üretim kümeslerinde konfor şartlarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar, altlık malzemesinin sıklık oranının ve besleme şeklinin verim üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar sonucu köy tavukçuluğu yerini modern civciv yetiştiriciliğine bırakmıştır.

Diğer bir taraftan Çizelge 3.3 ’ten de incelenebileceği gibi Türkiye’de tavuk yetiştiriciliği en yaygın olarak 5000 tavukluk kapasiteye kadar olan kümeslerde yapılmaktadır.

Çizelge 3.3 İşletmelerin kapasitelerine göre dağılımı (İ.Ü.Vet.Fak, 1990)

Kapasite (Hayvan/Kümes)	İşletme Sayısı	%
2500-5000	3432	86.9
5000-10000	380	9.6
10000-25000	101	2.6
25000-50000	26	0.6
50000	11	0.3
Toplam	3950	100

3.3 Civciv Yetiştiriciliğinde Konfor Şartlarını Sağlamaya Yönelik Yapılan Araştırma

Çalışmaları:

Türkiye’de tavukçuluk sektörünün kurulmasına yönelik ilk çalışmalar 1930 yıllarında başlamıştır. Tavuk yetiştiriciliği ve islahı konularında araştırma yapmak üzere Ankara’da Merkez Tavukçuluk Enstitüsü bu tarihte kurulmuş, fakat bu Enstitünün Türkiye Tavukçuluğuna yeterli katkı sağlayamamıştır. Tarım Bakanlığı bünyesinde bir merkez Tavukçuluk Komitesi ile ziraat işleri Genel Müdürlüğüne bağlı küçük Evcil Hayvanlar şubesinin

kurulması ise 1954 yılında gerçekleşmiştir. Bu yıldan itibaren Tarım bakanlığının tüm yetiştirme kurumlarında tavukçuluk bölümleri oluşturulmuştur.

Tavukçuluğun hızlı gelişimi, çevre koşullarına yönelik çalışmaların öneminin anlaşılmasını sağlamıştır. Tavuk üretiminin artırılmasında ortam şartlarının etkisi büyüktür. Kümeslerde kontrol edilmesi gerekli olan ortam şartlarından en önemlileri sıcaklık, bağıl nem, hava hızı, havalandırma ve ışıklandırma dır.

Yapılan bir çalışmada çevre sıcaklığının 30,8°C'den 38'8'C ye attırılması durumunda tavuk ısı üretiminin çevre sıcaklığı ile arttığı görülmüştür. Tavuğun uzun süre 30,8'C sıcaklıktaki bir ortamda bırakılması halinde tavuk ısı üretiminin kg başına saate 34,6 kJ'den 28,2 kj a düştüğü, 38,8'C de ise 44'1 kj'den 35,5 kj'a düştüğü görülmüştür. (Derbentli, 1998)

Konfor şartlarının altında çevre sıcaklıklarında civcivlerin vücut sıcaklıklarının korunmaları için daha fazla enerji gerekir. Bu enerjinin sağlanması için daha fazla yem tüketileceğinden yemin dönüşüm oranı olumsuz etkilenir. Dolayısıyla 1 kg'lık üretim fiyatını belirlemede çevre sıcaklığı önemli rol oynar.

Ticari civciv yetiştiriciliğinde maximum karın elde edilmesi için üretim masraflarının minimuma indirilmesi gerekir. Tavuk üretiminde yemin fiyatları ve ısıtma giderleri önemli masraflardır. Yem fiyatı için yem dönüşüm oranı ölçü olarak alınabilir. Yüksek yem fiyatları , düşük canlı ağırlıkları ve artan işletim fiyatlarından oluşan ekonomik zorlamalar üreticileri, tavuk üretimindeki verimi arttırmaya doğru teşvik etmiştir. Dolayısıyla ortam şartlarıyla ilgili kuralların uygulanmasının önemi de daha belirgin bir şekilde anlaşılmıştır.

Son yıllarda broiler üretiminde kaydedilen hızlı artış, bu sektörün hayvansal protein üretiminde en etkili kaynaklardan biri olmasına yol açmıştır. 1977'de bir broiler ortalama olarak 54 günlük büyüme periyodu sonunda 1496 gr lık canlı ağırlığa oluşabilirken, 1985 yılında sadece 47 günde 1594 gr a ulaşmış ve yemden yararlanma oranı, günlük canlı ağırlık artışı ve kesim randımanı

gibi performans değerlerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Şenköylü, 1991). Dünya çapında civciv üreticiliği alanında, genetik besleme ve barınma konularında sağlanan ilerlemeler sonucu, 40 gr olarak yetiştirmeye başlanılan bir civciv 8 hafta sonunda 2-2,5 kg ağırlıklara ulaşabilmektedir. Daha önceleri 7-8 kg yemle 2 kg'lık broiler yetiştirilirken, gerekli şartların iyileştirilmesi ve yerine getirilmesi sonucu 4 kg yemle 2-2,5 kg'lık broiler yetiştirmeye başlanmıştır. (Beaumont vd., 1998)

Çizelge3.4 Etlik piliçlerin haftalık ulaşmaları beklenen canlı ağırlık değerleri(İ.Ü.Vet.Fak, 1990)

Yaş (Hafta)	Canlı Ağırlık (g) Erkek	Canlı Ağırlık (g) Dişi	Sürü Ortalaması (g)
0	40	40	40
1	130	120	125
2	320	300	310
3	560	515	538
4	860	790	825
5	1250	1110	1180
6	1690	1430	1510
7	2100	1745	1938
8	2520	2060	2290

3.4. Kümes Yapımı ve Kümes İçi Çevre Koşullarının Düzenlenmesi:

Kümes, iklimle ilgili çevre şartlarına kısmen veya tamamen bağlı kalmadan gerektiğinde sıcaklık, nem, ışık ve havalandırma gibi faktörler kontrol altında tutularak bütün yıl boyunca, civciv ve piliçlerin üretim ve yetiştirilmesinde barınak olarak kullanılmak amacıyla çeşitli yapı malzemeleri ile inşa edilen yapılardır.

Civciv yetiştiriliciliği dünyanın her yerinde yapılabilir. Önemli olan kümes içi çevre koşullarının istenilen düzeyde tutabilmektir. Bunu sağlayabilmek için kuruluş aşamasında, çevrenin iklim şartlarının değerlendirilerek, arazinin, inşaat malzemesinin, kümes büyüklüğü ve tipinin belirlenmesi gerekmektedir.

- **Arazinin Seçimi** : Tavuk yetiştiriciliği için en uygun iklim ılıman iklimdir. Diğer iklim bölgelerinde çevre koşulları yetiştirici tarafından düzenlenir. Kümes arazisinin seçiminde, ekonomik olması açısından tarıma elverişli olmayan hafif meyilli ve kumsal araziler düşünülür. Ayrıca arazinin ulaşım, su ve elektrik gibi altyapıyla ilgili de durumu değerlendirilir.

- **Dış Duvar** : Kümes yapımında kullanılacak inşaat malzemeleri, kümes içi çevre koşullarının istenilen düzeyde tutulmasına yardımcı olacak nitelikte olmalıdır. Duvar yapımına en uygun inşaat malzemeleri briket, tuğla ve delikli tuğladır. Duvar izolasyonu, aynı veya farklı iki malzeme katı arasına uygun izolasyon malzemesi yerleştirilerek ve yoğuşmaya karşı tedbirler alınarak yapılmalıdır.

Kullanılacak izolasyon malzemesinin özellikleri gözönüne alınarak, ortamdaki nemin izolasyon malzemesinin içine sızıp yoğuşmasına ve böylece izolasyon değerinin azalmasına engel olabilmek için bazı önlemler alınmalıdır. Polietilen tabakalar veya ruberoit gibi nem önleyici malzemeler kullanılabildiği gibi, bunların yerine sadece izolasyon malzemesini doğru seçip uygun yere yerleştirerek de bu yoğuşma probleminin önüne geçmek mümkün olabilmektedir. Ayrıca yoğuşma olup olmayacağını hesap yöntemiyle de görmemiz mümkün olacaktır. Diğer bir taraftan duvar iç yüzeyinde plastik ve hazır badana malzemeleri kullanılması sakıncalıdır. Bu tür malzemeler kümes içinde rutubetin emilmemesine ve yüzeyde su damlacıklarının oluşmasına yani yoğuşmaya neden olurlar.

Duvar yüksekliği ise en az 220cm olarak düşünülmelidir. Pencereilerin toplam alanı ise kümes zemin yüz ölçümünün en az 1/6'sı kadar olmalıdır. (T.S.E., 1986)

- **Taban** : Kümes tabanları genellikle sıkıştırılmış topraktan, ahşaptan veya grobetondan yapılır. Kümes tabanları rutubetsiz, temizlenmesi kolay, su birikmeyecek şekilde düzgün yüzeyli yapılmalıdır. Tabanlarda çatlaklar bulunmamasına dikkat edilmelidir.

