

**RÜZGAR HIZI VE YÖNÜ İLE HAVA ÇIKIŞ AÇIKLIĞI TİPİNİN
HAVALANDIRMAYA OLAN ETKİSİNİN KAPALI SİĞİR BARINAĞI
MODELİNDE İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (1)**

A.Vahap YAĞANOĞLU (2)

ÖZET : *Bu araştırma, 30 başlık kapalı ve duraklı süt sığırı ahırının 1/20 ölçekli modeli üzerinde yapılmıştır. Rüzgar hızı ve yönü ile farklı 4 tipte planlanan mahya hava çıkış açıklıklarının model içi hava dağılımına ve havalandırma miktarına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma laboratuvar koşullarında yapılmış olup rüzgar tunelinden sağlanan değişik yönlerden esen farklı rüzgar hızları ile mahya hava akım hızları ve model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farklarıyla olan ilişkileri belirlenmiştir.*

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, mahya açıklığının şekli, rüzgar yönü ve yapının konumu mahya hava akım hızını önemli ölçüde etkilemektedir. Dikdörtgen orifis şeklinde planlanan mahya açıklık tipi, diğer tiplere oranla daha uygun havalandırma sağlamaktadır.

**RIDGE VENT, WIND DIRECTION AND WIND VELOCITY EFFECTS
ON CLOSED, NATURALLY VENTILATED, CATTLE
BUILDING VENTILATION**

SUMMARY : *Naturally ventilated buildings used for cattle production have various ridge vent configurations. Information pertaining to the ventilation characteristics of different geometrically shaped ridge vent is limited. Therefore, the effects of wind speed, wind direction and ridge vent shape were studied in a model (1/20 scale) on ventilation characteristics, naturally ventilated, dairy cattle building. A simple wind tunnel was built to develop an airflow pattern. Wind was simulated by variable speed fans. Wind speed varied between 0 to 7 m/s.*

The construction of the model was based on a geometric length scale of 20, and the assumption was that the same fluid and material would be used in the model and prototype,

(1) Bu çalışma Atatürk Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

(2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kültürtenik Bölümü, Erzurum

Trusses, purlins, poles, sides and roof were made of wood. The end walls were constructed with plexiglass for the purpose of visual observation of airflow patterns. The four ridge vents were constructed by using galvanized metal.

Principles of similitude and dimensional analysis were utilized in deriving a set of independent and dependent Pi terms, From the definition of the Buckingham Pi Theorem a set of 14 dimensionless Pi terms were obtained (Langhaar, 1983).

The study described in this paper was conducted to determine which type of ridge vent would be suitable for naturally ventilated dairy barns in cold regions. Results indicated that ridge vent design has a significant effect on outlet velocity and wind velocity. Temperature difference was affected by ridge vent geometry and wind velocity.

The baffled (Type II) ridge vent had the highest outlet velocity when all wind directions were considered, while covered (Type III) ridge vent produced the lowest outlet velocities.

Although the covered ridge vent produced the largest temperature differences, the associated low outlet velocities make it the least desirable of the four ridge vents tested.

GİRİŞ

Hayvan barınaklarında doğal ve yapay havalandırma sistemleri uygulanmaktadır. Yapay havalandırma sistemlerinin yapı içinde uygun hava dağılımı sağlaması ve düzenli çalışmasına karşılık, bir enerji gerektirmesi çoğu zaman doğal havalandırma sistemlerinin tercih edilmesine neden olmaktadır.

Doğal havalandırma rüzgar kuvveti ile iç ve dış sıcaklık farkından doğan gravite etkisi olmak üzere iki fiziksel güçten yararlanılarak sağlanan havalandırma olarak tanımlanabilir (Sayce, 1966; Owen, 1984).

Barınak içi ile dış hava arasındaki sıcaklık farkı, rüzgar hızı ve yönü, hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı, hava giriş ve çıkış açıklıklarının boyutu, geometrik şekli ve konumu, yapı konstrüksiyonu, yörenin iklim koşulları, yapının rüzgar etkisinde maruz kalma şekli, yapı yüksekliği, yapının yerleşim düzeni ve çatı eğimi doğal havalandırmayı önemli ölçüde etkilemektedir (Brevik, 1971; Addison, 1972; Kreichel ve ark. 1976; Bruce, 1978; Jedele, 1979; Sainsbury ve Sainsbury, 1979; Bodman, 1983).

Doğal havalandırma sisteminin etkin olabilmesi için aralarında belli bir yükseklik farkı bulunan ve hava değişimini sağlayabilecek kapasitede hava giriş ve çıkış açıklıklarının bulunması gereklidir. Açıklıkların büyüklüğü, şekli ve konumu havalandırma oranını önemli ölçüde etkiler (Weller ve ark. 1970; Turnbull ve Coates, 1971; Mutaf, 1975; Tavmen, 1976; Uluata, 1976; Ekmekyapar, 1988).

Hayvan barınaklarında yaygın olarak kullanılan hava giriş açıklıkları, saçak altında bırakılan hava giriş açıklığı, uzun duvarlarda bırakılan ve yatay eksenini boyunca açılıp kapanabilen havalandırma kapakları ile uzun duvarlar içine yapılan tüp veya boru şeklindeki oluklar sayılabilir (Blount, 1968; Philips, 1981; Anonymous, 1983),

Hayvan barınaklarında hava çıkış açıklığı olarak mahya boyunca bırakılan açıklıklar özellikle beşik çatıya sahip sığır barınakları için uygun olmaktadır (Bodman, 1983). Mahya boyunca bırakılan hava çıkış açıklıkları, çeşitli geometrik şekillerde yapılabilir. Bunlar arasında mahya boyunca bırakılan simetrik veya asimetrik açıklıklar, dikdörtgen kesitli orifis ve baca şeklinde oluşan tipler sayılabilir (Mitchell, 1972; Bruce; 1975).

Gerçek yapıya geometrik ve dinamik yönden benzerliğe sahip barınak modelleri bir çok bilimsel araştırma ve analizlerde olduğu gibi barınakların havalandırılması ile ilgili çalışmalarda da kolaylıkla kullanılabilir. Bu şekilde daha büyük bir boyuta sahip gerçek yapıda yapılamayan birçok deneme bunların modellerinde kolaylıkla ve çok ucuza yapılabilir. Diğer yandan elde edilen sonuçlar gerçek yapıya yansıtılabilir (Young, 1968; Aynsley ve ark. 1977; Marshall, 1975; Bottcher, 1985; Simango, 1987).

Pattie ve Milne (1966), 1/10 ölçekli bir civciv kümesi modelinde yaptığı çalışmada modeldeki hava dağılımının prototipteki hava dağılımına benzediğini belirterek, modeldeki hava dağılımının hava giriş açıklığının şekli tarafından etkilendiğini bildirmektedir. Mitchell (1972) model denemelerinde elde edilen verilerin gerçek yapılardan elde edilen verilere oldukça benzediğini vurgulamaktadır. Smith ve Hazen (1968)'a göre model hava giriş açıklığında oluşan hava karakteristikleri prototiptekine çok benzemektedir.

Froehlich ve ark. (1975) 1/6 ölçekli, Dybwad ve ark. (1974), Egan ve Hellickson (1975), Koenig ve ark. (1979), Yağanoğlu (1988), 1/20 ölçekli sığır barınağı modellerinde yaptıkları çalışmalarda mahya açıklık tipinin mahya hava akım hızını önemli ölçüde etkilediğini belirtmektedirler.

Timmons ve Baughman (1981), Bruce (1982), Down ve ark. (1985), 1/2 ölçekli hayvan barınakları modellerinde gravite etkisiyle olan havalandırmayı incelemişlerdir.

Ülkemizde hayvan barınaklarının doğal yolla havalandırılmasında henüz yaygın bir şekilde uygulanmayan çeşitli tip havalandırma açıklıklarının, ülkemiz koşullarında kullanılması ile barınakların daha uygun bir şekilde havalandırılması sağlanacaktır. Bu amaç için özellikle soğuk yörelerde yapılacak kapalı sığır barınaklarında çeşitli tip havalandırma açıklıkları ile rüzgar hızı ve yönünün havalandırmaya olan etkisi ve uygun açıklık tipinin araştırmalarla belirlenmesi uygun olacaktır. Çeşitli tip havalandırma açıklıklarının havalandırmaya olan etkisinin araştırılmasında gerçek yapı yerine model denemelerinden

yararlanmak daha avantajlı olacaktır. Bu şekilde gerçek bir yapıda yapılamayan bir çok hususun model denemeleri ile gerçekleştirilmesi mümkündür.

