

AVUK KÜMESLERİNİN HAVALANDIRILMASININ TEKNİK ESASLARI

Doç. Dr. Ali Rıza ULUATA (1)

ÖZET

Son yıllarda insan beslenmesi alanında yapılan çeşitli araştırmalar, ülkemizde hayvansal protein açığının mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Hayvansal protein açığının giderilmesinde, tavuk ürünleri in önemli bir katkısı olacağı söylenebilir.

Tavuk yetiştiriciliğinde üretimin artırılabilmesi genellikle genetik potansiyeli yüksek tavuk ırklarının yetiştirilmesi, tavukların iyi bir şekilde beslenmesi ve uygun çevre koşulları sağlanabilen kümeslerde barındırılması ile mümkündür. Kümeslerde uygun çevre koşulları ancak kümeslerin iyi bir şekilde planlanması, tercit edilmesi ve havalandırılması ile sağlanabilir.

Bu yazımızda tavuklar için gerekli olan optimal çevre koşullarına (sıcaklık, nem, aydınlatma ve havalandırma) ilişkin kısa bilgiler verildikten sonra kümeslerde uygun çevre koşullarının sağlanmasında önemli bir yeri olan havalandırma ve havalandırma sistemleriyle ilgili teknik hususlar açıklanacaktır.

1. GİRİŞ

Bugün, Dünya ülkelerinin çoğunda, insan beslenmesinde önemli bir yeri olan hayvansal besin maddelerinin büyük bir kısmı, modern tavuk yetiştiriciliğinin uygulanması ile kümes hayvanlarından ekonomik bir şekilde sağlanmaktadır.

Ülkemizde, yakın zamana kadar ilkel yöntemlerle yetiştirilen kümes hayvanlarından yeterli miktarlarda ve ekonomik olacak şekilde tavuk ürünleri sağlanamamaktaydı. Halbuki bugün tavuk ürünlerine karşı isteklerin artması sonucunda modern denebilecek

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Öğretim Üyesi.

düzyda tavuk yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlamıştır. Modern tavuk yetiştiriciliğinde iyi beslenme, iyi damızlık kullanma gibi etkenlerle birlikte uygun barınak ve barınak içi çevre koşullarının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Tavuk yetiştiriciliğini ve dolayısıyla et ve yumurta verimini etkileyen önemli çevre koşulları fiziksel ve kimyasal etkenler olmak üzere iki grupta düşünülebilir. Fiziksel etkenleri, kümes içi sıcaklığı, nemi, aydınlanma ve havalandırma durumu; kimyasal etkenleri ise kümes içi havasındaki amonyak ve karbondioksit durumu oluşturur.

Kümelelerde sıcaklığın optimum sınırlar altında veya üstünde olması verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Tavuklar için optimal çevre sıcaklığı 12-18°C arasında değişmektedir. Verilen bu optimal sıcaklık sınırları arasında en az yem tüketimi ile tavuklardan en en yüksek verim elde edilebilir.

Kümeslerde tavuklar için oransal nemin % 45-75 arasında olması uygundur. Nemin çok yüksek veya çok düşük olması çeşitli zararlara yol açar. Nemin çok yüksek olması parazit ve bakterilerin gelişmesi için uygun ortam hızırladığı gibi, aşırı nem birikmesi sonucunda da yapı elemanlarında önemli zararlar meydana gelebilmektedir.

2. HAVALANDIRMA

Havalandırma, genel olarak tanımlanırsa, herhangi bir yapı içerisindeki kullanılmış veya diğer zararlı gazlarla karışmış havanın doğal veya yapay olarak yapı dışına atılmasıdır. Hayvan

barınaklarında havalandırma, barınak içi sıcaklık ve nemini istenen sınırlarda tutabilen ve barınağa yeterli miktarda temiz hava sağlayan, hava değişim sistemi olarak tanımlanabilir.

dir. Nemin düşük olması tavukların normal gelişmesini olumsuz yönde etkilemekte, tüylenmenin düzensiz olmasına, solunum yolu hastalıklarının artmasına neden olmakta ve özellikle yetersiz beslenen tavuklarda kanibalizm yani birbirini gagalama hastalığı görülmektedir.