Tabanı beton olan kümeslerin temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi kolay olduğu gibi hayvanların sağlığı yönünden de daha elverişlidir. Bu bakımdan tercih edilmelidir. Beton zeminin, sıcak havalarda çevre sıcaklığından daha az sıcaklığa, soğuk havalarda ise çevre sıcaklığından daha yüksek sıcaklığa sahip olması gibi yararları da vardır. Diğer bir taraftan kümesin temizlenmesi sırasında pis suların akıtılması için tabanlara belirli bir yönde eğim verilmelidir. Bu eğim de genellikle % 0,5 dolayında olabilir. Son olarak kümes tabanı tabii zeminden 20-25cm daha yüksekte yapılmalıdır. Böylece topraktan gelebilecek herhangi bir nem önlenmiş olur. Ayrıca taban suyu yüksekse tabanda mutlaka izolasyon yapılmalıdır.

Çatı : Çatı örtüsü, yağış sularının içeriye akmasını, içerdeki sıcaklığın dışarıya çıkmasını, dışarıdakinin içeriye girmesini önleyecek nitelikte olmalıdır. Çatı örtüsü olarak, alüminyum levha, kiremit, eternik katran emdirilmiş oluklu kağıt, oluklu sac ve toprak gibi malzemeler kullanılır. Çatı tercihen % 15 eğimli beşikçatı şeklinde yapılır. Beşik çatılar; kirli havanın kümes dışına atılmasına yardımcı olur. Çatıda dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise izolasyonun çok iyi yapılmasıdır. (T.S.E., 1986)

3.4.1 Kümes içi konfor şartlarının civciv üretimi üzerindeki etkisi :

Kazançlı bir tavukçuluk için yetiştirmede genetik kabiliyetleri yüksek tavukların kullanılması ve bu tavukların iyi bakım ve beslemenin yanısıra uygun çevre koşullarında bulundurulmaları gerekir. Bu nedenle tavuk barınakları ve kümes içi koşulların üretim tekniği açısından en uygun şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Her homötermik hayvan için gerekli ve istenen vücut işlevlerinin en az enerji girişi ile gerçekleştirildiği optimum bir ısı çevre vardır. Tasarımcı için optimum ısı çevreden çok, verilen bir tür için hayvan yaşamının, veriminin, sağlığının ve ekonomik kazancının kabul edilebilir ölçüler içinde olduğu bir koşullar aralığı önem taşır. Bu aralık nominal kayıplar bölgesi olarak adlandırılmıştır. Bizim amacımızda bu bölgede kalmayı sağlayacak ısı çevre şartlarını sağlamaktır.

3.4.1.1 Isıtmanın performans üzerindeki etkisi :

Kümes içi sıcaklığın yetiştirmenin değişik dönemleri için Çizelge 3.2.'de verilen değerlerin dışında olması verimi olumsuz yönde etkiler. Olası en az yem tüketimi ile en yüksek düzeyde verim ancak sıcaklıklarda yetiştirilen civcivlerden sağlanır.

Civcivler ter bezlerinden yoksun oldukları için aşırı sıcakta serinlemeleri solunum yollarındaki buharlaşma ile sağlanır. Özellikle yaz aylarında tavukların ağızlarını açarak sık sık solunum yapmaları sıcaktan etkilenmeme çabalarıdır. Bu ortamlarda bulunan tavuklarda metabolizmanın hızı, düşer, dolayısıyla yem tüketimi azalır. Bu da vücut ağırlığını (kilo artışı) direkt etkiler. Soğuk ortamlarda yetiştirilen tavuklarda ise bu olayın tam tersi gözlenir. Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yem tüketimi artar. Fakat buradaki yem tüketimindeki artış hiçbir zaman için kilo artışına dönüşmemektedir. Hayvanlar sadece rahat yaşayabilecekleri vücut sıcaklığını yakalamak için daha fazla yeme ihtiyaç duyarlar. Bu noktada ısıtma sistemlerinin tasarımcıları hayvanın ihtiyacı olan sıcaklıkları buldukları ortamlarda tam olarak sağlayarak, hayvanların sadece ısınmak amacıyla fazladan yem tüketmelerini engellemek isterler.

Homiden, Robertson ve Petchey'in yapmış oldukları bir çalışmada, 8 odada ve iki ayrı sıcaklık rejiminde yetiştirdikleri civcivlerin yem tüketimi, vücut ağırlığı, günlük kilo artışı ve ölümlülük oranlarını haftalık olarak kaydederek sıcaklık değişmelerinin performans üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 1 Rejimde sıcaklığı 31°C'den 19°C'ye kadar her gün düşürürken diğer rejimde de benzer bir düşüş sağlamışlardır. Fakat 21. günde sıcaklığı 23,8°C'den 25,8 °C'ye yaklaşık 2°C arttırarak bu sıcaklığı sürdürmüşlerdir. Bu şartlarda yaptıkları inceleme sonunda sıcaklığın performans üzerindeki etkilerini Çizelge 3.5 'de şu şekilde vermişlerdir. (Homidan vd., 1998)

Çizelge 3.5 Sıcaklığın civcivin büyüme performansı üzerindeki etkileri (Homidan, 1998)

	1. Rejim	2. Rejim
Vücut Ağırlığı (g)	2571	2496
Günlük Artış (g/gün)	52.64	50.07
Yem Tüketimi (g/gün)	100.9	97.9
Ölümlülük (%)	4.11	4.19

Yaptıkları çalışmalarda 49 günlük tavuklarda toplam yemin tüketimi ve vücut ağırlığının sıcaklık artışıyla azaldığını görmüşlerdir. Sonuçta sıcaklıktaki 2°C' lik küçük farklılıkların bile civciv performansı üzerinde önemli etkilere sebep olabileceği anlaşılmıştır.

Yapılan diğer bir çalışmada, 35°C'lik yüksek ortam sıcaklığına 2 hafta maruz bırakılan civcivlerde yem tüketiminin 22°C'ye kıyaslanma % 29 düştüğü, buna bağlı olarak gelişme oranının da % 37'e düştüğü gözlenmiştir. (Derbentli, 1998)

Yukarıda anlatılan bu çalışmalar da, et tavukçuluğunda sıcaklığın, civciv'in performansında ne derece etkili olduğunu gözler önüne sermiştir.

3.4.1.2. Bağlı nemin üretim üzerindeki etkisi :

Yem tüketiminin minimum olmasına karşın verimin max olması optimum hava sıcaklığı ve bağıl nem ile mümkündür. Kümeslerde optimum hava sıcaklığı sınırları için hava bağıl nem oranları % 55-75 sınırları arasındadır. Civciv yetiştiriciliğinde kümes içi bağıl nem oranı hiçbir şekilde %80'nin üzerine çıkmamalı, % 40'ın altına düşmemelidir. Bağıl nem yükseldikçe soğuk yüzeylere temas eden kısımlarda yoğuşmalar meydana gelir. Bu durum malzemelerin yapısını bozar ve ısı kaybını yükseltir. Bu tür kümeslerde kümes içi ısı miktarını istenen düzeyde tutmak zorlaşır. Diğer bir yönden, bu kümesler özellikle mantar enfeksiyonları için uygun bir ortam oluştururlar.

Kümes içi havanın bağıl neminin düşük olması da, ortamın tozlu olmasına zemin hazırlayarak solunum yolları hastalıklarının oluşmasına ve ayrıca raşitizm gibi kemik hastalıklarına sebep olduğu için arzu edilmeyen bir durumdur.

Fakat her hayvan kg canlı ağırlığı başına 3g su buharını kümes içine verir. Bu nedenle kümes içinde düşük bağıl nem değerlerinden bahsetmek biraz zordur. Kümes içerisinde bağıl nemin anormal derecede yükselmesi durumunda, hava değişim hızı ve kümes ısısı yükseltilerek bağıl nemin düşürülmesi sağlanabilir. (Derbentli, 1998)

Bu konuyla ilgili yapılmış bir çalışmada % 65 bağıl nem ve 43'3°C' lik bir sıcaklığa 2 saat maruz bırakılan civcivlerin vücut sıcaklığının 43'3 °C ye ulaştığı hatta bu sıcaklığın üzerine çıktığı görülmüştür. Kümeslerin çoğunda % 60 bağıl nem ile yüksek sıcaklığın bir arada olmasının ciddi problemler oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca bağıl nemin arttırılmasının, yem tüketiminin düşürülmesine yol açtığı anlaşılmıştır. (Derbentli, 1998)

Civciv yetiştirme kümeslerinde bağıl nem, kümes içi sıcaklık ve havalandırma ile birarada düzenlenir. Yetiştirme döneminin ilk dört haftası için daha düşük değerlerde tutulmaya çalışılan bağıl nem, sonraki dört haftalık dönemde biraz daha arttırılır. İdeal kabul edilen kümes içi bağıl nem ve sıcaklık değerleri daha önceki bölümlerde Çizelge 3.2 'de gösterildiği şekilde olmalıdır.