Yağanoğlu (1988), tarafından yapılan bir model çalışmasında farklı 4 tip hava çıkış açıklığının, havalandırmaya ve model içi hava dağılımına olan etkisi rüzgar tunelinden sağlanan değişik düzgar hızlarına göre incelenmiştir. Bu çalışma, daha önceki model denemesinin bir devamı niteliğinde olup farklı rüzgar hızı ve yönü ile hava çıkış açıklıklarının geometrik şeklinin havalandırmaya olan etkisi araştırılmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Soğuk yöre koşullarına uygun 30 başlık kapalı ve duraklı süt sığırı ahırı prototip olarak seçilmiş ve bu prototipi temsil edebilecek 1/20 ölçekli modeli planlanmıştır. Modelin oluşturulmasında Yağanoğlu (1988), tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır.

Modelin farklı 4 tipteki mahya açıklık şekline göre kesit görünüşü Şekil 1 a, b, c, ve d'de verilmiştir.

Metod

Modelin, temsil ettiği prototipteki olayları yansıtabilmesi için boyut analizi ve benzemiş tekniğinden yararlanılmıştır. Bu amaç için Buckingham Pi Teoreminin uygulanması sonucunda boyutsuz faktörler grubu ve akışkan özelliklerine göre çeşitli eşitlikler elde edilmiştir. Bu şekilde modeldeki hava akım karakteristikleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri belirlenmiştir (Murpy, 1950; Vennard, 1963; Langhaar, 1983; Bottcher, 1985; Choiniere ve ark. 1986; Simango, 1987).

Boyut analizi ve benzemiş tekniği sonucu modelin oluşturulmasında ve ölçümlerin



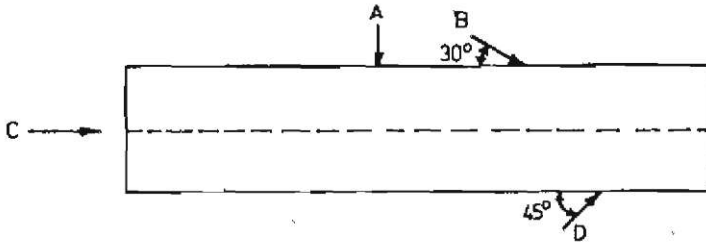
Şekil 1. Mahya tiplerine göre modelin kesit görünüşü

Figure 1. Cross section of model according to ridge vent types.

yapılmasında Egan (1975), Koenig ve ark. (1979), Yağanoğlu (1988), tarafından verilen yöntemler uygulanmıştır.

Model üzerindeki denemeler laboratuvar koşullarında yapılmış olup, Yağanoğlu (1988)'da özellikleri belirten rüzgar tuneli kullanılarak; rüzgar hızı ve yönünün havalandırmaya olan etkisinin saptanmasında Egan (1975)'de verilen yöntemlerden yararlanılmıştır. Rüzgar tunelinden sağlanan farklı rüzgar hızları için modelin uzun ve kısa eksenlerinin rüzgarın esiş yönüne dik konumları (A ve C konumları) ile modelin uzun ekseninin rüzgarın esiş yönüyle 30° ve 45°'lik açı yapacak şekilde konumları (B ve D konumları) gözününe alınmıştır (Şekil 2).

Model içinde hava dağılımını gözetlemek için duman kullanılmıştır. Duman denemeleri durgun havada ve rüzgarın 1,0 m/s hızda esme durumuna göre yapılmıştır (Egan, 1975).



Şekil 2. Rüzgarın modele esiş yönleri (Wind directions)

Havalandırma Miktarının Belirlenmesi

Model ve onun temsil ettiği prototipte gravite etkisiyle olan havalandırma miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Alkan, 1972; Kammel ve ark. 1982; Foster ve Down, 1987).

$$Q = A \cdot C_k (2gh \Delta t / 273 + t_d) / 2 \dots \dots \dots 1$$

Eşitlikte; Q, havalandırma miktarı (m³/s); A, hava çıkış açıklığı kesit alanı (m²); C_k, hava çıkış açıklığına ilişkin bir katsayı; g, yer çekimi ivmesi (m/s²); h, hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (m); Δt, iç ve dış hava arasındaki sıcaklık farkı (°C); t_d, dış hava sıcaklığı (°C)'dir.

Rüzgar kuvvetine göre olan havalandırma miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanmıştır (Hellickson ve ark. 1983; Anonymous, 1985; Esmay ve Dixon, 1986; Munroe

ve Choiniere, 1986).

$$Q = E.A.Vr \dots\dots\dots(2)$$

Eşitlikte; Q, havalandırma miktarı (m³/s); A, hava giriş veya çıkış açıklığı alanı (m²); E, katsayı; Vr, ortalama rüzgar hızı (m/s)'dir.

Eşitlik 1 ve 2'de yer alan Ck ve E değeri sırasıyla 0,50 ve 0,35 olarak alınmıştır (Hellickson ve ark. 1983; Esmay ve Dixon, 1986).

Mahyada oluşan hava akım hızlarına göre modelde yapılan havalandırma miktarı Hellickson ve ark. (1983)'de verilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanmıştır.

$$Q = A.Vç \dots\dots\dots(3)$$

Eşitlikte; Q, havalandırma miktarı (m³/s); A, hava çıkış açıklığından geçen havanın hızı (m/s)'dir.

Rüzgar kuvveti ve gravite etkisiyle olan havalandırma miktarının modelde oluşturacağı toplam havalandırma Anonymous (1985)'de verilen aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$QT = (QG^2 + QR^2)^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

Eşitlikte; QT, toplam havalandırma miktarı (m³/s); QR, rüzgar kuvveti ile olan havalandırma miktarı (m³/s); QG, gravite etkisi ile olan havalandırma miktarı (m³/s)'dir.

İstatistik Analizlerde Uygulanan Yöntemler

Çeşitli tüp mahya hava çıkış açıklıklarının birbiriyle karşılaştırılması, rüzgar hızı ve yönünün havalandırmaya olan etkisi, rüzgar hızı ve yönünün model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkına olan etkisinin incelenmesinde Düzgüneş (1963), Bender ve ark. (1982) ve Yurtsever (1984)'de verilen yöntemler uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde ahır modelinde yapılan ölçüm ve hesaplamalardan elde edilen sonuçlar, rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava akım hızları arasındaki ilişkiler, rüzgar hızı ve yönü ile sıcaklık farkları arasındaki ilişkiler, havalandırma miktarı, model içi hava akım hızları ve hava dağılımı başlıkları altında açıklanacaktır. Ayrıca sonuçlar tartışılarak önerilerde bulunulacaktır.

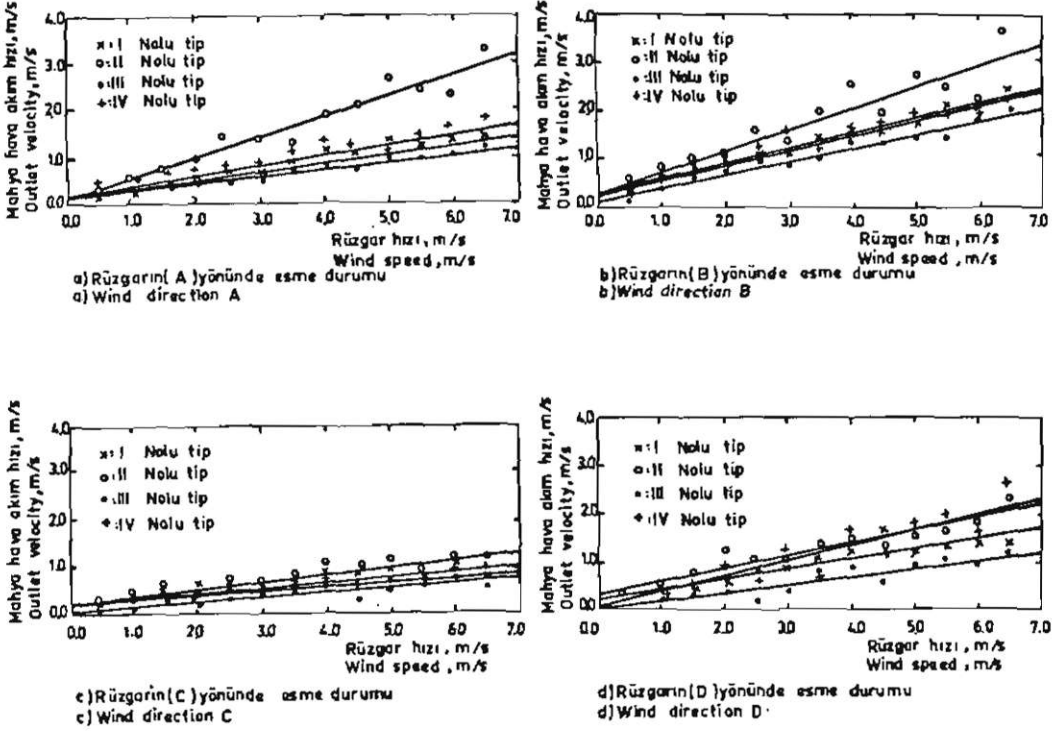
Rüzgar Hızı ve Yönü ile Mahya Hava Akım Hızları Arasındaki İlişkiler;

