



**ERZURUM İLİ KIŞ KOŞULLARINDA
BUZAĞI AHIRINDA ZEMİN ALTI BORULU
DOĞAL HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN
ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ünal ŞİRİN

**Doktora Tezi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU**

2017

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ERZURUM İLİ KIŞ KOŞULLARINDA BUZAĞI AHIRINDA
ZEMİN ALTI BORULU DOĞAL HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN
ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Ünal ŞİRİN

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**ERZURUM İLİ KIŞ KOŞULLARINDA BUZAĞI AHIRINDA ZEMİN ALTI BORULU
DOĞAL HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU danışmanlığında, Ünal ŞİRİN tarafından hazırlanan bu çalışma, 25/05/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Tarımsal Yapılar ve Sulama Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU

Üye : Prof. Dr. A. Vahap YAĞANOĞLU

Üye : Prof. Dr. Mazhar KARA

Üye : Prof. Dr. Sedat KARAMAN

Üye : Doç. Dr. Selda UZAL SEYFİ

İmza :

İmza :

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 08.06/2017 tarih ve 23...../...27..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma KALKINMA BAKANLIĞI projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: Yök id: 2216379

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

ERZURUM İLİ KIŞ KOŞULLARINDA BUZAĞI AHIRINDA ZEMİN ALTI BORULU DOĞAL HAVALANDIRMA SİSTEMİNİN ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ünal ŞİRİN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU

Bu araştırmanın amacı; hayvanların sürekli barınak içerisinde kaldığı Erzurum iklim koşullarında kış mevsiminde buzağı ahırında alternatif bir havalandırma sistemi olan zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin etkinliğini araştırmaktır. Araştırmanın amacını gerçekleştirmek için 150 m² taban alanına sahip 48 başlık buzağı ahırından yararlanılmıştır. Ahırda zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencerelerle yapılan doğal havalandırma sistemi uygulanmış, ahır içerisinde sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı, barınak içi kirletici unsurlardan amonyak (NH₃), hidrojen sülfür (H₂S), sülfür dioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) gazları ile dış havaya ilişkin sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı değerleri Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları boyunca sürekli ölçülmüştür. Uygulanan her iki havalandırma sisteminde ölçülen parametreler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda; Erzurum ili iklim koşullarında buzağı ahırında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin, pencerelerle yapılan doğal havalandırma sistemine göre barınak içi sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı ve barınak içi kirletici unsurlara ilişkin parametreleri istatistiksel olarak daha olumlu bir şekilde etkilediği görülmüştür. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde barınağın uzun duvarlarından birinin dış yüzeyinden alınıp barınak tabanını enlemesine katederek diğer uzun duvarın iç yüzeyinden barınak içerisine girmesi sonucu dış hava, pencerelerle barınak içine alınan dış havaya göre daha ılık duruma gelmektedir. Bu durum; barınak içinde havanın daha homojen dağılmasına, sıcaklık, bağıl nem ve hava akım hızının daha uygun sınırlarda olmasına katkıda bulunabilmektedir.

2017, 174 sayfa

Anahtar Kelimeler: Buzağı ahır, doğal havalandırma, zemin altı borulu doğal havalandırma, sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı, kirletici gazlar.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A RESEARCH ON EFFICIENCY OF THE NATURAL VENTILATION SYSTEM WITH UNDERGROUND PIPE IN THE CALF STABLE UNDER THE WINTER CONDITIONS OF ERZURUM

Ünal ŞİRİN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Buildings and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU

The purpose of this study is to investigate the effectiveness of the natural ventilation system with underground pipe in a calf stable at the winter season under the Erzurum conditions. In order to realize the purpose of the study, a 48 head calf stable with a floor area of 150 m² was used. The underground pipe natural ventilation system and the natural ventilation system with windows were applied to the barn. The temperature, relative humidity, air flow rate in the stall, internal pollutants such as ammonia (NH₃), hydrogensulfide (H₂S), sulfurdioxide (SO₂), carbonmonoxide (CO), carbondioxide (CO₂), methane (CH₄) gases, and the temperature, relative humidity, air flow rate of outside air were continuously measured throughout the months of December, January, February, and March. Measured parameters in both ventilation systems were statistically compared.