3.4.1.3. Havalandırmanın üretim üzerindeki etkisi :

Civcivler, alınan yemlerin değerlendirilmesi ve artık maddelerin dışarı atılması gibi fizyolojik faaliyetleri için oksijene dolayısıyla yeteri kadar temiz havaya ihtiyaç duyarlar Kümeslerin içindeki oksijeni tazelemek, nem ve amonyağı atmak ve optimum sıcaklığı korumak için yeterli bir hava akımı sağlanmalıdır. Bu hava akımının bütün noktalarda uniform olmasına dikkat edilmelidir.

Oksijen gereksinimi, sindirilen yem miktarına, çevrenin sıcaklık ve nem oranına göre azalıp çoğalabilir. Havalandırmanın birinci amacı hayvanlara ihtiyaç duydukları oksijeni sağlamak, ikinci amacı ise kümes içerisindeki karbondioksit amonyak, toz ve kokuları dışarı atmak ve kümes için nemi istenilen düzeyde tutmaktır.

Kümes içerisinde 1 kg canlı kütle için saatte $0,4\text{m}^3$ temiz havaya gereksinim vardır. Solunumda ihtiyaç duydukları hava miktarı ise 1 kg canlı kütle için saatte $0,02\text{ m}^3$ dir. Bu değerler, kümese giren temiz havanın büyük bir kısmının, bağıl nemi düşürmek, kirli havayı ve zararlı gazları dışarı atmak için kullandığını ifade etmektedir.

Havalandırmada dikkat edilmesi gereken bir konuda, kümes içerisindeki hava hızıdır. Hava hızının civciv üretimi üzerindeki etkisi hava sıcaklığı ve bağıl nem ile yakından ilgilidir. Farklı hava sıcaklığına bağlı olarak hava hızı değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Hava sıcaklığına bağlı hava hızı değerleri (Lott, 1998)

Sıcaklık (° C)	Hava Hızı (m/s)
0	0.15
5	0.28
10	0.56
15	0.91
20	1.15
25	1.46
30	2.13

Yapılan bir çalışmada, havalandırmanın yeterli olmadığı bir kümeste, 60 mg/kg değerinin üzerindeki amonyak yoğunluğunun civcivlerin vücut ağırlığını ve yem tüketimini azalttığı, göz ve solunum rahatsızlıklarına yol açtığı belirlenmiştir.

Ayrıca havalandırma sistemi, kümesin kapasitesi, bölgesinin iklim koşulları ve yetiştiricinin yönü gibi faktörler gözönüne alınarak doğal veya yapay olarak düzenlenebilmektedir.

3.4.1.4. Işıklandırmanın üretim üzerindeki etkisi

Işığın, çoğalma sürecini etkilediği ve önemli bir denetlenebilir çevre parametresi olduğu bilinmektedir. Fakat bu etki civcivin türüne ve yaşına göre değişir. Civciv boyu yüksekliğinde 10-20 lux arasında ışık şiddeti yeterlidir. Yapılan araştırmalar 8 saat aydınlık(A), 10 saat karanlık(K) veya 2A, 4D gibi değişimlerin yem kullanımını ve civciv gelişimini iyileştirdiklerini göstermiştir. Aralıklı aydınlık ve karanlık uygulamasının uygulanmasının büyümeyi iyileştirdiği, yem ve enerji tasarrufu sağladığı gözlenmiştir. (Mc Daniel vd.1975; Derbentli 1998)



4. RADYANT ISITICILARIN CİVCİV ÜRETİMİNDEKİ UYGULAMALARI

Daha önceki bölümlerde de belirttiğimiz gibi civcivlerde vücut ısısını düzenleyen sistem yeterince gelişmemiştir. Ana tüyleri de gereği kadar izolasyon görevi yapamaz. Bu nedenle civciv üretim kümeslerinde, izolasyon ve sıklık yeterli olsa da, ek ısıtıcıya gereksinim duyulmaktadır. Bu ek ısıtmanın kapasitesi doğal olarak dış çevre şartlarına bağlı olmak üzere farklılıklar göstermektedir.

Diğer hayvan barınaklarında olduğu gibi civciv kümeslerinde de çeşitli ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Basit ocaklarla ısıtma, sobalarla ısıtma, sıcak hava ocakları, buharlı ısıtma sistemleri, sıcak sulu ısıtma sistemleri, fanlı ısıtıcılar, elektrikle çalışan ısıtma sistemleri, pompalı sistemler, klima tesisleri, güneş radyasyonundan faydalanılan sistemler gibi. Fakat son yıllarda et tavukçuluğunun belirli bir yere gelmesi ve daha büyük kapasiteli, modern civciv üretim kümeslerinin kurulmasıyla, bu anlatılan ısıtma sistemlerinin, yerini radyant ısıtma sistemlerine bıraktığı görülmektedir.

Yetiştirme kümeslerinde hava değişim miktarları, mahal ve diğer sistemlere göre daha fazladır. Bu yüzden ortam havasının ısıtılması prensibine dayanan konveksiyonla ısıtma yerine, kümeslerde radyant ısıtma kullanımının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Radyant ısıtmada prensip, direkt cismi ısıtmaya dayalı olduğu için konveksiyonla ısıtmada doğrudan ısıtılan havanın dışarıya atılmasıyla oluşan kayıplardan kısmen korunulmuş olur.

Verimlilik, konfor ve hava kalitesi açısından değerlendirildiğinde radyant ısıtıcılar da kendi aralarında farklılıklar gösterirler. Daha önceden kullanılan açık alevli radyant ısıtıcıların, bir sonraki bölümde de değinilecek olan hava kalitesi ile ilgili sakıncaları anlaşılmış ve bundan sonra bu tür ısıtıcılar yerini düşük yoğunluklu cihazlara bırakmışlardır. Bundan sonraki adım ise hareketli radyant ısıtıcılarıdır.

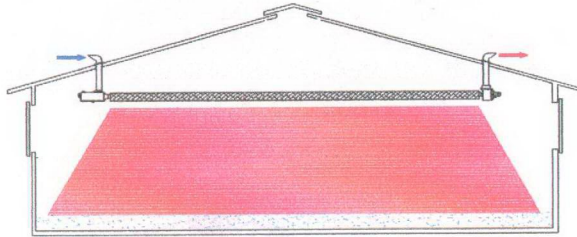
Hareketli radyant ısıtıcı fikrinin oluşmasının iki nedeni vardır: Tavukların fizyolojik özelliklerinin anlatıldığı bölümde hayvanların bulunmaları gerekli olan konfor sıcaklıklarının ilk günden itibaren 32°C'den 20°C'ye kadar düştüğü görülmektedir. İkinci olarak ise, radyant ısıtıcının etki alanına verdiği direkt radyasyon enerjisi miktarı, bu alana ve dolayısıyla ısıtıcının yerden yüksekliğine bağlıdır. Çünkü ısıtıcının yüksekliği artırıldığında etki alanı genişlemekte ve bunun sonucu olarak da ışıma miktarı azalmaktadır. Ayrıca birinci haftadan itibaren hayvanlar büyüdükçe ihtiyaçları olan alanın da artması yukarıda anlatılan iki sebebi desteklemektedir.

Anlatılan bu nedenler birleştirildiğinde hareketli radyant ısıtıcıların yetiştirme kümeslerinde kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu ısıtıcıların yetiştirme dönemi boyunca hangi konumda olmaları gerektiği ile ilgili hesaplar son bölümde gösterilmektedir.