Kümeslerde tekniğine uygun olarak aydınlatmanın yapılması verimi artırıcı rol oynamaktadır. Kümeslerin aydınlatılması doğal ve yapay ışıkla sağlanmaktadır. Doğal ışıkla aydınlatmanın sağlanabilmesi için gerekli kümes pencere alanı, kümes taban alanının % 5-25'i arasında olmalıdır. Yapay ışıkla sağlanacak aydınlatmada ise her bir m²'lik kümes taban alanı için ortalama olarak 1,5 Watt'lık lamba kullanılmalıdır.

Kümes içi ısı ve nem dengesini ve tavukların solunumu için gerekli temiz havayı sağlamak amacıyla kümesin havalandırılması gereklidir. Hava değişimi için gerekli havalandırma miktarının hızı, her bir kg canlı ağırlık için saatte 0,5-0,7 m³ arasındadır. Havalandırma sırasında, tavukların yakın çevresindeki hava hızı dakikada 30 m'den fazla olmamalıdır. Bu nedenle havalandırma miktarı hızının bir kg canlı ağırlık için saatte 2,7 m³'ü geçmemesi gerekmektedir.

Kümeslerdeki havalandırmanın başlıca amaçları şu şekilde sıralanabilir.

1. Kümeste barındırılan hayvanlar için gerekli temiz havayı sürekli bir şekilde sağlamak,

2. Tavukların solunumu sonunda ortaya çıkan karbondioksidi ve özellikle dışkılardan çıkan amonyağı ortamdan uzaklaştırmak,

3. Kümes içerisinde üniform hava sıcaklığı sağlamak,

4. Kümes içinde optimal ırsal nemi sağlamak ve yapı elemanlarında oluşabilecek aşırı nem birikmesini önlemek,

5. Tavuklar için zararlı olabilecek kümes içi hava akımlarına engel olmak,

6. Kümes tabanının kuru bir şekilde kalmasını sağlamak,

7. Yazın tavuklar için daha rahat olabilecek serin bir çevre sağlamak.

Kümes havalandırmasının amaçlarına ilişkin olarak açıklanan bu hususlar özetlenecek olursa, genellikle tavuk kümeslerinde havalandırma; kümes içinde sıcaklığın düzenlenmesi, temiz hava sağlanması, nem, karbondioksit ve amonyağın ortamdan uzaklaştırılması gibi yararlar sağladığından, kümes içinde optimal çevre koşullarının oluşmasında büyük bir önem taşımaktadır.

Tavuk kümesleri genellikle yaz ve kış mevsimlerindeki hava koşullarının etkisinde olduğundan, kümeslerde uygulanabilecek havalandırma sistemleri her iki mevsimde de ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde planlanmalıdır.

Sıcak iklim yörelerinde planlanacak kümeslerde daha çok yaz mevsimindeki havalandırma sorunları, soğuk iklim yörelerinde ise kış mevsimindeki havalandırma sorunları önem taşımaktadır. Ayrıca aynı iklim yöresinde, yaz ve kış mevsimlerinde kümeslerde arzu edilen çevre koşulları birbirinden farklı olduğundan, havalandırma sistemlerinin planlanmasında ilkbahar ve sonbahar mevsimleri yanında özellikle yaz ve kış mevsimlerindeki hava koşullarının dikkate alınması gerekmektedir.

Kışın, kümeslerin havalandırılmasında kümes içi ısı dengesinin sağlanması öncelikle göz önünde bulundurulmalıdır. Kümeste barındırılan tavuklar tarafından ortama verilen ısı, kümes yapı elemanlarından (ki bunlar duvar, tavan, kapı ve pencere) kaybolan ısıyı karşılayabilmeli, ayrıca kümese alınan soğuk temiz havanın da kümes içi sıcaklığına kadar ısıtılması ile altlık ve gübne neminin buharlaştırılarak ortamdən uzaklaştırılmasını sağlayabilmelidir. Tavuklar tarafından ortama verilen ısı miktarının kümes ısı kayıplarını karşılamadığı durumda, ısı eksikliği herhangi bir ısı kaynağından (soba, elektrikli ısıtıcı, v.b) yararlanılarak giderilmelidir. Ancak bu durum bazı masrafları gerektirdiğinden, kışın kümes içi ısı dengesinin sağlanmasında, tavuklar tarafından ortama verilen ısıdan yararlanılmaya çalışılmalıdır. Bu şekilde ısı açığının giderilmesi mümkün olmazsa kümesin tecridine gidilmelidir. Kısaca kümes içi ısı dengesinin sağlanmasında, ekonomik nedenlerden dolayı kümesin ısıtılması en son çare olacaktır.