As a result of the study, the parameters of temperature, relative humidity, air flow rate, and the internal pollutants in the stall under the winter conditions of Erzurum were statistically affected in a positive way by the natural ventilation system with underground pipe more than the natural ventilation system with windows. In the underground piped natural ventilation system the outside air taken from the outer surface of one of the longer walls of the barrel crossed transversely through the shelter basement, entered the shelter from the inner surface of the other longer wall and then became warmer than the outside air entering through windows. This situation caused the inside air to be distributed more homogeneous and the temperature, relative humidity and air flow rate of the inside air to be within more appropriate limits.

2017, 174 pages

Keywords: Calf stable, natural ventilation, underground piped natural ventilation, temperature, relative humidity, air flow rate, polluting gases

TEŞEKKÜR

Araştırmanın bütün aşamalarında yol haritasını çizen, yardımlarıyla her zaman destek olan, değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU'na, çalışmalarımın tamamlanmasında büyük ilgi ve destekleriyle yardımcı olan Sayın Prof. Dr. A. Vahap YAĞANOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Mazhar KARA'ya teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında, havalandırma sistemlerinin düzenlenmesinde, ölçümlerin alınmasında yardımcı olan buzağların yetiştirilmesinden sorumlu Ziraat İşletme Müdürlüğü personellerine, Veteriner Hekim Sayın Akif AYDIN'a, verilerin istatistik değerlendirmesinde yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Adem KAYA ve Araş. Gör. A. Mutlu YAĞANOĞLU'na, çalışmalarımda gösterdikleri destek ve sabırları için Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Akademik ve İdari Personeline teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarımda göstermiş oldukları her türlü desteklerinden dolayı aileme saygılarımı sunarım.

Ünal ŞİRİN

Mayıs, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Hayvan Barınaklarında Barınak İçi Çevre Koşulları	5
2.1.1. Sıcaklık	6
2.1.2. Bağıl nem	9
2.1.3. Havanın kimyasal bileşimindeki kirletici unsurlar.....	12
2.1.4. Doğal ve yapay aydınlatma	21
2.1.5. Havalandırma	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	37
3.1. Materyal.....	37
3.2. Yöntem	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	57
4.1. Dış Hava Koşullarına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Analizleri	58
4.2.1. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2014 yılı Aralık ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması	60
4.2.2. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Ocak ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması	71
4.2.3. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Şubat ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması	81

4.2.4. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Mart ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması	91
4.2.5. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2014 yılı Aralık ve 2015 yılı Ocak, Şubat, Mart aylarına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması	102
4.3. Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminde Barınak İçi ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağıl Nem ve Hava Akım Hızı Değerlerinin Karşılaştırılması	115
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR	130
EKLER.....	140
EK 1.....	140
EK 2.....	144
EK 3.....	147
EK 4.....	151
EK 5.....	156
EK 6.....	160
ÖZGEÇMİŞ	175

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çevre sıcaklığının hayvanların ısı üretimi ve vücut sıcaklığıyla ilişkisi	7
Şekil 3.1. Ahır tabanında buzağı bölmelerinin düzenlenmesi	41
Şekil 3.2. Ahır temelinin kesiti	41
Şekil 3.3. Ahır tabanında idrar kanallarının düzenlenmesi.....	42
Şekil 3.4. Zemin altı borulu doğal havalandırma boruları döşeme planı.....	43
Şekil 3.5. Ahırın enine kesiti	45
Şekil 3.6. Ayarlanabilir vasistaslı pencere detayı	46
Şekil 3.7. Barınak içerisinde bazı parametrelerin ölçüm noktaları.....	54
Şekil 3.8. Barınak içerisinde mahyada ölçüm yapılan baca çıkış noktaları.....	54
Şekil 4.1. Aralık ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri.....	61
Şekil 4.2. Aralık ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri	62
Şekil 4.3. Aralık ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri	63
Şekil 4.4. Aralık ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri.....	65
Şekil 4.5. Aralık ayı ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri.....	66
Şekil 4.6. Aralık ayı ahır içi ortalama sülfür dioksit gazı değişimleri	67
Şekil 4.7. Aralık ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri	68
Şekil 4.8. Aralık ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri	69
Şekil 4.9. Aralık ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri.....	70
Şekil 4.10. Ocak ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri	71
Şekil 4.11. Ocak ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri.....	72
Şekil 4.12. Ocak ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri	74
Şekil 4.13. Ocak ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri	75
Şekil 4.14. Ocak ayı ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri	76
Şekil 4.15. Ocak ayı ahır içi ortalama sülfür dioksit gazı değişimleri.....	77
Şekil 4.16. Ocak ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri	78
Şekil 4.17. Ocak ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri	79
Şekil 4.18. Ocak ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri	80
Şekil 4.19. Şubat ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri.....	82
Şekil 4.20. Şubat ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri	83