Civciv yetiştirme kümeslerinde, diğer ısıtma sistemlerine göre daha uygun olduğu düşünülen radyant ısıtıcılar yerine, hareketli olanlarının kullanılmasının, üretim verimliliğini arttıracığı, tavuk üretimini iyileştireceği ve böylece ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

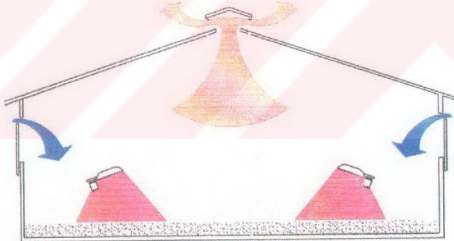
4.1. Kümesin Hava Kalitesinin Sağlanması Açısından Radyant Sistemlerin Diğerleriyle Karşılaştırılması

Et tavukçuluğunda verimliliğin artırılabilmesi için, tavukların fizyolojik özelliklerine bağlı olarak, kümes içi konfor şartlarının (sıcaklık, nem, hava hızı) belirli değerlerde olması gerektiği daha önceki bölümlerde anlatılmıştı. Fakat bunun yanında hava kalitesinin de, içinde bulundurduğu gazlar açısından belli sınırlar içinde olması gerekmektedir. Hayvanların tenefüsünden ve dışkılarından dolayı kirlenen havanın değişmesi zorunludur. Fakat şekil 4.5'deki gibi açık alevli bir sistemde, yanma işlemi ortam içinde olduğu için havayı kirlenici birçok gaz oluşacak ve bağıl nem de artacaktır. Bu yüzden hava değişimi miktarı da artacaktır. Fazla havalandırma enerjiden faydalanmayı düşürür ve verimi azaltır. Şekil 4.1'deki modern radyant ısıtıcılar yakma havasını dışarıdan aldıkları gibi egzost havasını da dışarı verirler. Dolayısıyla sadece hayvanlardan dolayı kirlenen havanın değiştirilmesi gerekmektedir.



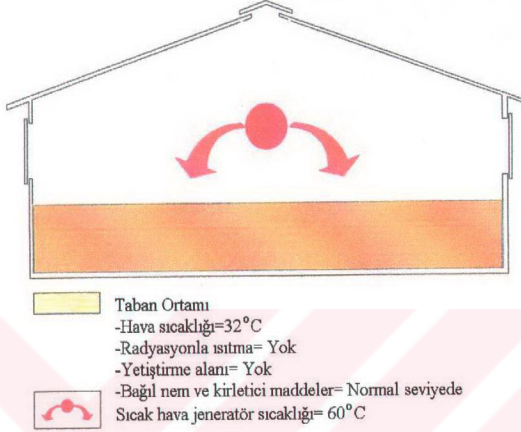
- Radyasyon Etki Alanı
- Taban Ortamı
 - İstenen sabit sıcaklık (ör: 40 ° C)
 - Oksijen= % 20,9
 - Karbon dioksit = %0,0
 - Karbonmonoksit= %0,0
 - Bağıl nem=%55
 - Çeşitli hava kirliliği yaratan maddeler= Yok
- Yanma Havası
- Ekzost havası
 - Karbon dioksit=%7
 - Karbon monoksit=%0,0
 - Isı kaybı= %7
 - Ekzost havası sıcaklığı=105 ° C

Şekil 4.1 Modern radyant ısıtıcıların hava kalitesi açısından değerlendirilmesi



- Radyant Etki Alanı (Spot Isıtma)
- Taban Ortamı
 - İstenilen sıcaklıklar değişkendir
 - Oksijen=%19
 - Karbon dioksit=%1,9
 - Karbon monoksit=%0,01
 - Bağıl nem=%80-90
 - Çeşitli hava kirliliği yaratan maddeler=NO_x , SO_x , vb.
- Yanma ve havalandırma havası
- Ekzost ve kirlenen hava çıkışı

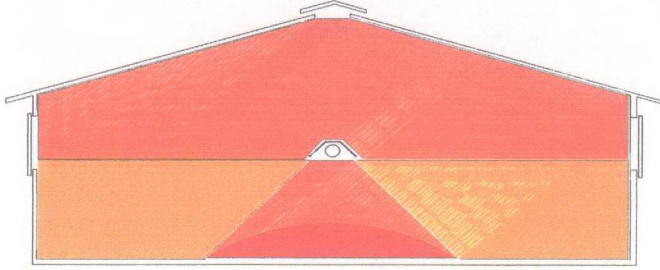
Şekil 4.2 Açık alevli radyant ısıtıcıların hava kalitesi açısından değerlendirilmesi






Şekil 4.3 Sıcak hava ısıtıcılarının havakalitesi açısından değerlendirilmesi

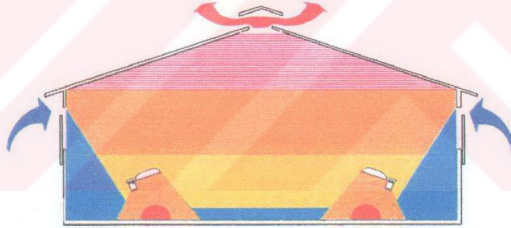
4.2. Kümes İçi Sıcaklık Dağılımı Açısından Hareketli Radyant Sistemlerin Diğeriyle Karşılaştırılması

Modern radyant ısıtıcıların kullanıldığı kümeslerde, Şekil 4.4.'de görüleceği gibi konveksiyonla ısıtma prensibine göre çalışan sistemlere oranla hava sıcaklığı daha düşüktür. Şekil 4.5'de olduğu gibi tavanda yüksek sıcaklıkta bir hava tabakası oluşmaz. Bundan dolayı oluşan ısı kaybı azalmış olur. Radyant ısıtıcılar direkt cismi ısıtma amaçlıdır. Oluşan ısının büyük kısmı radyasyonla direkt cisme verilmeye çalışılır. Modern radyant ısıtıcılar açık alevlilere oranla %25-30, konveksiyonla ısıtma yapan sistemlere oranla ise %35-40 düşük yakıt sarfiyatı sağlarlar. Hayvanlar için istenilen sıcaklık değerlerini tam olarak sağladıkları gibi, aynı zamanda yanma işlemini iç havadan bağımsız olarak gerçekleştirdikleri için hava kirliliği yaratacak gazların ve fazla nemin oluşmasına engel olup, ortam şartlarını iyileştirirler.



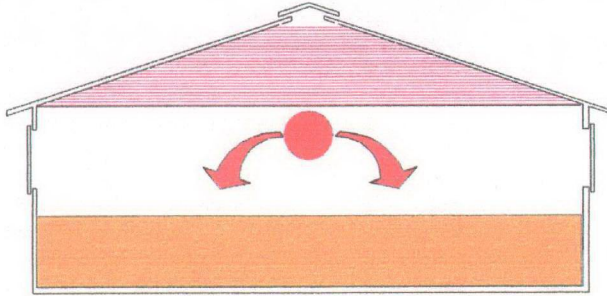
-  Çatıya yakın hava tabakası
Hava sıcaklığı: -27°C
-  Yerdeki hava tabakası
Hava sıcaklığı: 25°C
-  Radyasyon Etki Alanı
(Yetiştirme bölgesi)
Radyasyonla sağlanan konfor sıcaklığı: -40°C
Ortam sıcaklığı: 35°C





Şekil 4.4 Modern radyant ısıtıcıların kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi



-  Tavana Yakın Hava Tabakası
Hava sıcaklığı: 35°C
-  Orta Seviyedeki Hava Tabakası
Hava sıcaklığı: 30°C
-  Yere Yakın Hava Tabakası
Hava sıcaklığı: 25°C
-  Soğuk Hava Akımı Bölgesi
Hava sıcaklığı: 15°C
-  Havalandırma
Hava sıcaklığı: 0°C
-  Kümes Ekzoet Havaısı Çıkışı
Hava sıcaklığı: 35°C
-  Yetiştirme Alanı (Sınırlı)
Hava sıcaklığı: 40°C

Şekil 4.5 Açık alevli radyant ısıtıcıların kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi



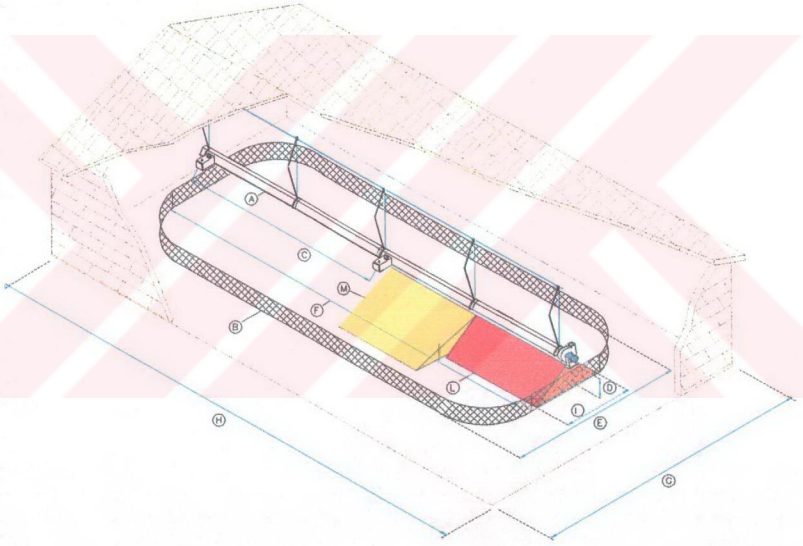
	Çatıya Yakın Hava Tabakası Hava sıcaklığı= 40 °C
	Orta Seviyedeki Hava Tabakası Hava sıcaklığı=35 °C
	Yere Yakın Hava Tabakası Hava sıcaklığı=32 °C
	Sıcak Hava Jeneratörü Hava sıcaklığı=60 °C

Şekil 4.6 Sıcak hava ısıtıcılarının kümes içi sıcaklık dağılımı açısından değerlendirilmesi

Modern radyant ısıtıcıların kullanıldığı kümeslerde yakıt sarfiyatı azaldığı gibi, civcivler için istenen sıcaklık tam olarak sağlandığı için yemden yararlanma oranı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak işletme maliyetleri azalır. Diğer bir taraftan yetiştirme süresi sonunda canlı külenin de artması, yukarı anlatılan diğer nedenlerle beraber kümes verimliliğinin yükselmesi sağlar

4.3. Belirli Bir Kümes İçin Hareketli Radyant Isıtıcının Kapasitesinin ve Değişken Konumlarının Belirlenmesi

Bu bölümde , çalışmamızda anlatmış olduğumuz noktaların uygulaması yapılmaya çalışılacaktır. Öncelikle, 8000 civivi kapasiteli olarak düşünülen kümeste metrekareye 12÷18 civivi gelecek şekilde yüzey alanı belirlenmektedir.