Farklı hızlarda değişik yönlerden esen rüzgarın, mahya tiplerindeki mahya hava akım hızına dolayısıyla doğal havalandırma sisteminin çalışmasına olan etkisi incelenmiştir. Rüzgar hızı ve yönünün mahya hava çıkış açıklığındaki hava akım hızına olan etkisinin saptamak amacıyla, rüzgar tunelinden sağlanan değişik hızlardaki rüzgara karşı model farklı 4 konumda tutulmuştur (Şekil 2). Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu rüzgar hızı ve yönü ile farklı tipteki mahya hava çıkış açıklıklarındaki hava akım hızları arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Değişik rüzgar hızı ve yönünün, mahya hava çıkış açıklık tiplerindeki hava akım hızına göre değişiminin koordinat eksenine işaretlenmesiyle elde edilen noktasal diyagramlar Şekil 3 a, b, c ve d'de verilmiştir.

Şekil 3 a,b, c ve d'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, rüzgarın modelin uzun eksenine dik gelmesi (A konumu) halinde en düşük ve en yüksek mahya hava akım hızları, I, II, III ve IV nolu mahya hava çıkış açıklığı tiplerinde sırasıyla 0,1 m/s ve 1,80 m/s; 0,20 m/s ve 3,30 m/s; 0,0 m/s ve 1,2 m/s; 0,05 m/s ve 1,35 m/s olarak saptanmıştır. Modelin rüzgarın esiş yönüne göre B konumunda tutulması durumunda, en düşük ve en yüksek mahya hava akım hızları aynı sırayla 0,15 m/s ve 2,35 m/s; 0,20 m/s ve 3,75 m/s; 0,0 m/s ve 1,95 m/s; 0,05 m/s ve 2,10 m/s olarak belirlenmiştir. Rüzgarın modelin kısa kenarına dik gelmesi (C konumu) durumunda mahya akım hızlarının en düşük ve en yüksek değerleri I, II, III ve IV nolu tiplerde sırasıyla 0,0 m/s ve 0,75 m/s ; 0,05 m/s ve 1,15 m/s; 0,0 m/s ve 0,55 m/s; 0,0 m/s ve 0,70 m/s olarak ölçülmüştür. Modelin Rüzgara D konumunda tutulması durumunda ise, mahya hava akım hızlarının ölçülen en düşük ve en yüksek değerleri mahya tiplerine göre sırasıyla 0,15 m/s ve 1,5 m/s; 0,2 m/s ve 2,30 m/s; 0,0 m/s ve 1,15 m/s ; 0,05 m/s ve 2,5 m/s'dir.

Mahya hava akım hızının en yüksek değeri, modelin rüzgara B konumunda tutulması durumunda 3,75 m/s olarak II nolu açıklık tipinde saptanmıştır (Şekil 3 b). Mahya hava akım hızlarının elde edilen en yüksek değerleri gözönünde bulundurulduğunda, rüzgarın modele A,B ve C konumunda esmesi durumunda en yüksek mahya hava akım hızları II nolu açıklık tipinde gözlenmiştir. Rüzgarın modele D konumunda esmesi halinde ise IV nolu tipte en yüksek mahya hava akım hızı ölçülmüştür. Genellikle III nolu tipte, diğer tiplere oranla daha düşük mahya hava akım hızları elde edilmiştir. I nolu tipte oluşan mahya hava akım hızları, modelin rüzgara A ve C konumlarında tutulması halinde III ve IV nolu tiplere oranla daha yüksek gözlenirken, B ve D konumlarında I ve IV nolu tiplerdeki mahya hava akım hızları birbirine çok yakın



Şekil 3. Rüzgar esiş yönüne göre rüzgar hızı ile mahya hava akım hızı arasındaki ilişki

Figure 3. The effect of wind speed on outlet velocity

değerler almıştır.

Rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava akım hızı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla regresyon denklemleri ve bu denklemlere ilişkin korelasyon katsayıları hesaplanarak Tablo 1'de verilmiştir. Bu tabloda ayrıca, regresyon ve korelasyon katsayıları için hesaplanan t değerleri de yer almaktadır.

Hesaplanan regresyon denklemlerinde mahya hava akım hızı (Y), dış rüzgar hızının (x) doğrusal bir fonksiyonu ($Y = a + bx$) olduğu düşünülmüştür.

Tablo 1'den anlaşılacağı gibi, regresyon denklemlerine ilişkin korelasyon katsayıları 0,85-0,98 arasında değişmektedir. Bu katsayılar $p = 0,001$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Korelasyon katsayılarının bu denli küçük olasılık düzeyinde önemli

Tablo 1. Rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava akım hızları arasındaki ilişkiler
Table 1. Relationships between outlet velocity (V_{ϕ}) and wind speed (V_r)

Rüzgarın Esiş Yönü Wind Direction	Mahya Tipi Ridge Vent Type	Regresyon Denklemi (1) Equation	Korelasyon Katsayısı (2) Coefficient of Correlation
A	I	$V_{\phi} = 0,229 + 0,209 V_r$ $t = 10,50$	0,95xxx $t = 10,54$
	II	$V_{\phi} = 0,180 + 0,424 V_r$ $t = 14,96$	0,97xxx $t = 13,54$
	III	$V_{\phi} = 0,166 + 0,149 V_r$ $t = 10,92$	0,95xxx 10,54
	IV	$V_{\phi} = 0,221 + 0,177 V_r$ $t = 12,26$	0,96xxx $t = 11,88$
B	I	$V_{\phi} = 0,289 + 0,294 V_r$ $t = 15,32$	0,97xxx $t = 13,54$
	II	$V_{\phi} = 0,266 + 0,294 V_r$ $t = 9,17$	0,94xxx $t = 9,54$
	III	$V_{\phi} = 0,113 + 0,266 V_r$ $t = 11,71$	0,96xxx $t = 11,88$
	IV	$V_{\phi} = 0,246 + 0,298 V_r$ $t = 10,13$	0,95xxx $t = 10,54$
C	I	$V_{\phi} = 0,181 + 0,118 V_r$ $t = 7,10$	0,89xxx $t = 6,76$
	II	$V_{\phi} = 0,230 + 0,150 V_r$ $t = 8,74$	0,93xxx $t = 8,76$
	III	$V_{\phi} = 0,071 + 0,098 V_r$ $t = 6,04$	0,86xxx $t = 5,84$
	IV	$V_{\phi} = 0,167 + 0,106 V_r$ $t = 5,76$	0,85xxx $t = 5,59$
D	I	$V_{\phi} = 0,221 + 0,218 V_r$ $t = 17,27$	0,98xxx $t = 17,06$
	II	$V_{\phi} = 0,329 + 0,268 V_r$ $t = 11,50$	0,96xxx $t = 11,88$
	III	$V_{\phi} = -0,018 + 0,176 V_r$ $t = 10,17$	0,95xxx $t = 10,54$
	IV	$V_{\phi} = 0,074 + 0,319 V_r$ $t = 9,08$	0,93xxx $t = 8,76$

(1) Regresyon denklemlerinde yer alan V_{ϕ} , mahya hava akım hızını, V_r , dış rüzgar hızını göstermektedir.

(2) xxx P = 0,001 olasılık düzeyinde önemlidir.

çıkması, rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava akım hızları arasında önemli derecede doğrusal ilişkilerin bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, mahya hava akım hızını etkileyen temel etmenin rüzgar hızı ve yönü olduğunu göstermektedir. Nitekim Owen (1984), doğal havalandırmayı etkileyen temel etmenin rüzgar hızı ve yönü olduğunu bildirmektedir.