Yazın, kümeslerin havalandırılmasında da kümes içinde ısı dengesinin sağlanması bahis konusudur. Fakat bu durumda karşılaşılan sorun, kış mevsiminde karşılaşılan sorunun tersidir. Genellikle yazın tavuklar tarafından ve güneş radyasyonu ile sağlanan kümes içindeki toplam ısı miktarı, kümeden kaybolan ısı miktarından fazladır. Yani yazın, kümeslerde ısı fazlalığı sorunu ile karşılaşılır. Bu nedenle yaz mevsiminde kümeslerde uygulanacak havalandırma sistemlerinin, kümes içindeki fazla ısıyı ortamdan uzaklaştıracak ve tavuklar için rahat ve serin bir or-

tam sağlayacak şekilde planlanması ve projelenmesi gerekir.

Yazları, çok sıcak geçen yörelerde kümeslere uygulanacak havalandırma, kümes içerisindeki yeterli soğutmayı sağlayamaz. Bu nedenle kümes çatısından olabilecek ısı kazançlarını azaltmak için kümes çatısının daha iyi tecrit edilmesi gerekir. Yahutta hava giriş açıklıklarına nem örtülerinin yapılmasıyla kümes içerisine giren havanın oransal neminin yükseltilmesi sonucunda, kümesin daha ekonomik bir şekilde soğutulması sağlanır.

3. KÜMESLERDE UYGULANAN HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Farklı iklim özelliklerine sahip yörelerdeki, çeşitli tip kümeslerin havalandırılmasında DOĞAL ve YAPAY olmak üzere iki tip havalandırma sistemi uygulanmaktadır. Genel olarak iyi bir şekilde ısı tecridi yapılması ve gerekli kontrol kurallarına uyulması koşuluyla, bir kümesde her iki sistem de başarı ile uygulanabilir. Fakat kümes tipine bağlı olarak ekonomik havalandırma sisteminin seçilmesi gerekir. Genellikle doğal havalandırma sistemi küçük kapasiteli, yapay havalandırma sistemleri ise büyük kapasiteli kümeslerde uygulanmaktadır.

Kümeslerde uygulanabilecek havalandırma sistemlerinin seçiminde etkili olan başlıca faktörler,

1. Sistemin maliyeti,
2. Yörenin iklim koşulları,
3. Yörede elektrik enerjisinin bulunup bulunmaması,
4. Kümes tipi ve kümes içi düzeni,
5. Havalandırma sisteminin hangi mevsimde çalıştırılacağı gibi hususlardır.

3.1. DOĞAL HAVALANDIRMA SİSTEMİ

Bu tip havalandırmaya yer çekimi veya doğal çekimli sistem de denilir. Bir yapı içerisinde, sıcak ve soğuk hava arasındaki yoğunluk farkından dolayı hava kütesinin yer değiştirmesi pren-

sibine göre doğal havalandırma yapılabilir. Kümes içindeki ısı kaynakları nedeniyle ısınan ve bunun sonucu yükselen sıcak hava, kümes çatısına inşa edilen havalandırma bacalarının

dan kümesi terk eder. Kümesi terk eden bu sıcak havanın yerini, kümesin uygun yerlerine açılmış olan hava giriş açıklıklarından içeriye giren soğuk ve temiz hava doldurur. Doğal havalandırma sisteminin çalışma prensibi kısaca budur.

Doğal havalandırma sisteminin çalışması birçok faktörler tarafından etkilenir. Bu faktörlerin en önemlileri;

1. Kümes içi havası ile dış hava arasındaki sıcaklık farkı,
2. Rüzgarın şiddeti ve yönü,
3. Hava çıkış bacalarının ve hava giriş açıklıklarının yeri, büyüklüğü, şekli ve aralarındaki yükseklik farkı,
4. Kümesin inşa edildiği yerin topoğrafik özelliğidir.

Doğal havalandırmanın uygulandığı kümeslerde, kümes içinde nem ve CO₂ kontrolünü sağlayacak şekilde, havalandırma miktarı hesaplanmaktadır.