Şekil 4.7 Hesaplamaları yapılacak kümes

Çizelge 4.1. Hesapları yapılacak kümesin belirli boyutları

A	Radyant ısıtıcı sistemi
B	Cıvciv yetiştirme bölümü
C	Brülörler arası mesafe
D	Ayarlanabilir radyant ısıtıcı yüksekliği
E	Yetiştirme bölümü genişliği
F	Yetiştirme bölümü boyu
G	Kümes genişliği = 14m
H	Kümes Boyu = 32m
I	Değişken bakım alanı genişliği
L	Yüksek sıcaklık bakım alanı
M	Daha düşük sıcaklığa sahip bakım alanı

$$\text{Kümes Yüzey Alanı} = 14 \times 32 \cong 450 \text{ m}^2 \quad (4.1)$$

$$\text{Duvar Yüksekliği} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Duvar Kesit Alanları Toplamı} = (32 \times 3) \times 2 + (14 \times 3) \times 2 = 276 \text{ m}^2 \quad (4.2)$$

$$\text{Pencere Alanları} = \frac{\text{Taban Alanı}}{6} = \frac{450}{6} \cong 76 \text{ m}^2 \quad (4.3)$$

$$\text{Net Duvar Alanı} = 276 - 76 = 200 \text{ m}^2 \quad (4.4)$$

-Çatı %15 eğimli olarak yapılmalıdır.

$$\text{Çatı Alanı} = (7,017 \times 32) \times 2 \cong 450 \text{ m}^2 \quad (4.5)$$

4.3.1. Kümes yapı elemanlarının belirlenmesi

Dış Duvar Kesiti



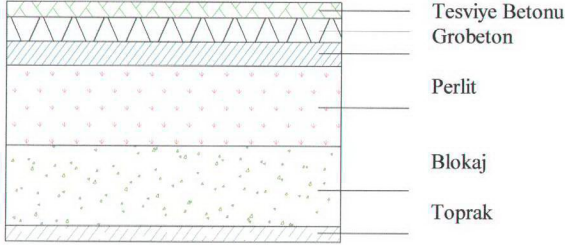
Malzeme (cinsi)	L (cm)	λ (kcal/mh°C)	L/λ (m²h°C/kcal)
Dış Siva	0,03	1,20	0,025
Poliüretan Sert Köpük	0,03	0,035	0,857
Delikli Tuğla	0,29	0,45	0,644
İç Siva	0,02	0,75	0,026

$$+ \frac{\quad}{\quad} \\ 1/\Lambda = 1,5526$$

“ K ” değerinin hesaplanması :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_d}} = \frac{1}{(1/9) + 1,15346 + (1/20) \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}} = 0,572$$

Taban Kesiti

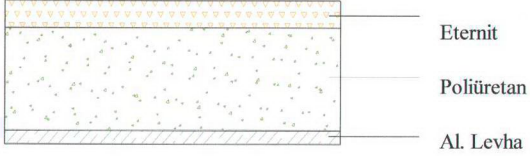


Malzeme (cinsi)	L (m)	λ (kcal/mh°C)	L/λ (m ² h°C/kcal)
Blokaj	0,1	1,5	0,066
Perlit	0,1	0,12	0,833
Tesviye Betonu	0,04	1,1	0,036
Grobeton	0,05	1,1	0,045
			+
			$1/\Lambda = 0,98$

“ K ” değerinin hesaplanması :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_{\infty}}} = \frac{1}{(1/5) + 0,98 + (1/\infty)} = 0,846 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Çatı Kesiti



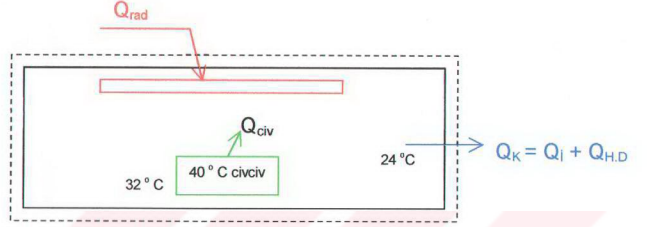
<i>Malzeme (cinsi)</i>	<i>L (m)</i>	<i>λ (kcal/mh°C)</i>	<i>L/λ (m²h°C/kcal)</i>
Alüminyum Levha	0,002	172	$1,162 \cdot 10^{-5}$
Poliüretan	0,1	0,034	2,94
Eternit	0,03	0,3	0,1
			+ $\frac{1}{\Lambda} = 3,040$

“ K ” değerinin hesaplanması :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_d}} = \frac{1}{(1/7) + 3,040 + (1/20)} = 0,581 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

4.3.2. Isı kaybı hesapları ve radyant kapasitesinin belirlenmesi

Bu kümes için yapacağımız hesaplamalarda iki ayrı termodinamik sistem söz konusudur. Öncelikle kümesin kendisi sistem olarak düşünülüp radyant ısıtıcı kapasitesi hesaplanmıştır.



Şekil 4.8 Termodinamik sistem olarak düşünülen kümes

$$Q_{\text{rad}} + Q_{\text{civ}} = Q_K \Rightarrow Q_{\text{rad}} = Q_K - Q_{\text{civ}} \quad (4.6)$$

Radyant ısıtmanın esasısı ışınla ile ısı transferine dayanmaktadır. Bu yüzden ilk bakışta duvarlardan, çatıdan ve tabandan kondüksiyonla olan ısı kaybını hesaplamamın gereksiz olduğu düşünülebilir. Fakat radyant ısıtıcının direkt olarak ışınla ısıttığı cisimlerden (civciv, duvar,yer,...) konveksiyon yoluyla belirli bir miktar ısı kaybı oluşacak ve bunun sonucunda ortam (sıcaklığı radyant altındaki hava sıcaklığı kadar olmasa da) ısınacaktır.

Çizelge 4.2 Radyant altında sağlanan sıcaklıklara karşılık gelen ortam havası sıcaklıkları(Systema, 1997)

Civciv Yaş (Hafta)	Radyant Altı Sıcaklığı, T_r (°C)	Ortam Sıcaklığı, T_c (°C)
1	32	24
2	30	23
3	28	22
4	27	21
5	26	20
6	24	19
7	22	18
8	20	18

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, bu tür bir sistemde radyant altı sıcaklıklarına karşılık gelen ortam sıcaklıkları Çizelge 4.2’de verildiği şekilde belirlenmiştir. Çizelgedeki değerler gözönünde bulundurularak ortam sıcaklığı $t_o=20^{\circ}\text{C}$ kabul edilmiş ve ısı kaybı hesapları bu değere göre yapılmıştır.

İletimle Oluşan Isı Kaybı : Q_i

$$Q_i = K \cdot A \cdot (t_o - t_d) \quad (4.7)$$

K: Yapı elemanlarındaki toplam ısı transfer katsayısı [kcal/m²h°C]

A:Yapı elemanının kesit alanı [m²]

t_o :Ortalama kümes içi çevre sıcaklığı [°C]

t_d Kümesin bulunduğu bölgedeki dış ortam sıcaklığı (0°C olarak kabul edilmiştir.)