Tablo 1'de görülen regresyon denklemleri yardımıyla değişik yönlerden esen farklı rüzgar hızının, değişik tip mahya hava çıkış açıklıklarında oluşturacağı hava akım hızları ve bu hızlara bağlı olarak modeldeki ve prototipteki havalandırma miktarı tahmin edilebilir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi, genellikle modele rüzgarın B konumunda esmesi, başka bir anlatımla rüzgarın modelin uzun eksenine 30° açı yapacak şekilde esmesi durumunda bütün mahya tiplerinde en yüksek hava akım hızı elde edilirken, rüzgarın modelin kısa kenarına dik olarak esmesi halinde en düşük hava akım hızları saptanmıştır. Buna göre, modelin uzun ekseninin rüzgarın esiş yönüyle 30° açı yapacak (B konumu) şekilde düzenlenmesi havalandırmanın etkinliği bakımından uygun bir düzleme şekli; rüzgarın modelin kısa kenarına dik gelmesi (C konumu) durumunda ise, havalandırma bakımından uygun olmayan bir düzenleme şekli olduğu söylenebilir. Nitekim Egan ve Hellickson (1975), barınağın yerleştirme düzenine göre rüzgar yönünün, mahya hava akım hızını önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır.

Rüzgar yönü mahya hava akım hızını önemli ölçüde etkilediğinden, hayvan barınaklarının doğal havalandırma sistemlerinin etkin olabilmesi için, yörenin hakim rüzgarlarına göre barınağın oriyantasyonuna gerekli özenin gösterilmesi önerilir.

Şekil 3'de görülen regresyon doğrularının ve Tablo 1'de verilen regresyon denklemleri arasında, başka bir anlatımla değişik tip mahya hava çıkış açıklıklarındaki hava akım hızları ile rüzgar hızı ve yönü arasındaki ilişkilerin birbirinden farklı olup olmadıklarını saptamak amacıyla regresyon doğrularının eğimleri arasındaki farkın önemliliği kontrol edilmiştir. Yapılan önem kontrol sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, rüzgarın modele A yönünde estiği durumda III ve IV nolu mahya tiplerindeki hava akım hızları arasındaki fark önemsiz, diğer tiplerden I-II ve II-IV tipler arasındaki fark $P=0,001$ olasılık düzeyinde, I-III tipler arasındaki fark ise $P=0,005$ olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Rüzgarın modele B yönünde esmesi durumunda I-II ve II-IV nolu tiplerdeki mahya hava akım hızı arasındaki fark sırasıyla $P=0,001$ ve $P=0,005$ olasılık düzeylerinde önemli bulunmuştur. Rüzgarın modele C yönünde esmesi durumunda mahya tiplerinde oluşan hava akım hızları olasılık düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir. arasında önemli bir fark görülmemektedir. Rüzgarın modele D yönünde esmesi durumunda ise III-IV ve I-III nolu tiplerde oluşan mahya hava akım hızları arasındaki fark sırasıyla $P=0,001$ ve $P=0,05$ olasılık düzeylerinde önemli bulunurken,

I-II ve II-IV karşılaştırma gruplarında hava akım hızları yönünden önemli bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

Aynı tabloya göre, 1 nolu tipte rüzgarın farklı 4 yönden esmesi durumunda, yönlere göre mahya hava akım hızları arasındaki fark önemli bulunmuştur. II nolu tipte rüzgarın A ve B yönünde esmesi ile mahyada oluşacak hava akım hızları arasındaki fark

Tablo 2. Mahya hava akım hızları arasındaki farklılığın kontrolü

Tablo 2. Tests for individual comparison of regression lines

Rüzgarın esiş yönüne göre Wind directions compared			Mahya tipine göre Ridge vents compared		
Karşılaştırma grubu (1)	t (2)	Sonuç	Karşılaştırma Grubu	t	Sonuç
AI-AII	6,14xxx	Farklı	IA-IB	3,08xxx	Farklı
AIII-AIV	1,41	Farksız	IC-ID	4,10xxx	Farklı
AI-AIII	2,50x	Farklı	IA-IC	3,82xxx	Farklı
AII-AIV	7,77xxx	Farklı	IB-ID	3,31xxx	Farklı
BI-BII	2,86xx	Farklı	IIA-IIB	0,23	Farksız
BIII-BIV	0,86	Farksız	IIC-IID	4,08xxx	Farklı
BI-BIII	0,95	Farksız	IIA-IIC	8,26xxx	Farklı
BII-BIV	2,48x	Farklı	IIB-IID	3,19xxx	Farklı
CI-CII	1,34	Farksız	IIIA-IIIB	4,43xxx	Farklı
CIII-CIV	0,32	Farksız	IIIC-IIID	3,27xxx	Farklı
CI-CIII	0,85	Farksız	IIIA-IIIC	1,40	Farksız
CII-CIV	1,76	Farksız	IIIB-IIID	3,19xxx	Farklı
DI-DII	1,92	Farksız	IVA-IVB	3,69xxx	Farklı
DIII-DIV	3,67xxx	Farklı	IVC-IVD	5,37xxx	Farklı
DI-DIII	2,07x	Farklı	IVA-IVC	3,04xxx	Farklı
DII-DIV	1,21	Farksız	IVB-IVD	0,46	Farksız

(1) Karşılaştırma grubunda yer alan sembollerden büyük harfler (A, B, C, D,) rüzgarın esiş yönünü, romen rakamları (I, II, III, IV) mahya açıklık tiplerini göstermektedir.

(2) xxx, P = 0,001 olasılık düzeyinde önemli, xx, p = 0,01 olasılık düzeyinde, x, P = 0,05

önemsiz, diğer yönlere göre yapılan karşılaştırmada ise önemli bulunmuştur. III nolu tipte rüzgarın modele A ve C yönlerinden esmesi halinde, mahya hava akım hızları arasındaki

fark önemsiz, diğer karşılaştırma gruplarında önemli bulunmuştur. IV nolu tipte ise, rüzgarın B ve D yönlerinden esmesi durumunda mahya hava akım hızları arasında önemli bir farklılık olmazken, diğer yönlere göre yapılan karşılaştırma gruplarında önemli bulunmuştur.

Bu analiz sonuçlarına göre, rüzgarın modele A, B, D yönlerinden esmesi halinde mahyada oluşan hava akım hızları bakımından mahya tipleri arasında önemli farklılıklar olurken, rüzgarın modele C yönünde esmesi durumunda önemli sayılabilecek bir farklılık olmamaktadır. Rüzgarın modelin kısa eksenine dik olarak esmesi ile mahyada oluşan hava akım hızları son derece düşük olmaktadır. Doğal havalandırmanın etkinliğinin belirlenmesinde mahya hava akım hızının yüksek tutulması istendiğinden, yapının kısa ekseninin hakim rüzgara dik gelecek şekilde konumlandırılması havalandırma bakımından bazı sakıncalar yaratabilir. Bu nedenle olanaklar ölçüsünde böyle bir düzenlemeden kaçınılması önerilir.

Hayvan barınaklarının doğal havalandırma sistemlerinin planlanmasında, rüzgar hızı ve yönünün gözönünde bulundurulması gerekir. Ayrıca Shulz (1960), tarafından barınakların planlanmasında rüzgar hızı ve yönü ile birlikte kar kalınlığı, karın barınak çevresinde birikme olasılığı, kış yağmurları ve diğer soğuk hava olaylarının da birer planlama faktörü olarak gözönünde bulundurulması gerektiği bildirilmektedir.