1. Kümes içi nem dengesi için uygun havalandırma miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q = \frac{\sum n}{n_i - n_d}$$

Formülde:

Q- Kümesteki fazla nemin dışarı atılması için gerekli havalandırma miktarı (m³/saat),

$\sum n$ - Tavuklar tarafından ortama verilen toplam nem miktarı (gr/saat)

n_i- Kümes içi havasının mutlak nemi (gr/m³),

n_d- Dış havanın mutlak nemi (gr/m³)'dir.

2. Tavukların solunumu sonucunda ortama verilen CO₂'nin dışarı atılması için uygun havalandırma miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q = \frac{K_i}{K_i - K_d}$$

Formülde:

Q- Tavuklar tarafından ortama verilen CO₂'nin dışarı atılması için uygun havalandırma miktarı (m³/saat),

K_i- Tavuklar tarafından ortama verilen CO₂ miktarı (lt/m³),

K_i- Kümes havasındaki CO₂ miktarı (lt/m³),

K_d- Dış havadaki CO₂ miktarı (lt/m³)'dir.

Bu formüller yardımıyla hesaplanan havalandırma miktarına bağlı olarak kullanılmış havanın dışarı atılmasını sağlayacak havalandırma bacası kesit alanı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

Q= V. A, genel debi denkleminde

$$A = \frac{Q}{V}$$

Formülde:

A- Havalandırma bacası kesit alanı (m²),

Q- Havalandırma miktarı (m³/saat),

V- Havalandırma bacasındaki hava akım hızı (m/saat) dir.

Havalandırma bacasındaki hava akım hızının hesaplanmasında da şu formül kullanılır:

$$V = 6,6 \sqrt{h (t_i - t_d)}$$

Formülde:

V- Havalandırma bacasındaki hava akım hızı (m/dak),

h- Havalandırma bacası etkili yüksekliği (m),

t_i - Kümes içi havasının sıcaklığı (°C),

t_d - Dış hava sıcaklığı (°C)'dir.

Yukarıdaki formül dış sıcaklığın -1°C ile -22,3°C arasında değiştiği halde kullanılır.

Kümes içerisine temiz havanın girmesini sağlayacak hava giriş açıklığı kesit alanı ya havalandırma bacası kesit alanının tümüne veya 2/3'üne eşittir.

Havalandırma bacasının şekli ve çatıya yerleştirilmesi, başarılı bir havalandırma sağlanması yönünden oldukça önemlidir. Bacalar kümeisten çıkmakta olan havanın soğumasını önleyecek şekilde yapılmalı ve gerektiğinde tecrit edilmelidir. Eğer bacadan çıkan kirli ve sıcak hava bacayı terk etmeden soğursa, hava akım hızı yavaşlar. Yani kümes için gerekli olan havalandırma miktarı azalır. Genel olarak baca çıkış ağızları, iyi bir sonuç almak için çeşitli biçimlerde yapılabilir.

Kümes havalandırma bacaları, çatı tek eğimli ise çatının ön kısmına, beşik

çatılı kümeslerde ise kümesin ortasına gelecek şekilde yerleştirilir. Birden fazla baca kullanılması halinde her baca için eşit kümes alanı hesaplanmalıdır. Bacaların çatı mahyasının sırayla sağna ve soluna konulmasıyla daha iyi bir havalandırma sağlanması mümkündür.

Doğal havalandırma için kullanılan bacaların çıkış ağızı, çatının en yüksek noktasından en az 60 cm yükseklikte olmalıdır.

Daha önce belirtildiği gibi doğal havalandırma sistemi genellikle küçük kapasiteli kümeslere uygulanır. Bu sistemin büyük kapasiteli kümeslere uygulanabilmesi için kümesin tecrit durumunun iyi olması, kümesin bulunduğu yörede yeterli rüzgârın veya hava akımının olması ve hava giriş ve çıkış açıklıklarının iyi bir şekilde düzenlenmesi gerekir.

Doğal havalandırmanın yapay havalandırmaya göre bazı üstünlükleri ve sakıncaları vardır. Doğal havalandırma sisteminin elektrik kesilmesi sonucunda çalışmaması gibi sorunların bulunmaması ve ucuz olması gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Sakıncaları ise geniş kümeslerde düzgün hava dağılımı sağlayamaması ve havalandırma miktarının yeterli derecede kontrol edilememesidir.