Daha önceden belirlenen ‘K’ ve ‘A’ değerlerine göre, kümesin değişik bölümlerinden iletimle oluşan ısı kayıpları ve bunların toplamının sonucu olan iletimle oluşan toplam ısı kaybı değeri, ($\sum Q_i$) çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Isı kaybı hesabı tablosu

	K (kcal/m ² h°C)	Alan	Δt	.Isı Kaybı(Kcal/h)
Dış Duvar	0,5727	200	(20-0)	2290
Çatı	0,581	450	(20-0)	5229
Taban	0,846	450	(20-9)*	4187
$\sum Q_i =$				11706 kcal/h

** t_d yerine toprak sıcaklığı alınmalıdır t_i : 9°C

Hava Değişiminden Dolayı Oluşan Isı Kaybı: (Q_{HD})

$$Q_{HD} = \frac{N \cdot V \cdot (t_o - t_d)}{3} \quad (4.8)$$

N: Hava Değişim Miktarı

V: Kümes Hacmi [m^3]

İdeal bir kümeşte kg canlı ağırlık için $0,4 m^3$ temiz havaya gereksinim olduğu daha önceki bölümlerde belirtilmişti. Bu bilgiye dayanarak sekiz hafta olarak bilinen civcivlerin yetiştirme süresi boyunca her hafta için ihtiyaçları olacak temiz hava miktarı değerleri ağırlığa bağlı olarak şu şekilde hesaplanabilir.

Çizelge 4.4 Yetiştirme döneminde ihtiyaç olan hava debisi

Yaş (Hafta)	Ağırlık (g)	Sayı	Toplam Ağırlık (kg)	Hava Debisi (m^3/h)
1	0,125	8000	1000	400
2	0,310	8000	2480	992
3	0,538	8000	4304	1721
4	0,825	8000	6600	2640
5	1,180	8000	9440	3776
6	1,510	8000	12080	4832
7	1,938	8000	15504	6201
8	2,290	8000	18302	7328

Çizelge 4.3' de belirtmiş olduğumuz değerlerin sekiz hafta için ortalama değeri $3502 m^3/h$ olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre hava değişimi miktarı aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$V = 14 \cdot 32 \cdot 3,5 = 1575 m^3 \quad (4.9)$$

$$N = \frac{3502}{1575} = 2,223 \quad (4.10)$$

Bulunan değerler denklem (4.8) de yerine koyulursa hava değişiminden dolayı oluşacak ısı kaybı

$$Q_{HD} = \frac{2,223 \cdot 1575 \cdot (t_o - t_d)}{3}$$

$$Q_{HD} = 23237 \text{ kcal/h}$$

$$Q_K = Q_i + Q_{H,D} \quad (4.11)$$

$$Q_K = 34943 \text{ kcal/h olarak bulunur.}$$

İletim ve hava değişiminden dolayı oluşan toplam ısı kaybı hesaplandıktan sonra radyant kapasitesini bulmak için civcivlerin ortama verdikleri ısı miktarının (Q_{civ}) da bilinmesi gereklidir.

$$Q_{civ} = \dot{q} \cdot m_T \quad (4.12)$$

\dot{q} :Civcivin ortama verdiği ısı miktarı [kcal/kggh] (Çizelge 4.5.'dan alınacaktır)

m_T :Belirli bir dönemde hayvanların toplam ağırlığı [kg]

Ortama civcivler tarafından verilecek minimum enerjinin 1. haftada olduğu düşünülerek

$$Q_{civ} = 6,92 \cdot 8000 \cdot 0,125 = 6960 \text{ kcal/h olarak bulunur.}$$

Kümesin sistem olarak düşünüldüğü durumda (4.6) denkleminde değerler yerine yazılırsa :

$$Q_{nd} = 34943 - 6960$$

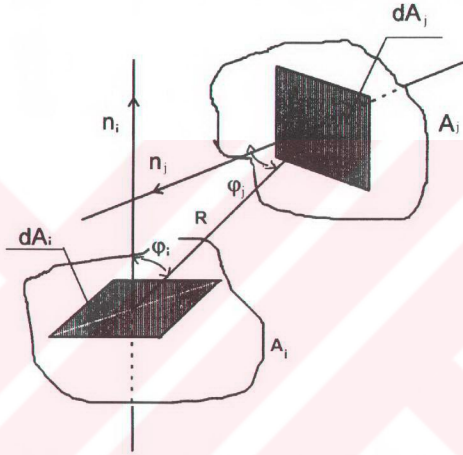
$$Q_{nd} = 28.023 \text{ kcal/h olarak tesbit edilmiş olur.}$$

Bu sonuca göre ısıtmayı düşündüğümüz kümeste 18 kW'lık iki brülör kullanılması uygundur.

4.3.3. Radyant ısıtıcının konumunun belirlenmesi:

- **Yüzeyler Arasında Radyasyon Enerji Değişimi:**

Biri i diğeri de j olmak üzere iki cisim ele alalım. Ayrıca bu cisimler arasında iki diferansiyel alan alıp bunları birleştirelim.



Şekil 4.9 Radyasyon enerji değişimine uğrayan yüzeylerin normaleri ile yaptıkları açılar ve bu diferansiyel yüzeyler arasındaki mesafe

Q_i, Q_j : Yüzeye dik vektörlerle (normal) yapmış olduğu açı

R : İki alan arasındaki mesafe

dq_{i-j} : Diferansiyel olarak i' den j'ye giden radyasyon miktarı

$d\omega_{i-j}$: i' den j'yi gören katı açı

I_i = i cisminin radyasyon yoğunluğu

$$dq_{i-j} = I_i \cdot dA_i \cdot \cos\theta_i \cdot d\omega_{i-j} \quad (4.13)$$

$$d\omega_{i-j} = \frac{dA_j \cdot \cos\theta_j}{R^2} \quad (4.14)$$

$$dq_{i-j} = \frac{I_i \cdot \cos\theta_i \cdot \cos\theta_j \cdot dA_i \cdot dA_j}{R^2} \quad (4.15)$$

$J = \pi \cdot I_i$ (i yüzeyi diffuse ise)

$$dq_{i-j} = \frac{J_i \cdot \cos\theta_i \cdot \cos\theta_j}{\pi \cdot R^2} dA_i \cdot dA_j \quad (4.16)$$

$$q_{i-j} = J_i \iint \frac{J_i \cdot \cos\theta_i \cdot \cos\theta_j}{\pi \cdot R^2} dA_i \cdot dA_j \quad (4.17)$$

Çıkan sonuçtan da anlaşılacağı gibi i cisminde j cismine giden radyasyon miktarı aradaki mesafe ile ters orantılıdır. Mesafenin artırılması ile iletilecek radyasyon miktarı doğal olarak azalacaktır.

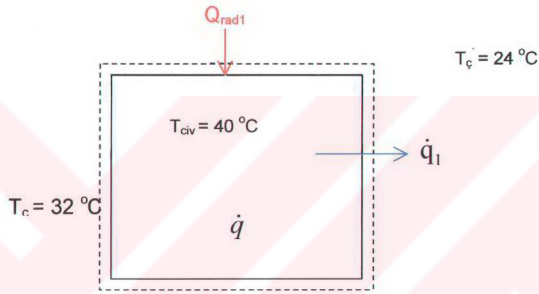
Çalışmanın daha önceki kısımlarında da belirtildiği gibi, civcivlerin yetiştirme süreleri sekiz haftadır. Sekiz haftalık bu yetiştirme süresi içinde hayvanların ağırlıkları artıp gelişirken, ihtiyaçları olan ısı miktarı azalacak, yetiştiricinin doğru şartlarda yapılması için istenilen ortam sıcaklıkları da düşecektir. (Bu sıcaklık değerleri haftalara göre Çizelge 3.2.'de verilmiştir.)

Civcivlerin yapısından dolayı ihtiyaçları olan ısı miktarındaki değişim ile yüzeyler arasındaki radyasyon enerji değişiminin mesafenin fonksiyonu oluşu beraber düşünülerek, hareketli radyant ısıtıcı fikri ortaya çıkarılmıştır. Bu mantığa göre ilk hafta ihtiyacımız olan ısı miktarı ikinci haftanmkinden fazla olduğu için, ilk hafta radyant ısıtıcı civcivlere ikinci haftada olacağından daha yakın olmalıdır. İşte bu bölümde bu mesafelerin hesabı yapılmaya çalışılacaktır.

4.3.3.1. Cıvının termik dengeyi sağlayabilmek için ihtiyacı olan ısı miktarı:

Bundan önceki bölümde kümesin kendisini sistem olarak kabul edip radyant ısıtıcının kapasitesini hesaplamıştık. Şimdi ise daha önceden bahsetmiş olduğumuz ikinci termodinamik sistem olan cıvıvi ele alacağız.