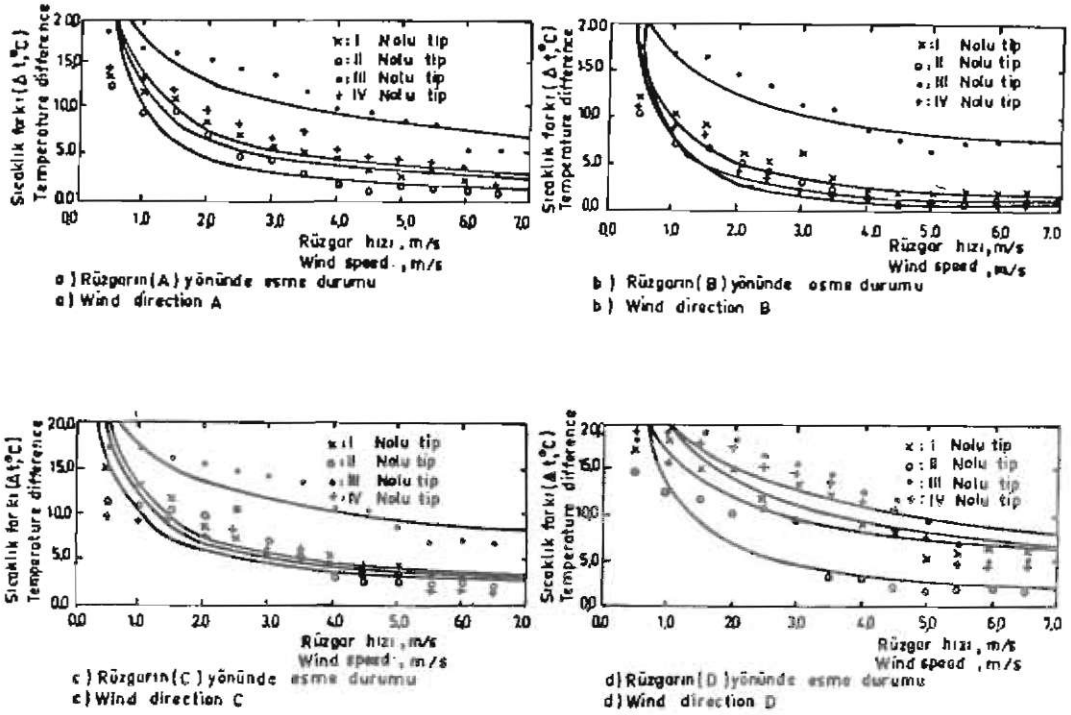
Rüzgar Hızı ve Yönü ile Sıcaklık Farkları Arasındaki İlişkiler

Farklı 4 yönden esen rüzgar hızları ile model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkları ile olan ilişkileri belirlemek amacıyla, modelin farklı 8 yerinde ve model dışında 2 yerde termoçift kablolar aracılığı ile sıcaklıklar ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklıkların ortalamaları alınarak ortalama model içi ve dışı sıcaklık değerleri belirlenmiştir.

Modele farklı 4 yönde değişik hızlarda esen rüzgar hızları ile model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkının değişiminin koordinat eksenine işaretlenmesiyle elde edilen noktasal diyagramlar şekil 4a, b, c, ve d'de görülmektedir.

Şekil 4a, b, c ve d'de görüldüğü gibi, rüzgarın modele farklı hızlarda değişik 4 yönde esmesi halinde, I, II, III ve IV nolu tiplerin tümünde, rüzgar hızının 0,5 m/s ve bu değer in altında olduğu zamanlarda model içi ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkları giderek artma eğilimindedir. Rüzgar hızının 1 m/s-3 m/s arasında olması durumunda ise sıcaklık farkları hızlı bir şekilde azalmaktadır. Rüzgar hızının 4 m/s ve daha fazla olması halinde, model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farklarındaki değişme çok az olmaktadır.

Rüzgarın modele A konumunda esmesi durumunda I, II, III ve IV nolu tiplerde model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkları sırasıyla 2,0-14,3°C; 0,9-12,3°C; 5,4-18,0°C;



Şekil 4-Rüzgarın esiş yönüne göre rüzgar hızı ile sıcaklık farkı arasındaki ilişki.

Figure 4- The effect of wind speed on temperature differences.

2,0-14,3°C arasında, rüzgarın modele B yönünde esmesi durumunda sıcaklık farkları aynı sırayla 1,6-11,3°C; 0,9-10,3°C; 7,3-17,1°C ve 1,0-10,6°C arasında saptanmıştır. Rüzgarın modele C konumunda esmesi halinde sıcaklık farkları I nolu tipte 5,3-16,9°C, II nolu tipte 2,0-14,2°C; III nolu tipte 6,7-20,1°C ve IV nolu tipte 4,9-19,1°C arasında değişmiştir. D konumunda ise sıcaklık farkları I, II, III ve IV nolu tiplerde sırasıyla 2,8-15,2°C; 2,2-11,2°C; 6,9-17,4°C ve 2,0-10,1°C arasında saptanmıştır. Buna göre en yüksek sıcaklık farkları rüzgarın modele C yönünde esmesi, en düşük sıcaklık farkları ise B yönünde esmesi durumunda olmuştur.

Şekillerin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, 4 farklı mahya tipinde model içi sıcaklığı ile dış sıcaklık arasındaki fark, rüzgar hızı ve yönü tarafından etkilenmektedir. I nolu açıklık tipinde en yüksek sıcaklık farkı, rüzgarın modele C yönünden esmesi durumunda, en düşük sıcaklık farkı ise B yönünde esmesi ile olmuştur. Rüzgarın A ve D

yönlerinden esmesi durumunda, 1 m/s'den daha düşük hızlarda A yönünde esmesi ile sıcaklık farkları daha yüksek olmuştur. II nolu tipte rüzgarın 2 m/s hıza yükselmesine kadar, en yüksek sıcaklık farkları rüzgarın modele C yönünde esmesi durumunda, rüzgar hızının 2 m/s'den daha fazla esmesinde ise en yüksek sıcaklık farkları rüzgarın D yönünde estiği zaman olmuştur. Rüzgar hızının 1 m/s'den daha az olduğu zamanlarda, rüzgarın C yönünde esmesi durumuna oranla A yönünde esmesi ile sıcaklık farkları daha yüksek olarak saptanmıştır. Bu tipte düşük sıcaklık farkları B konumunda elde edilmiştir. III nolu tipte en yüksek sıcaklık farkları rüzgarın modele C ve D yönlerinden esmesi durumunda gözlenirken, en düşük sıcaklık farkı A yönünde esmesi ile olmuştur. IV nolu mahya tipinde en yüksek sıcaklık farkları, rüzgarın modele C yönünde esmesi durumunda en düşük sıcaklık farkı ise rüzgar hızının 1 m/s hızla A yönünde estiğinde, 1 m/s'den daha yüksek hızlarda B yönünde estiği zaman saptanmıştır.

Rüzgar hızı ve yönünün farklı tipteki mahya açıklığına sahip modelde, model içi ve dışı arasındaki sıcaklık farkları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla regresyon denklemleri ve bu denklemlere ilişkin korelasyon katsayıları hesaplanarak Tablo 3'de verilmiştir. Bu tabloda ayrıca, regresyon ve korelasyon katsayıları için hesaplanan t değerleri de saptanmıştır.

Hesaplanan regresyon denklemlerinde sıcaklık farkı (Y), dış rüzgar hızının (x) üslü bir fonksiyonu ($Y = ax^b$) olduğu düşünülmüştür.

Tablo 3'de verilen regresyon denklemleri yardımıyla farklı rüzgar hızı ve yönlerinde modelde ve prototipte oluşacak sıcaklık farkları (iç ve dış sıcaklık farkı) belirli bir güven sınırında belirlenebilir. Bu şekilde hayvan barınağının iç sıcaklık durumu ve gravite etkisi ile yapılan havalandırmanın etkinliği tahmin edilebilir. Tabloda görüldüğü gibi regresyon denklemlerine ilişkin korelasyon katsayıları 0,81-0,97 arasında değişmektedir. Bu durum rüzgar hızı ve yönü ile sıcaklık farkları arasında önemli derecede eğrisel ilişkilerin olduğunu göstermektedir.

Modelde Yapılan Doğal Havalandırma Miktarı, Model İçi Hava Akım Hızları ve Hava Dağılımı

Hayvan sağlık ve verimi yönünden gerekli olan barınak içi optimum çevre koşulları yeterli bir havalandırma ile olasıdır. Yeterli bir havalandırma ise ancak uygun bir şekilde projelenmiş havalandırma sistemiyle sağlanabilir. Havalandırma sistemlerinin uygun bir şekilde ve sürekli çalışması, bu sistemi oluşturan elemanların iyi bir şekilde planlanmasına, yapımının ve bakımının yeterli olmasına bağlıdır. Bu nedenle modelde ve buna bağlı olarak prototipte uygulanmakta olan havalandırma sistemlerinin, modelde ve prototipte

Tablo 3. Rüzgar hızı ve yönü ile sıcaklık farkları arasındaki ilişkiler

Table 3. Relationships between temperature difference (Δt) and wind speed (V_r)