Şekil 4.21.	Şubat ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri	84
Şekil 4.22.	Şubat ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri.....	85
Şekil 4.23.	Şubat ayı ahır içi ortalama hidrojen Sülfür gazı değişimleri.....	86
Şekil 4.24.	Şubat ayı ahır içi ortalama Sülfür dioksit gazı değişimleri	87
Şekil 4.25.	Şubat ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri	88
Şekil 4.26.	Şubat ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri	89
Şekil 4.27.	Şubat ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri.....	90
Şekil 4.28.	Mart ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri	92
Şekil 4.29.	Mart ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri.....	93
Şekil 4.30.	Mart ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri.....	94
Şekil 4.31.	Mart ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri	96
Şekil 4.32.	Mart ayı ahır içi ortalama hidrojen Sülfür gazı değişimleri	97
Şekil 4.33.	Mart ayı ahır içi ortalama Sülfür dioksit gazı değişimleri.....	98
Şekil 4.34.	Mart ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri.....	99
Şekil 4.35.	Mart ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri.....	100
Şekil 4.36.	Mart ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri	101
Şekil 4.37.	Araştırma süresince ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri.....	103
Şekil 4.38.	Araştırma süresince ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri	104
Şekil 4.39.	Araştırma süresince ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri.....	106
Şekil 4.40.	Araştırma süresince ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri.....	107
Şekil 4.41.	Araştırma süresince ahır içi ortalama hidrojen Sülfür gazı değişimleri.....	108
Şekil 4.42.	Araştırma süresince ahır içi ortalama Sülfür dioksit gazı değişimleri	110
Şekil 4.43.	Araştırma süresince ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri....	111
Şekil 4.44.	Araştırma süresince ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri.....	112
Şekil 4.45.	Araştırma süresince ahır içi ortalama metan gazı değişimleri.....	114

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Çiftlik hayvanlarında vücut sıcaklığı değerleri.....	8
Çizelge 2.2. Buzağı ahırlarında kış, geçiş ve yaz mevsimleri için ortalama barınak içi hava akım hızları ve hayvan başına yapılacak havalandırma miktarları.....	30
Çizelge 2.3. Bazı il merkezlerine göre kış aylarındaki toplam saatlerin %97.5’inde görülen en düşük sıcaklıklar.....	35
Çizelge 3.1. Erzurum ili iklim verileri	38
Çizelge 3.2. Erzurum ili büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı.....	38
Çizelge 3.3. Buzağuların barındırılma biçimi ve gereksinim duyduğu alanlar	40
Çizelge 3.4. Çeşitli yapı elemanlarının yüzey iletkenlik değerleri	50

1. GİRİŞ

Hayvan barınakları, insan yaşamında gerekli hayvansal ihtiyaçların karşılanması için, içerisinde hayvanların yetiştirildiği, beslenme ve yaşam ihtiyaçlarının karşılandığı, basit ya da modern projelerle inşa edilmiş yapılardır (Ekmekyapar 1991).

Hayvan barınaklarının amacı, hayvanları uygun olmayan çevre koşullarından koruyarak yüksek verim elde etmek için hayvanlara uygun bir yaşam ortamı sağlamaktır. Hayvan barınaklarının yapımında, yapının sağlam ve ekonomik olması göz önüne alınırken uygun çevre koşulları oluşturması açısından gereken önem gösterilmemektedir (Çukur ve Saner 2005).