Cıvının sistem olarak düşünülmesi durumunda:



Şekil 4.10 Termodinamik sistem olarak düşünülen cıvıv

$$Q_{rad1} + \dot{q} = \dot{q}_1 \Rightarrow Q_{rad1} = \dot{q}_1 - \dot{q} \quad (4.18)$$

Burada amaç cıvının yaşaması için gerekli olan minimum enerjiyi üretmesine izin vermek, geri kalan kısmı ise radyant ısıtıcı ile takviye etmektir. Cıvının yaşaması için gerekli olan minimum enerjiyi ürettiği ortamların, Çizelge....de belirtilen sekiz haftalık yetiştirme dönemi için tavsiye edilen sıcaklıklarla sağlanan ortamlar olduğu anlaşılmıştır. Örneğin cıvıv birinci hafta 32°C'deki ortamda bulunmalıdır ve bu dönemde yaşaması için gerekli minimum enerjiyi de bu sıcaklıkta üretecektir. Bu anlatılanların ışığında birim kg başına saatte üretilen ısı miktarları şu şekilde hesaplanabilir:

Aşağıda yapılan hesaplamalarda civcivin hacmi, alanı ve yoğunluğuna ihtiyaç vardır. Burada civciv yaklaşık olarak bir küre gibi düşünülmüş ve yoğunlunun da suyunkine eşit olduğu kabul edilmiştir.

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{V \cdot \rho \cdot \dot{q}}{A} \quad (4.19)$$

$$V = \text{Civciv hacmi} = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \quad [\text{m}^3]$$

$$A : \text{Civcivin yüzey alanı} = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \quad [\text{m}^2]$$

$$\rho = \text{Civcivin yoğunluğu} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

q : Civcivin verdiği ısı miktarı

Bu şartlarda civcivin ortama verdiği ısı miktarını şu şekilde de ifade edebiliriz.

$$q = \alpha \cdot (T_{\text{civ}} - T_{\text{ç}}) \quad (4.20)$$

T_{civ} : Civcivin vücut sıcaklığı $\cong 40^\circ\text{C}$

$T_{\text{ç}}$: Civcivlerin bulunmaları gerekli çevre sıcaklığı $[\text{°C}]$

α : İç ortam konveksiyon ısı transfer katsayısı $[\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}]$

(4.19) ve (4.20) numaralı denklemler birbirlerine eşitlenirse :

$$\frac{V \cdot \rho \cdot \dot{q}}{A} = \alpha \cdot (T_{\text{civ}} - T_{\text{ç}}) \text{ olur} \quad (4.21)$$

$$\dot{q} = \frac{(T_{\text{civ}} - T_{\text{ç}}) \cdot 3\alpha}{R \cdot \rho} \quad [\text{kcal/kggh}] \text{ olarak bulunur.} \quad (4.22)$$

Civcivlerin belirtilen konfor sıcaklıklarında ürettikleri ısı miktarını (4.22) no'lu denklem'den bulabilmek için çapların bilinmesi gerekmektedir. Gelişme dönemi boyunca her hafta kütleleri değişen ve bu kütlelere bağlı olan civciv çapları ise şu şekilde hesaplanabilir.

$$m = V \cdot \rho \quad (4.23)$$

m : Civcivin kütlesi [kg]

$$m = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \rho$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3m}{4 \cdot \pi \cdot \rho}} \text{ şeklinde bulunur.} \quad (4.24)$$

Civcivin sistem olarak ele alındığı durumda, Q_{rad_1} olarak gösterilen ve radyant ısıtıcının civcive vermesi gerekli olan ısı miktarını belirten değerin hesaplanabilmesi için (\dot{q}_1) civcivin ortama verdiği ısı miktarının bilinmesi gerekmektedir. Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi yapılan deneysel çalışmalar radyant altı sıcaklıklarına karşılık ortam havası sıcaklıklarının daha düşük değerlerde seyrettiğini ortaya çıkarmıştır. Bu durumda civcivin vereceği ısı miktarı, kendi vücut sıcaklığı ile bahsedilen daha düşük sıcaklıktaki ortam havası arasındaki Δt farkından oluşacaktır.

Bu anlatılanlara göre:

$$\dot{q}_1 = \frac{\alpha \cdot A \cdot (T_{civ} - T'_{\varphi})}{m} \quad (4.25)$$

T'_{φ} = Radyant altı sıcaklığından daha düşük ortam sıcaklığı [°C] (Çizelge 4.2)

Böylelikle (\dot{q}) üretilen minimum ısı miktarı ile \dot{q}_1 civcivin ortama verdiği ısı miktarları hesaplanmış olur. Fakat bizim bu denge halinde hesaplamaya çalıştığımız değer Q_{rad_1} 'dir.

$$Q_{rad_1} = \dot{q}_1 - \dot{q} \text{ hesaplanır.}$$

Şu ana kadar çıkarmış olduğumuz eşitlikler kullanılarak birinci haftadaki bir civciv için \dot{q}_1 ile \dot{q} arasındaki ısı farkını karşılamaya yönelik radyant ısıtıcı ile direkt verilmesi düşünülen ısı miktarını şu şekilde hesaplayabiliriz:

- 1.Haftada civcivin çapı belirlenir.

$$R = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi \cdot \rho}} \quad (4.24) \text{ no'lu denklem kullanılır}$$

$m = 0,125 \text{ kg}$ (1.haftadaki civciv kütlesi)

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ (suyun yoğunluğu)

$R = 0,03101 \text{ m}$ olarak civcivin 1.haftadaki çapı bulunmuş olur.

- Civcivin ürettiği ısı miktarı belirlenir.

$$\dot{q} = \frac{(T_{\text{civ}} - T_{\text{ç}})3\alpha}{R \cdot \rho} \quad (4.22) \text{ no'lu denklem kullanılır}$$

$T_{\text{civ}} = \text{Ortalama civciv vücut sıcaklığı} = 40^\circ\text{C}$

$T_{\text{ç}} = 1.\text{hafta için gerekli radyant altı sıcaklığı} = 32^\circ\text{C}$

$\alpha = 9 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ (kabul)

$\dot{q} = 6,96 \text{ kcal/kg h}$ olarak hesaplanmış olur

- Civcivin $T_{\text{ç}}'$ sıcaklığında ortama verdiği ısı miktarı bulunur.

$$\dot{q}_1 = \frac{\alpha \cdot A \cdot (T_{\text{civ}} - T_{\text{ç}}')}{m} \quad (4.25) \text{ no'lu denklem kullanılır}$$

$T_{\text{ç}}' = 24^\circ\text{C}$ (1.hafta için Çizelge 4.2)

$\dot{q}_1 = 13,92 \text{ kcal/kg h}$ olarak hesaplanmış olur.

- Cıvıcın sistem olarak düşünöldüğü durumda termodinamik dengeyi sağlayabilmek için gerekli Q_{rad_1} enerjisi bulunur.

$$Q_{rad_1} = \dot{q}_1 - \dot{q} \text{ kcal/kg h}$$

$$Q_{rad_1} = 13,92 - 6,96 = 6,96 \text{ kcal/kg h}$$

- Tek bir cıvıc düşünölmekle gerekli ısı miktarının belirlenmesi.
 $m = 0,125 \text{ kg}$

$$Q'_{rad_1} = \frac{Q_{rad_1} \cdot m}{A_c} \quad (4.26)$$

A_c = Cıvıcın kesit alanı [m^2]

$$A_c = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot (0,03101)^2 = 0,00302 \text{ m}^2 \quad (4.27)$$

$$Q'_{rad_1} = \frac{6,96 \cdot 0,125}{0,0030} = 288 \text{ kcal/hm}^2$$

Böylece arada oluşan enerji farkını karşılayabilmek için birinci haftada birim zamanda birim alana verilmesi gerekli olan ısı miktarı bulunmuş olur. Birinci hafta için yapmış olduğumuz hesaplamalar, değişken şartlar gözönünde bulundurularak, yetiştirme süresini kapsayan diğer haftalar için de tekrarlanır.

Tüm haftalar için yapmış olduğumuz hesaplamalara göre Çizelge 4.5 oluşturulur.

Bu çizelgede göröldüğü gibi, radyant ısıtıcı ile direkt verilmesi düşünölen Q'_{rad_1} [kcal/hm^2] değerleri, cıvıcın büyümesi ile ters orantılıdır. Haftalar ilerledikçe Q'_{rad_1} değeri azalmaktadır.

Buna göre radyant ısıtıcının direkt altındaki etki alanı ile yapması gereken ışıma miktarının da azalması gerekmektedir. İşte bu noktada hareketli radyant ısıtıcıların önemi ortaya çıkmaktadır.