Rüzgarın Esiş Yönü Wind direction	Mahya Tipi Ridge vent type	Regresyon Denklemi Equation	Korelasyon Katsayısı(2) Coefficient of corelation
A	I	$\Delta t = 11,56V_r - 0,84$ $t = 9,56$	$0,94_{xxx}$ $t = 9,14$
	II	$\Delta t = 9,69 V_r - 1,1$ $t = 7,43$	$0,91_{xxx}$ $t = 7,28$
	III	$\Delta t = 17,45 V_r - 0,47$ $t = 5,87$	$0,87_{xxx}$ $t = 5,85$
	IV	$\Delta t = 13,08 V_r - 0,82$ $t = 6,89$	$0,90_{xxx}$ $t = 6,85$
	I	$\Delta t = 9,36 V_r - 0,94$ $t = 8,16$	$0,93_{xxx}$ $t = 8,39$
	II	$\Delta t = 7,65 V_r - 1,13$ $t = 8,65$	$0,93_{xxx}$ $t = 8,39$
	III	$\Delta t = 16,36 V_r - 0,44$ $t = 7,29$	$0,91_{xxx}$ $t = 7,28$
	IV	$\Delta t = 7,69 V_r - 1,43$ $t = 4,55$	$0,81_{xxx}$ $t = 4,58$
B	I	$\Delta t = 12,27 V_r - 0,75$ $t = 12,30$	$t = 0,97_{xxx}$ $t = 13,23$
	II	$\Delta t = 11,31 V_r - 0,77$ $t = 5,84$	$0,87_{xxx}$ $t = 5,85$
	III	$\Delta t = 17,57 V_r - 0,41$ $t = 5,75$	$0,87_{xxx}$ $t = 5,85$
	IV	$\Delta t = 9,53 V_r - 0,69$ $t = 6,31$	$0,89_{xxx}$ $t = 6,47$
	I	$\Delta t = 16,67 V_r - 0,52$ $t = 5,57$	$0,86_{xxx}$ $t = 5,59$
	II	$\Delta t = 13,09 V_r - 0,99$ $t = 6,01$	$0,88_{xxx}$ $t = 6,14$
	III	$\Delta t = 20,12 V_r - 0,46$ $t = 5,59$	$0,86_{xxx}$ $t = 5,59$
	IV	$\Delta t = 20,09 V_r - 0,57$ $t = 4,67$	$0,82_{xxx}$ $t = 4,75$

(1) Regresyon denklemlerinde yer alan Δt , iç ve dış sıcaklık farkını, V_r , rüzgar hızını göstermektedir.

(2) xxx P = 0,001 olasılık düzeyinde önemlidir.

uygun çevre koşullarını sağlaması yönünden yeterliliği incelenmiştir. Bu amaçla, mahya hava çıkış açıklığında ölçülen hava akım hızları esas alınarak değişik rüzgar hızlarındaki havalandırma miktarları her bir tip için formül 3 yardımıyla ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Hesaplanan değerlerin incelenmesinden, modelde mahya hava çıkış açıklığından çıkan hava miktarının mahya tipleri ve rüzgar yönlerine göre değişmektedir. Rüzgarın modele B yönünde farklı hızlarda esmesi sonucu, yapılan havalandırma miktarı II nolu tipte en fazla (56-416 m³/h BHB) olurken, rüzgarın modele C yönünde esmesinde ise en az havalandırma (4-88 m³/h BHB) III nolu tipte saptanmıştır. Buna göre rüzgar yönünün modelde yapılan havalandırma miktarını önemli ölçüde etkilediği söylenebilir. Nitekim Hellickson ve ark. (1973); Kammel ve ark. (1982), tarafından kapalı et ve süt sığırı barınaklarında yapılan araştırmalarda, barınakta yapılan havalandırma miktarının rüzgar yönü tarafından etkilendiği bulunmuştur.

Modelde bir büyük baş hayvan birimi için hesaplanan havalandırma miktarının prototipteki muhtemel ortalama değerleri rüzgarın modele A, B, C ve D yönlerinden esmesi durumunda mahya tiplerine göre sırasıyla 76-180 m³/h BHB; 116-200 m³/h BHB; 48-84 m³/h BHB ve 64-140 m³/h BHB arasında değişmektedir. Ayrıca yöntemde verilen formüller kullanılarak modelde yapılan havalandırma miktarı da saptanmıştır. Bu şekilde teorik olarak prototipte oluşabilecek muhtemel havalandırmanın en yüksek, en düşük ve ortalama değerleri sırasıyla 251,8 m³/h BHB, 28,6 m³/h BHB ve 136,9 m³/h BHB'dür.

Anonymous (1965)'e göre sığırlar için geçiş mevsimleri olarak bilinen ilkbahar ve sonbaharda 114 m³/h BHB'lük havalandırma miktarı yeterli olmaktadır. Philips (1981) ve Anonymous (1983), ise sığırlar için geçiş mevsimlerinde 170 m³/h BHB'lük bir havalandırma miktarını önermektedir.

Modelde ve protipte bir büyük baş hayvan birimi için hesaplanan verilere göre rüzgarın, modele A yönünde esmesi halinde I ve II nolu tiplerde havalandırma yeterli, B yönünde esmesi durumunda I, III ve IV nolu tiplerdeki havalandırma yeterli, II nolu tipteki ise fazladır. Rüzgarın C yönünde esmesi durumunda tüm tiplerde havalandırma yetersiz olmaktadır. Rüzgarın modele D yönünde esmesi durumunda ise, I, II ve IV nolu tiplerde olan havalandırmanın yeterli olduğu söylenebilir.

Genellikle rüzgar hızının 0,0-1,5 m/s arasında estiği zamanlarda yapılan havalandırma tüm yönlerde ve mahya tiplerinde yetersiz kalmaktadır. Bunun rüzgar kuvveti ile olan havalandırmanın yetersizliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Hayvan barınaklarının doğal yolla havalandırılmasında havalandırma miktarı, rüzgar kuvveti ve gravite etkisi ile olan havalandırma miktarlarının toplamı gibi düşünülür ise de gerçekte olan havalandırma bu iki kuvvetin ayrı ayrı etkisinin toplamından farklıdır. Brockett ve Albright (1987)'e göre

rüzgar hızının yüksek olduğu zamanlarda gravite etkisiyle olan havalandırma oldukça azdır. Rüzgar hızının düşük olduğu zamanlarda ise gravite etkisi ile olan havalandırma miktarı en yüksek değere ulaşır. bu konuda Sayce (1966), doğal havalandırmada rüzgar hızı 0,90-1,34 m/s oluncaya kadar gravite etkisi, rüzgar hızının bu değerlerin üzerinde olduğu hallerde ise rüzgar etkisinin önemli rol oynadığı bildirilmektedir. Ogilvie ve Boyd (1985), ise rüzgar hızının 2 m/s'nin üzerinde olduğu zamanlarda havalandırma yönünden rüzgar etkisi gravite etkisine göre daha etkin rol oynadığını vurgulamaktadır.

Rüzgar hızının 1,5 m/s'nin üzerinde modele A yönünde esmesi durumunda, I ve II nolu tiplerde havalandırma yeterli olmaktadır. Aynı şekilde rüzgarın modele B yönünde esme durumuna göre, modelde yapılan havalandırma bütün tipler için yeterli olmaktadır. Rüzgarın C yönünde esmesi durumunda ise hiçbir mahya tipinde yeterli havalandırma sağlanamamaktadır. Rüzgarın D yönde esmesinde ise I, II ve IV nolu tiplerde yeterli miktarda havalandırma yapılabilmektedir.

Havalandırmanın yetersiz olduğu tiplerde mahya hava çıkış açıklığı genişliğinin artırılması, fazla olduğu tiplerde ise azaltılması önerilir.

Araştırmanın yapıldığı dönemde her bir mahya açıklık tipinde, farklı rüzgar hızlarındaki model içi hava akım hızları ölçülmüştür. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu en yüksek hava akım hızları (0,5-1,85 m/s), rüzgarın modele B yönünde esmesi, en düşük hava akım hızları (0,0-0,7 m/s) ise C yönünde esmesi durumunda ölçülmüştür. Rüzgarın modele A ve D yönlerinde esmesi hallerinde hava akım hızları birbirine yakın değerler almıştır. Rüzgarın B yönünde esmesi ile model içi hava akım hızlarının yüksek oluşu, daha çok rüzgar etkisi ve yapının rüzgara karşı konumlandırılmasından kaynaklanmaktadır.

Rist (1960), hayvan sağlık ve veriminin olumsuz yönde etkilenmemesi için ahır içi hava akım hızının 0,2-0,3 m/s olması gerektiğini belirtmektedir. Eichhorn (1974), ise kapalı süt sığırları barınaklarında hava akım hızının kışın 0,2 m/s, yazın ise 0,3 m/s olmasını önermektedir. Anonymous (1981)'e göre kapalı barınaklarda hayvanlar düzeyinde en yüksek hava akım hızının 0,25 m/s'yi geçmemesi gerekir. Maltry (1971), süt sığırları barınaklarında hava akım hızının 0,3-1,0 m/s arasında bulunmasının uygun olacağını belirtmektedir.