Hayvansal üretimde talep yoğunluğuna bağlı olarak; entansif hayvancılık yapan işletme ve kültür ırkı hayvan sayısında gün geçtikçe artış olduğu gözlenmektedir. Bununla birlikte, bazı işletmeler hayvan yoğunluğunun yüksekliğine karşın, maliyet artırıcı kimi yapı ve ekipmanları kullanma gereği duymadıklarından, barınak içi hava kalitesi istenilen nitelikte olmamaktadır (Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015). Bunun sonucu olarak hayvansal üretimde verim kayıpları olduğu gibi hayvan ve barınakta çalışanların sağlığı olumsuz yönde etkilenmekte, ayrıca dış ortama karbondioksit, metan, amonyak, vb. gazlar, bakteri, endotoksin, toz ve koku gibi hava kirleticilerin emisyonu gerçekleşmektedir (Polat 2007).

Kaliteli ve verimli hayvan yetiştiriciliği, iyi planlanan hayvansal üretim işletmelerinde yapılabilir (Okuroğlu ve Delibaş 1986). Ülkemizde, hayvan yoğunluğunun yüksek olduğu işletmelerin sayısında hızlı bir artış olduğu görülmektedir. Büyük kapasiteli bu işletmelerin, barınak içi ortam koşullarının denetimi, hayvan yoğunluğu nedeniyle oldukça güç olmaktadır. Otomasyona dayalı mekanik havalandırma sistemlerinin uygulandığı işletmelerde bu denetim kısmen gerçekleştirilebilse de hayvan ve barınak çalışanlarında çeşitli sağlık sorunlarının oluşabildiği de gözlenebilmektedir (Özkütük 1990). Barınak içi ortamında, hayvanların solunum ve diğer etkinlikleri ile gübre

birikiminden kaynaklanan çeşitli gaz ve tozların açığa çıkması, birçok hastalığın gelişiminde etkili olmaktadır (Uğurlu 1993). Bu nedenle açığa çıkan gaz ve tozların yalnız barınak içerisinde değil dışında da kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu gazların çoğunluğu havalandırma ile barınak dışına atılan ve birikimleri sonucunda çevresel sorunlara yol açan sera gazlarıdır (Müller and Nicolas 2007).

Hayvan barınaklarında barınak içerisinde sıcaklık ve nemin uygun sınırlarda tutulması, oluşan zararlı gazların barınak dışına atılması, barınak içi havanın kontrol altına alınması yeterli bir havalandırmanın sağlanması ile gerçekleştirilmektedir (Okuroğlu 1988). Havalandırma doğal ve mekanik havalandırma olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Doğal havalandırmanın ucuz ve kolay olması gibi üstünlüklerine karşın barınak içindeki havalandırma miktarının istenilen düzeye getirilmesinde karşılaşılan güçlükler nedeniyle barınaklarda mekanik havalandırma yönteminin uygulanması önerilmektedir. Mekanik havalandırma da emici, basıcı ve kombine gibi çeşitli alternatifleri ile kullanılmaktadır (Yağanoğlu 1988a).

Kombine tipi olan hem emici hem basıcı fanların bulunduğu mekanik havalandırma sistemleri hayvan barınaklarında fazla kullanılmamaktadır (Alagöz vd 1996).

Dış ortamdaki havayı iç ortama veren basıcı tip havalandırma sistemleri barınak içi basıncı yükselterek barınak içi havasının barınağı terk etmesini sağlamaktadır. Yükselen basınç nedeniyle havanın oldukça fazla sirkülasyon yapması sonucu barınaktaki hayvanların ve çalışanların hava ceryanı etkisinde kalarak rahatsızlanmalarına ve verimin düşmesine neden olduğu için basıcı tip havalandırma sistemleri tercih edilmemektedir (Gürdil 2005). Hayvan barınaklarında kirli hava ile temiz havanın yer değiştirmesi en uygun şekilde doğal havalandırma veya emici tip mekanik havalandırma aracılığıyla yapılmaktadır (Ekmekyapar 1991).

Hayvan barınaklarında oluşan başlıca kirletici unsurlar; amonyak (NH_3), hidrojen-sülfür (H_2S), sülfürdioksit (SO_2), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) gazları ve partiküler maddeler (tozlar ve diğer zerrecikler) dir.