3.2. YAPAY HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ

Kümeslerin kullanılmış havasının değiştirilmesi için havalandırma cihazları ile yapılan havalandırmaya yapay

havalandırma denir. Bu havalandırma sistemi daha çok büyük kapasiteli kümeslerde uygulanır.

Yapay havalandırmada genellikle iki sistem uygulanır.

1. Emici sistem

2. Basıcı sistem

Yapay havalandırma sistemlerinin uygulandığı kümeslerde uygun havalandırma miktarı, kümes içi ısı ve nem dengesini ve tavuklar tarafından ortama verilen CO₂'in dışarı atılmasını sağlayacak şekilde hesaplanmalıdır.

1. Kümes içi ısı dengesi için uygun havalandırma miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q = \frac{v}{14,4 (t_i - t_d)} / q_s - I.K (t_i - t_d)$$

Formülde:

Q- Isı dengesi için uygun havalandırma miktarı (m³/dak bir tavuk)

q_s- Bir tavuk tarafından ortama verilen duyulur ısı (Kcal/saat)

v- Havanın özül hacmi (m³/kg kuru hava)

a. Basıcı sistemde dış havanın özgül hacmi ve

b. Emici sistemde kümes içi havasının özgül hacmi alınır.

$$I.K- \text{ Isı kayıp faktörü} = \frac{\sum U \cdot \sum A}{N}$$

$\sum U$ - Yapı elemanları toplam ısı iletkenlik katsayılarının toplamı (duvarlar, tavan, kapı ve pencereler) (Kcal/m²C saat)

A- Yapı elemanlarının toplam alanı (Duvarlar, tavan, kapı ve pencereler) (m²)

N- Toplam tavuk sayısı'dir.

2. Kümes içi nem dengesi için uygun havalandırma miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q = \frac{v \cdot n}{60 \cdot (W_2 - W_1)}$$

Formülde:

Q- Nem dengesi için uygun havalandırma miktarı (m³/dak. 1 tavuk),

v- Havanın özgül hacmi (m³/kg kuru hava),

n- Bir tavuk tarafından ortama verilen nem miktarı (kg/saat),

W₂- Kümes içi havasının özgül nemi (kg nem/kg kuru hava),

W₁- Dış havanın özgül nemi (kg nem/kg kuru hava)'dir.

3. Tavukların solunumu sonucunda ortama verilen CO₂'in dışarı atılması için uygun havalandırma miktarının hesaplanmasında, doğal havalandırma sisteminde uygulanan formülün aynısı kullanılır.

Yapay havalandırma sistemlerinin uygulandığı kümesler için gerekli havayı kümes içine sevk eden veya kullanılmış havayı kümeden dışarı atan aspiratörlerin kapasitesi ve sayısı, kümes için gerekli havalandırma miktarından yararlanılarak bulunur.

Bu bilgilerin ışığı altında daha önce sınıflandırılan yapay havalandırma sistemleri kısaca aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1. EMİCİ SİSTEM

Emici sistemin çalışma prensibi kümesin projede öngörülen yerlerine

konan havalandırma cihazlarıyla, kümes içindeki kullanılmış pis havanın dışarıya atılması ve ortamda meydana gelen alçak basınç sonucu temiz havanın havalandırma giriş açıklıklarından içeri girmesi esasına dayanır. Kümes içerisinde yaratılacak alçak basıncın 3,2 mm su sütunu olması gerekir.

Kümes içindeki kullanılmış pis havanın dışarıya atılmasında aspiratörler kullanılır. Kullanılacak aspiratörlerin kapasitesi ve sayısı, hesaplama sonunda saptanan kümes havalandırma miktarına göre bulunur. Seçilecek aspiratörlerin bir kısmı sabit kapasiteli diğer bir kısmı ise değişebilir kapasiteli olmalıdır. Kümesteki her bir m^3/dak 'lık havalandırma miktarı için 57 cm^2 'lik hava giriş açıklığı bırakılmalıdır. Genel olarak hava giriş açıklığının genişliği 10-15 cm arasında olmaktadır.

Kümeslerin havalandırılmasında oldukça yaygın bir halde kullanılan bu sistemin çeşitli tipleri vardır. Bunları temiz havanın kümes içine alınması durumuna göre şu şekilde sıralayabiliriz.