Model içi hava akım hızlarının, rüzgarın modele B yönünde esmesi durumunda literatürce önerilen değerlerden yüksek, C yönünde esmesi halinde az, A ve D yönlerinde esmesinde ise yeterli olduğu söylenebilir. Hayvan barınaklarında hava akım hızının fazla olması, yazın fazla sıcak havanın hayvanlar üzerindeki zararlı etkisini azaltır. Fakat kışın fazla hava akım hızı, soğuk havanın hayvanlar üzerindeki zararlı etkisini önemli ölçüde

arttır (Uluata, 1976).

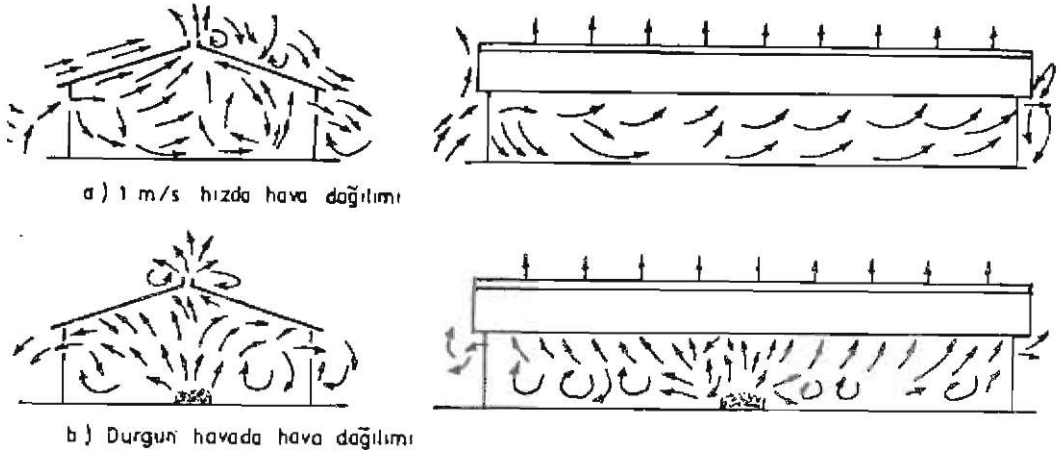
Yapının rüzgara karşı B konumunda yerleştirilmesi halinde model içi hava akım hızını azaltıcı önlemlerin alınması gereklidir. Bu amaç için havalandırma kapaklarının yapı içi tarafına yönlendirici plakaların yerleştirilmesi önerilir. Yapının C konumunda tutulması ise çok düşük hava akım hızlarına neden olduğundan, hayvanların ılık ve sıcak mevsimlerde serinlenmesi güçleşebilir.

Havalandırma sisteminin etkinliğini belirlemek amacıyla model içi hava hareketi ve hava dağılımının durumu ile hava akış yönleri de gözetlenmeye çalışılmıştır. Mahya tiplerinin hepsinde hava dağılımı ve hava akış yönleri, rüzgarın esiş yönüne bağlı olarak çok küçük farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle rüzgarın modele B yönünde esmesi durumunda en yüksek mahya hava akım hızı sağlayan II nolu tipteki hava dağılımının durumunun gösterilmesiyle yetinilmiştir. Ayrıca aynı tipte durgun havaya göre olan hava dağılımı da incelenmiştir (Şekil 5 a,b). Bu düzenlemede rüzgar hızının yüksek olması durumunda hayvanlar düzeyinde olumsuz hava cereyanlarının olma tehlikesi mevcuttur. Bu nedenle daha önce önerildiği şekilde hava yönlendirici plakaların kullanılması gerekir.

Şekil 5 a ve b'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, hava giriş açıklıklarından giren hava, yatay ve dikey hareketlerle içerinin kirlenmiş havasını mahya hava çıkış açıklığına ve rüzgarın esiş yönüne ters yöndeki hava giriş açıklıklarına doğru iterek, yapıyı terk etmesini sağlamaktadır. Genellikle modelin orta kısmında ve köşelerde durgun hava gözlenmiştir. Rüzgar hızının sıfır olduğu durgun havadaki, model içi hava dağılımında (Şekil 5 b) ise model içinin ısınmış havasının büyük bir kısmı (yaklaşık % 80'i) mahya hava çıkış açıklığından, diğer kısmı (yaklaşık % 20'si) yan duvarlardaki hava giriş deliklerinden gravite etkisiyle yapıyı terketmektedir.

Rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava çıkış açıklıkları tiplerinin barınak havalandırılmasına olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan model denemelerinden elde edilen verilere göre sonuçlar kısaca özetlenirse;

- Mahya açıklığının şekli, mahya hava çıkış hızını önemli ölçüde etkilemektedir.
- Rüzgar yönlerine göre en yüksek mahya hava akım hızı II nolu tipte, en az hava akım hızı ise III nolu mahya tipinde saptanmıştır.
- Rüzgarın yönü ve yapının oriyantasyonu mahya hava çıkış hızını etkilemektedir.
- Rüzgarın modele B yönünde esmesi halinde en yüksek mahya hava akım hızları ve en düşük sıcaklık farkları yaratılırken, en düşük mahya hava akım hızları ve en yüksek sıcaklık farkları rüzgarın modele C yönünde esmesi durumunda olmuştur.
- Rüzgar hızı ve yönü ile mahya hava akım hızları arasında önemli derecede doğrusal ilişkiler bulunmuştur.



Şekil 5. Modeldeki Hava dağılımı

Figure 5. Airflow pattern in the model

- III nolu açıklık tipi en yüksek sıcaklık farkı yaratmasına rağmen, mahya hava akım hızının düşük olması bu tipi diğer tiplere oranla dezavantajlı kılmıştır.

- Modelde ve buna bağlı olarak prototipte yeterli ve düzenle havalandırma sağlanması ile yapı içinde uygun çevre koşullarının yaratılması bakımından II nolu tipin, diğer tiplere oranla daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak bu tipte, rüzgarın B yönde esmesi durumunda özellikle hayvanlar düzeyinde hava akım hızı literatürde verilen hava akım hızlarından fazla olmaktadır. Bu nedenle hava akım hızının, yapı içinde barındırılan hayvanların rahatını bozmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Öte yandan bu tipin yağışlı bölgelerde kullanılması halinde yağışın yapı içine girmesini önleyici bir düzeneğin oluşturulması önerilir.

- I nolu açıklık tipi, yeterli miktarda havalandırma sağlamakta ise de kar ve yağışın rüzgarlı havalandırma yapı içine girme tehlikesi daha fazladır. Bu tip yağışı az olan yörelerde kullanılabilir.

- III nolu açıklık tipi yağışlı ve rüzgarlı yörelerde, yapının hakim rüzgara karşı B konumunda düzenlenmesi koşuluyla kullanılabilme olanağı mevcuttur. IV nolu açıklık tipi, rüzgarın çoğunlukla hakim bir yönden esmesi durumunda yeterli havalandırma sağlayabilmektedir.

- Modelde ve buna bağlı olarak prototipteki havalandırma miktarı, rüzgar yönlerine göre farklı değerler almaktadır. Yapının rüzgarın esiş yönüne göre uzun eksenine dik (A

konumu) uzun ekseni ile 30° açı yapacak şekilde (B konumu) ve uzun ekseni ile 45° açı yapacak (D konumu) şekilde düzenlenmesi hayvan sağlık ve verimi için yeterli bir havalandırma sağlayabilmektedir. Olanaklar ölçüsünde yapının rüzgara karşı C konumunda düzenlenmesinden kaçınılmalıdır. Rüzgarın esiş yönleri gözönünde bulundurulduğunda en uygun düzenleme şekli B konumudur.

KAYNAKLAR

- Addison, J.N., 1972. Condensation in Farm Building, Agriculture, 79 (4); 173-174.
- Alkan, Z., 1972. Zirai İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 19, Erzurum.
- Anonymous, 1965. Klima im Geschlossenen Stall, Lüftung, Blatt 2, Berlin 30.
- Anonymous, 1981. Desing of Buildings and Structures for Agriculture (Livestock Buildings) BS-5502, Section 2.2, British Standards Institution, London.
- Anonymous, 1983. Structures and Environment Handbook, Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames. Iowa.
- Anonymous, 1985. Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 1971 Tullie Circle, N.E. Atlanta, GA 30329.
- Aynsley, R.M., W. Melbourne, B.J. Vickery, 1977. Architectural Aerodynamics. Applied Science Publishers LTD. London.
- Bender, E.B., L. Douglass, A. Kramer, 1982. Statistical Methods For Food and Agriculture, The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Blount, W.P., 1968. Intensive Livestock Farming, William Heinemann Medical Books Limited, London.
- Bodman, G.R., 1983. Non-Mechanical Ventilation Designing For Function. Proceedings of the Second National Dairy Housing Conference, ASAE; 122-129, St. Joseph, Michigan.
- Bottcher, R.W., 1985. Physical and Numerical Modelling of Wind Ventilation of Poultry Buildings, Unpublished PhD Thesis, Nort Carolina State University, Raleigh.
- Brevik, T.J., 1971. Avoid Condensation in Free Stall Barns, Hords Dairyman, 116(10); 1066.
- Brockett, B.L., L.D. Albright, 1987. Natural Ventilation in Single Buildings, J. Agric. Engng. Res. 37; 141-154.
- Bruce, J.M., 1975. The Open Ridge as a Ventilator in Livestock Buildings, Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 2604(57-8); 1-7.