Hayvan barınaklarında; barınak içi sıcaklık, nem, hava akım hızı ile zararlı gazlar, toz, çeşitli partiküller vb. gibi kirletici unsurların uygun sınırlarda tutulabilmesi amacıyla kirlenmiş ve kullanılmış iç havanın dışarı atılarak, temiz dış havanın barınak içine alınması gerekmektedir. İç havanın dışarı atılması ve dış havanın barınak içine alınmasında doğal ve mekanik havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Temiz dış havanın barınak içine alınmasında; pencere ve kapı açıklıklarından, saçak altında planlanan havalandırma açıklıklarından, havalandırma bacalarından, çatı mahyasında bırakılan açıklıklardan, yapıda bulunan yarık ve çatlaklardan, yapının yan duvarlarında yapılan açıklıklardan yararlanılabilmektedir (Yağanoğlu 1990; Ekmekyapar 1991). Bununla birlikte; soğuk hava depoları, hastanelerin yoğun bakım üniteleri, yeraltı taşıma istasyonları, konut vb. yapılarda hava girişi, ağızları dış havaya açılan zemin altı borulu havalandırma sistemleriyle de gerçekleştirilebilmektedir (Ergon 2000; Teksöz 2007; Kayılı ve Eralp 2011).

Bu çalışmada; hayvanların sürekli barınak içerisinde kaldığı Erzurum iklimi koşullarında kış mevsiminde barınak içi hava kalitesinin artırılması, sıcaklığın, bağıl nemin, hava akım hızının istenilen düzeye getirilmesi, barınak içi kirletici unsurları olan amonyak (NH_3), hidrojen sülfür (H_2S), sülfür dioksit (SO_2), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4) gazlarının barınak içerisinde en düşük değerde tutularak barınaktan daha çabuk uzaklaştırılması için alternatif bir havalandırma sistemi olan zemin altı borulu doğal havalandırmanın barınak içindeki etkinliği araştırılmıştır.

Bu amaçla; Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde Ziraat İşletme Müdürlüğüne ait sığırcılık işletme tesisinde kurulan 150 m^2 lik taban alanına sahip 48 başlık buzağı ahırının yapım aşamasında, zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi uygulanmıştır. Buzağı ahırında, 01 Aralık 2014 - 31 Mart 2015 tarihleri arasında bir gün pencereler kapatılıp zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile bir gün de zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi kapatılıp pencereler aracılığı ile doğal havalandırma yapılarak araştırma yürütülmüştür.

Beş ana başlık altında toplanan bu çalışma aşağıdaki bölümleri içermektedir.

Giriş bölümünde, hayvan barınaklarında barınak içi çevre koşulları ile havalandırılması konusu irdelenmiş, çalışmanın amacı ve gereği üzerinde durulmuştur.

İkinci bölüm, araştırmanın yürütülmesinde yararlanılan önceki çalışmaların özetlendiği kaynak araştırmasından oluşmaktadır.

Üçüncü bölümde, araştırmanın materyali, buzağı ahırının planlanması ve zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin düzenlenmesi, hayvan sayısının belirlenmesi ve araştırmada izlenen yöntemler açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde; zemin altı borulu doğal havalandırma ve pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ahır içinde belirlenen sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı ile amonyak, hidrojen sülfür, sülfür dioksit, karbonmonoksit, karbondioksit, metan gazlarına ilişkin değerler karşılaştırılmış ve istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Beşinci bölümde, barınak içi hava kalitesi ve havalandırma miktarının kontrol altında tutulabilmesi amacıyla zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin hayvan barınaklarında uygulanabilirliğine yönelik öneriler üzerinde durulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Hayvan Barınaklarında Barınak İçi Çevre Koşulları

Hayvansal üretimin artırılmasında hayvan genotipinin ıslahı yanında çevre koşullarının etkisi büyüktür. Çevre koşulları hayvanın büyümesine, gelişmesine ve verimine etkili tüm dış etmenleri kapsar (Esmay and Dixon 1986).

Hayvan barınaklarında çevre koşulları denilince canlının içinde yaşadığı, büyüüp geliştiği ve verimlerine etkili tüm etmenler anlaşılır. Bunlar, bakım ve beslenmenin yanında ortam havasının sıcaklığı, bağıl nemi, kimyasal bileşimindeki kirletici unsurlar, yapay ve doğal aydınlatma ile havalandırma sayılabilir (Ekmekyapar 1991). Hayvan barınaklarında çevre koşullarının kontrol edilmesi, bina içerisinde uygun sıcaklık ve nemin korunması, yeterli ışık ve etkin bir havalandırma ile gerçekleştirilebilir (Şeker vd 2012).