Kümes içine temiz havanın;

- a. Pencerelerden,
- b. Kümes yan duvarlarından,
- c. Saçak altından,
- d. Çatı boşluğundan alınmasında kullanılan tipler.

3.2.2. BASICI SİSTEM

Bu sistemin çalışma prensibi; havalandırma cihazları ile kümes içine basılan temiz havanın, kümeste bir yüksek basınç yaratılması sonucunda kullanılmış pis havanın hava çıkış a-

çıklıklarından kümesi terk etmesi esasına dayanır.

Kümes içine temiz havanın basılmasında aspiratör kullanılır. Kullanılan aspiratörlerin kapasitesi ve sayısı, kümesin havalandırma miktarına göre hesaplanır. Kümesteki her bir m^3/dak 'lık havalandırma miktarı için 46 cm^2 'lik hava çıkış açıklığı bırakılmalıdır.

Bu sistem, tesis giderlerinin fazla olması ve hava dağılımının üniform bir şekilde sağlanamaması nedeniyle az kullanılmaktadır. Buna rağmen son zamanlarda geliştirilen bir sistemle, kümes içerisindeki havanın üniform bir şekilde dağılımı sağlanabilmektedir.

3.2.3. YAPAY HAVALANDIRMA SİSTEMLERİN KONTROLÜ

Kümeslerde uygulanan yapay havalandırma sistemlerinin, hazırlanan projeye göre belirli zamanlarda çalışması veya durması gerekir. Havalandırma sistemlerinin kontrolünü etkileyen en önemli faktörler zaman ve sıcaklıktır.

Havalandırmanın, projede öngörülen esaslara göre sağlanmasında zaman faktörünün göz önüne alınarak kontrolü düşünülüyor ise bu amaca uygun cihazların seçilmesi gerekmektedir. Bugün, havalandırma sistemlerinin çalışma zamanının kontrolünde kullanılan en yaygın cihazlar "otomatik bağlama saatleri"dir.

Sıcaklık faktörünün önemli olduğu durumlarda, havalandırma sistemlerinin kontrolünde sıcaklık değişiminde etkilenen elektrikli mekanik düzenler veya son yıllarda geliştirilen elektro-

nik düzenler kullanılmaktadır. Sıcaklık kontrolünde kullanılan en önemli cihazlardan birisi termostatdır.

Kümeslerde otomatik bağlama saati ve termostad ayrı ayrı kullanıldığı gibi aynı havalandırma sisteminin kontrolünde birlikte de kullanılabilir,

KAYNAKLAR

- Alkan, Z., 1969. Tavuk Kümeslerinin Planlanması, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 18, Erzurum.
- 1972. Ziraat İnşaat, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları serisi No. 2, Erzurum.
- ASAE, 1977. Agricultural Engineering Yearbook, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan,
- Big Dutchman, 1974. Principle of Ventilation for Poultry and Livestock, Big Dutchman, USA, Zeeland, Michigan, pp: 1-8,
- , 1974. Evaporative Cooling, Big Dutchman, USA, Zeeland, Michigan, pp. 1-4.
- Cook, T. R. 1971. Ventilation Techniques in Controlled Environment Poultry Houses, Tasmania Journal of Agriculture, Vol. 42, No. 4, pp. 280-291.
- Midwest Plan Service, 1975. Structures and Environment Handbook (Seventh Edition), Midwest Plan Service, Agricultural Engineering Building, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Mutaf, S., 1972. Hayvan Barınaklarında Havalandırma Sistemleri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 258, Bornova/İzmir.
- Oliver, J. H. 1950. Poultry House Ventilation, Agricultural Engineering, March, pp. 119-122.
- Taymen, A. 1972. Kasaplık Piliç Kümesleri ve Çevre Şartları. TAPGEM Yayınları, Yayın No. 7, Ankara.
- , 1974. Kümeslerde Yalıtım ve Havalandırma, Hayvancılık, Çayır Mera ve Yem Bitkileri Teknik Kongresi Tebliği, Erzurum, s. 1-14.
- Turner, C. N., Davis, H. R., 1965. Ventilation for Poultry Houses, New York State College of Agriculture, Cornell Extension Bulletin, No. 1140.