- Bruce, J.M.,1978. Natural Convection Through Openings and its Application to Cattle Building Ventilation, *J.Agric. Engng. Res.* 23;151-167.
- Bruce, J.M.,1982. Ventilation of a Model Livestock Building by Thermal Buoyancy, *ASAE, Transactions*, 25(6); 1724-1726.
- Choiniere, Y., F.Blais, J.A. Munroe, 1986. Air Flow Patterns in Naturally Ventilated Buildings Using A Wind Tunnel, Paper No.86-122, Canadian Society of Agricultural Engineering, Ottawa.
- Down, M.J.,M.P.Foster, T.A.Mcmahon, G.J.Redding, 1985. The Desing of Livestock Buildings for Natural Ventilation: The Theoretical Basis and a Rational Desing Method, *Agricultural Engineerig Report No. 73/85*, Department of Civil and Agricultural Engineering. University of Melbourne, Australia.
- Düzgüneş, O.,1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Dybwad, I.R., M.A.Hellickson, C.E.Jonhson, D.L.Moe, 1974. Ridge Vent Effects on Model Building Ventilation Characteristics, *ASAE, Transactions*, 17(2); 366-370.
- Egan, R.K., 1975. Ridge Vent and Wind Direction Effects on Airflow Characteristics in a Model Open Front Beef Building, Unpublished Master Thesis, South Dakota State University, Brookings.
- Egan, R.K., M.A.Hellickson, 1975. Ridge Vent and Wind Direction Effects on Ventilation Characteristics of a Model Open-Front Livestock Building, *ASAE, Paper No.75-4523*.
- Eichhorn, N., 1974. Tierhaltungslehre, S.118-183, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- Ekmeçyapar, T., 1988. Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Erzurum.
- Esmay, M.L., 1978. Principles of Animal Environment (Third Printing), The AVI Publishing Company, Inc., West port, Connecticut.
- Foster, M.P., M.J.Down, 1987. Ventilation of Livestock Buildings by Natural Convection, *J.Agric. Engng. Res.* 37;1-13
- Froehlich, D.P., M.A.Hellickson, H.G.Young, 1975. Ridge Vent Effects on Model Ventilation Characteristics, *ASAE, Transactions*, 18(4) 690-693.
- Hellickson, M.A., C.N.Hinkle, D.G.Jedele, 1983. Natural Ventilation. In *Ventilation of Agricultural Structures*, M.A.Hellickson and J.N.Walker (Editors), American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan; 81-98.
- Hellickson, M.A., H.G.Young, W.B. Witmer, 1973. Baffled Ceiling Ventilation Inlet, *ASAE Transactions*, 16(4); 758-760.

- Jedele, D.G., 1979. Cold Weather Natural Ventilation of Buildings for Swine Finishing and Gestation, ASAE, Transactions, 22;598-601.
- Kammel, D.W., C.D.Cramer, J.C.Converse, G.P.Barrington, 1982. Thermal Environment of Insulated, Naturally Ventilated Dairy Barns, Second International Livestock Environment Symposium, April 20-23; 63-71.
- Koenig, A.J., M.A.Hellickson W.L.Roepke, 1979. Building Geometry and Wind Effects on Model Open Front Beef Building Ventilation, ASAE, Transactions, 21 (6); 1199-1208.
- Kreichelt, T.E., G.R.Kern, F.B.Higgins, 1976. Natural Ventilation in Hot Process Buildings in the Steel Industry, Iron and Steel Engineers, 12;39-46.
- Langhaar, H.L., 1983. *Dimensional Analysis and Theory of Models*, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- Maltry, W., 1971. Massnahmen zur Konstanthaltung des Klimas Viehställen, Deutsche Agrartechnik, 21 (10); 480-482.
- Marshall, R.D., 1975. A Study of Wind Pressures on a Single- Family Dwelling in Model and Full Scale, Journal of Industrial Aerodynamics, 1;177-179.
- Mitchell, C.D., 1972. Open Ridges for Natural Ventilation, Farm Buildings Progress, 29(7); 11-14.
- Munroe, J.A., Y.Choiniere, 1986. Natural Ventilation in Modarete Climates, CSAE Raper No. 86-114, Canadian Society of Agricultural Engineering, Ottawa.
- Murpy, G., 1950. *Similitude in Engineering*, The Ronald Press Company, New York.
- Mutaf, S., 1975. *Hayvan Barınaklarında Havalandırma Sistemleri*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No, 258, İzmir.
- Ogilvie, J.R., K.G. Boyd, 1985. Tracer Gas Analysis of Ventilation Due to Wind in Models of a MOF Swine Finishing Barn, CSAE Paper No. 85-412, Canadian Society of Agricultural Engineers, Ottawa.
- Owen, J.E., 1984. Ventilation Systems for Intensive Livetock, Farm Buildings and Engineering, 1(4); 13-17.
- Pattie, D.R., W.R.Milne, 1966. Ventilation Airflow Patterns by Use of Models, ASAE, Transactions, 9 (5); 646-649.
- Philips, R.E., 1981. *Farm Buildings*, Doane-Western, Inc. St. Louis, Missouri.
- Rist, M., 1960. Stallüftung durch Ventilatoren, Sonderdruck aus Bauen auf dem Lande, Heft 11; 146-153.
- Sainsbury, D., P. Sainsbury, 1979. *Livestock Health and Housing*, Butter and Tanner. Ltd. Frome. London.

- Sayce, R.B., 1966. Farm Building, The Estates Gazette Limited, London.
- Shulz, A.H., 1960. Basic Requirements for Beef Cattle Housing Feeding and Handling, Agr.Eng. 41(9); 615-617.
- Simango, D.G., 1987. Simulation of Natural Ventilation for Livestock Structures, Unpublished PhD Thesis, University of Aberdeen.
- Smith, M.R., T.E.Hazen, 1968. Similitude Study of Ventilation Inlet Configuration, ASAE Transactions, 11(2), 218-225, 235.
- Tavmen, A., 1976. K meslerde Uygulanan Havlandırma Sistemleri, Batı Anadolu I. Tavuk luk Semineri, Milli Prod ktivite Yayınları No. 203; 157-171.
- Timmons, M.B., C.R. Baughman, 1981. Similitude Analysis of Ventilation by the Stack Effect from an Open Ridge Livestock Structure, ASAE, Transactions, 24(4); 1031-1034.
- Turnbull, J.E., J.A.Coates, 1971. Temperatures and Air Flow Patterns in a Controlled-Environment, Cage Poultry Building, ASAE, Transactions, 14 (1); 109-113.
- Uluata, A.R., 1976. Izgara Tabanlı A ık Et Sığırtı Ahırında Barınak İ i  evre Koşulları  zerinde Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü (Basılmamış Doçentlik  alışması), Erzurum.
- Weller, S.A., D.R. Heldman, M.L.Esmay, 1970. Air-Flow Characteristics of a Scale Model Chamber, ASAE, Transactions, 13(3); 307-308.
- Vennard, J.K., 1963. Elementary Fluid Mechanics, John Wiley and Sons, Inc. New York, London.
- Yaġanoġlu, A.V., 1988. Kapalı Hayvan Barınaklarında Deġiřik Tip Hava  ıkış Açıklıklarının Havlandırmaya Olan Etkisinin Modelde İncelenmesi  zerine Bir Araştırma, Teknik Tavuk luk Dergisi, 61; 3-16.
- Young, D.F., 1968. Simulation and Modeling Techniques, ASAE, Transactions, 4(11); 590-594.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları, Tarım Orman ve Köyiřleri Bakanlıġı, Köy Hizmetleri Genel M d rl ġ  Yayınları, Genel Yayın No. 121, Teknik Yayın No 56, Ankara.