Hayvan barınaklarının uygun çevre koşullarını sağlayacak şekilde planlanması, projelenmesi veya mevcut barınakların iyileştirilmesi zorunludur. Böylece hayvanlar için uygun bir ortam sağlanır ve çevre koşullarının yapı elemanları üzerindeki zararlı etkileri de önlenmiş olur (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989).

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde buzağuların önemi büyüktür. Buzağuların yetiştirilmesinde ise buzağı ahırlarının barınak içi çevre koşulları, en önemli etmenlerden birisi olarak kabul edilebilir (Dale *et al.* 2007). Buzağuların genetik yapısı, beslenme şekli ve işletme yönetiminin yanında çevre koşulları da sağlık ve performanslarını önemli ölçüde etkileyebilir. Doğumdan sonra buzağular virüs ve bakterilere karşı savunmasız olduğu için çevre koşulları özellikle doğumdan süttan kesilinceye kadar olan dönemde bir çok hastalığa neden olabilir (Ünal *et al.* 2001). Buzağuların ilk devresi olarak adlandırılan süttan kesim öncesi ve süttan kesim sonrası dönemlerinde kuru ve temiz altlıklı zemin, yeterli ışık, temiz hava gibi barınak içi çevre

koşulları sağlandığı zaman buzağılarda yemden daha az yararlanma, ishale bağlı rahatsızlıklar gibi olumsuz etkiler önlenabilir (Hill *at al.* 2011).

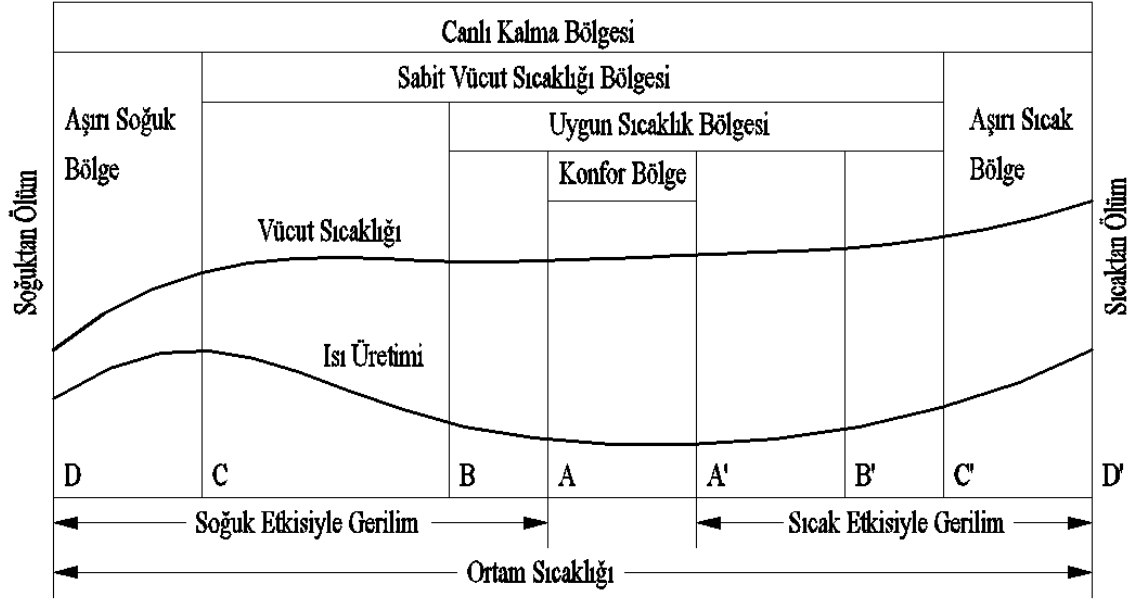
Buzağıkların sağlık, büyüme ve gelişimlerini etkileyen etmenlerin başlıcaları; ekstrem sıcaklıklar, yüksek bağıl nem, yüksek konsantrasyondaki zararlı gazlar, koku ve toz, hayvanlar düzeyindeki olumsuz hava hareketleri, ıslak ve kalitesiz altlık, hayvan sıklığının fazlalığı, zararlı mikroorganizmaların varlığı, yetersiz beslenme ve bakım, aşırı gürültü ve buzağıkların davranışları sayılabilir (Yağanoğlu 1981).