4.3.3.2. Kapasitesi önceden belirlenmiş olan radyant ısıtıcının yüksekliğinin (kotunun) tesbiti

Kapasitesi daha önceden belirlenmiş olan radyant ısıtıcı ile, ayarlanan yüksekliklere bağlı olarak değişim gösteren etki alanı arasında, radyasyon enerji değişimi oluşur. İşte bu bölümde seçilen radyant ısıtıcının, ışınlama etki alanına verdiği ısı miktarının, cihazın yerden yüksekliğine bağlı olarak ne şekilde değiştiği teorik olarak hesaplanmaya çalışılacaktır.



$$T'_c = 297^\circ\text{C}$$

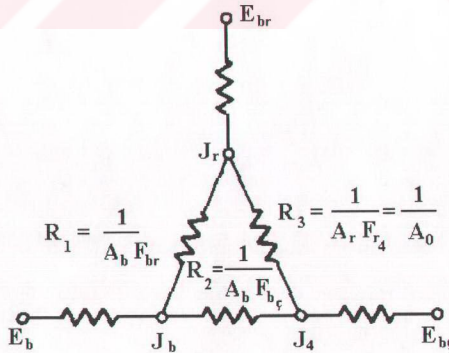
$$\varepsilon_c = \text{Çevrenin yayıcılık değeri} = 0,6$$

$$T_b = \text{Borunun yüzey sıcaklığı} = 623^\circ\text{K}$$

$$\varepsilon_b = \text{Borunun yayıcılık değeri} = 0,7$$

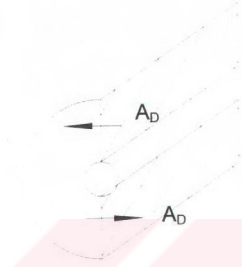
$$A_b = \text{Borunun yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

Radyant ısıtıcının üstünde bir de reflektör bulunmaktadır. Bu durumda ısıtıcının şematik resmi yukarıda gözüktüğü şekilde olacaktır. Ayrıca reflektör, boru ve çevre şartları arasında oluşacak direnç devresini aşağıda gösterildiği gibi çizebiliriz.



Şekil 4.10 Ortam, reflektör ve radyant boru arasında oluşan direnç devresi

Reflektör izoleli bir cisim gibi düşünüldüğünden $E_{br} = J_r$ yani $\frac{1-\epsilon_r}{A_r \cdot \epsilon_r} = 0$ olacaktır. Borudan çıkan radyasyonun yarısı çevreyi gördüğü için radyant borunun reflektörü görme faktörü $F_{b\check{c}} = 0,5$ olur. Diğer yarısı ise reflektörü gördüğünden borunun reflektörü görme faktörü $F_{br} = 0,5$ 'dir



A_D alanından geçen ışınların tamamı reflektörü görmektedir. Bu yüzden $F_{Dr} = 1$ olur.

$$A_D \cdot F_{Dr} = A_r \cdot F_{rD} \quad (4.28)$$

$$A_D = A_r \cdot F_{rD}$$

Reflektörden çıkan ışınların hepsi odayı gördüğü için, $F_{r\check{c}} = F_{rD}$ dir

$$A_r \cdot F_{r\check{c}} = A_D \text{ olur.} \quad (4.29)$$

Bulunan kullanarak borunun etki alanına direkt ışınım ile verdiği ısı miktarını şu şekilde hesaplayabiliriz :

$$Q_{bc} = \frac{E_{b_b} - E_{b_s}}{\frac{1-\epsilon_b}{A_b \cdot \epsilon_b} + R_{es} + \frac{1-\epsilon_c}{A_c \cdot \epsilon_c}} \quad (4.30)$$

$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1 + R_3} + \frac{1}{R_2} \quad (4.31)$$

$$E_{b_b} = \sigma \cdot (T_b)^4 \quad (4.32)$$

$$E_{b_c} = \sigma \cdot (T_c')^4 \quad (4.33)$$

Değerlerin yerine konulması halinde $Q_{bc} = 10.500 \text{ kcal/h}$ çıkar.

Diğer bir taraftan kullanmayı düşündüğümüz 24 m boyunda ve toplam 36 kW gücüne sahip radyant ısıtıcının yerden yüksekliklerine bağlı olarak belirlenmiş etki alanları ise aşağıda gösterildiği şekilde oluşmaktadır.

Çizelge 4.4. Radyant ısıtıcının yüksekliğine bağlı olarak değişen etki alanları (Systema,1997)

Yükseklik : D (m)	Etki Alanı : A_E (m^2)
0,8	36
1,2	48
1,6	60
2	72
2,4	84
2,8	96

Civcivin sistem olarak düşünüldüğü durumda, termik dengenin sağlanabilmesi için birim alana ışımla verilmesi gerekli olan ısı miktarlarının (Q'_{rad} , [kcal/hm²]) birinci haftadan sekizinci haftaya kadar düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

Diğer bir taraftan radyant ısıtıcının çevresiyle yapacağı ışımlı miktarı (Q_{bc}), radyant ısıtıcının yükseltilmesi ile aşağıda oluşacak etki alanının büyümesine paralel olarak düşüş göstermektedir.

Yani radyant ısıtıcının yüksekliği arttırıldığında Q_{bc} değerleri ile hesap yapıldığında $\left(\frac{Q_{bc}}{A_E}\right)$

termik dengelyi karşılamaya yönelik radyant ısıtıcı mesafeleri belirlenmiş olur.

Çizelge 4.6. Hesap sonuçları tablosu

YAŞ (HAFTA)	KÜTLE(m) (KG)	ÇAP (R) (m)	ÜRETİLEN ISI (q) (kcal/kggh)	VERİLEN ISI (q _v) (kcal/kggh)	Q _{rad,i} (kcal/kggh)	A _c (10 ⁻³) (m ²)	Q' _{rad,i} (kcal/hm)	D (m)
1	0,125	0,03101	13,92	6,96	6,96	3,02	288	0,8
2	0,310	0,04198	10,93	6,431	4,499	5,53	251,3	0,8
3	0,538	0,05045	9,63	6,42	3,21	7,99	215,2	1,6
4	0,825	0,05818	8,816	6,033	2,783	10,6	216	1,6
5	1,180	0,0655	8,22	5,77	2,45	13,4	215	1,6
6	1,510	0,07117	7,966	6,069	1,897	15,9	180	2,4
7	1,938	0,0773	7,67	6,28	1,39	18,7	144	2,4
8	2,290	0,08177	7,264	6,6	0,664	21	72	2,4

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, radyant ısıtıcılara genel açıdan bakılmış, aralarında sınıflandırmalar yapılmış, ışınlama ısı geçişi prensibine dayanan radyant ısıtıcıların uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Çalışmanın amacına yönelik olarak, civcivlerin fizyolojik özelliklerine değinilmiş ve et tavukçuluğunun dünyada ve Türkiye’de sektör olarak ne seviyede olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Kümes içi konfor şartlarının, sekiz haftalık büyüme periyodunda, civcivlerin yetiştirme performansı üzerindeki etkileri araştırılmış ve bu değerlerin tam sağlanması durumunda elde edilecek kazançlara değinilmiştir.

Civciv yetiştirme kümeslerinde, konfor şartlarını sağlamaya yönelik diğer ısıtma sistemlerinin yerine radyant ısıtıcıların kullanılması halinde ortam şartlarında sağlanacak iyileştirmeler araştırılmıştır. Civcivlerin bulunmaları gereken ve yaşamaları için gerekli minimum enerjiyi ürettikleri ortamın konfor sıcaklıklarının yetiştirme ilk gününden itibaren azaldığı belirlenmiştir. Radyant ısıtıcının etki alanı ile yapacağı ışınlama miktarının aradaki mesafeye ve dolayısıyla etki alanının büyüklüğüne bağlı olduğu analıdır. Azalan ısı ihtiyacı doğrultusunda civcivin termik dengesinin ve dolayısıyla ihtiyacı olan konfor sıcaklıklarının, radyant ısıtıcının civcivlerin bulunduğu etki alanı ile arasındaki mesafenin değıştırilmesi sağlanabileceği belirlenmiştir.

Bu amaca yönelik olarak, hareketli radyant ısıtıcıların kullanımının uygun olacağı düşünülerek sekiz bin civciv kapasiteli bir kümeste deneysel verilere dayanarak kapasite tesbiti hesaplama metodu önerilmiştir. Örnek sistemde kapasitesi belirlenen sistemin birinci haftada yerden yüksekliğinin 0,8 m ve buna bağlı olarak da etki alanının 36 m² olması gerekirken son hafta yüksekliğin 2,8 m ve etkin alanın 108 m² olduğu görülmüştür. Sistemin hareketli yapılması sonucu ilk haftalarda gereksiz yere ısıtılacak alanların azaltılması ve dolayısıyla enerji gereksiniminin düştüğü bulunmuştur. Bunun yanında civcivler için gerekli olan konfor sıcaklıklarının tam olarak sağlanıyor olması yemden yararlanma oranının yükselmesini, dolayısıyla işletme maliyetinin azalmasını sağlamaktadır.