İklimsel etmenlerin olumsuz etkilerinden buzağıkları korumak için barınaklar özellikle iklimsel çevre koşullarını kontrol edebilecek şekilde planlanmalıdır (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989).

2.1.1. Sıcaklık

Çiftlik hayvanlarının fizyolojik faaliyetlerini etkileyen en önemli çevre koşullarından birisi sıcaklıktır. Sığır, koyun, tavuk gibi çoğu çiftlik hayvanlarının çevre sıcaklığının 10°C ile 15°C arasında olması önerilir. Şekil 2.1'de gösterilmiş olan bu sıcaklık aralığına konfor bölgesi adı verilir (Ekmekyapar 1991). Çiftlik hayvanları vücut sıcaklıklarını sabit sınırlar arasında tutabilme yeteneğine sahip olduklarından bu aralıkta çevre havası ile olan ısı değişimini fiziksel yollarla düzenleyebilirler (Çizelge 2.1). Sıcaklığın özellikle alt ve üst kritik sıcaklık sınırlarının dışına çıkması hayvanların ısı üretimlerini olumsuz yönde etkileyerek verim kaybına ve hatta ölüme neden olur (Kutlu and Serbester 2014).

Hayvanın üretimsel işlevlerini en iyi şekilde yapabildiği ve en rahat edebildiği sıcaklık aralığı (A-A¹) konfor bölge olarak adlandırılır. Konfor bölge sınırları içerisindeki sıcaklıklar hayvanlar için en uygun sıcaklıklardır (Şekil 2.1). Hayvanlar konfor bölgesinde en az yem tüketimiyle en fazla üretimde bulunurlar. Uygun sıcaklık bölgesi hayvanın yem tüketimi açısından önemlidir (Uğur 2016).



Şekil 2.1. Çevre sıcaklığının hayvanların ısı üretimi ve vücut sıcaklığıyla ilişkisi

Uygun sıcaklık bölgesi (B-B') yetişkin sığırlarda 4°C ile 20°C, buzağı ve danalarda 7°C ile 20°C, koyunlar için 4°C ile 24°C, tavuklar için 7°C ile 24°C'dir. Ortam sıcaklığı uygun sıcaklık bölgesinin sınırlarının altına düştüğünde hayvanların yem tüketimi artar. Bu ekonomik yönden olumsuz durum oluşturur. Ortam sıcaklığı uygun sıcaklık bölgesi değerlerinin üzerine çıktığında hayvanlarda iştahsızlık başlar. Bu nedenle hayvanlar yeterli üretim için gerekli yemi tüketmemiş olurlar (Şahin vd 2013).

Sabit vücut sıcaklığını koruyabilme (C-C') bölgesinin sınır değerleri sığırlar için -18°C ile 31°C, buzağı ve danalar için -8°C ile 27°C, koyunlar için -6°C ile 27°C, tavuklarda ise -5°C ile 29°C aralığındadır. Ortam sıcaklığının, belirtilen bu sınır değerleri arasında hayvanların verimleri, sağlık durumları ve yemden yararlanmaları üzerine önemli bir etkisi yoktur. Ortam sıcaklığı, sabit vücut sıcaklıklarını koruyabilme bölgesinin alt sınır değerinin altına düştüğünde hayvanların vücutları ısısal gerilim altına girer (Özcan and Gürçay 2000). Yem tüketimleri artar, kazandıkları enerjiyi sabit vücut sıcaklığını korumak için kullanmalarına karşın yeterli olamaz ve hastalıklar oluşur. Ortam sıcaklığı bu bölgenin üst sınır değerini geçtiğinde hayvanlar yine ısısal gerilim altına girer, yem tüketimlerinde, verimlerinde, ürün kalitesinde ve büyüme hızlarında azalmalar oluşur (Altınçekiç ve Koyuncu 2010).

Çizelge 2.1. Çiftlik hayvanlarında vücut sıcaklığı değerleri

Hayvanın Türü	Vücut Sıcaklığı (°C)
Buzağı (4 günlük)	38.5-40.5
Genç Sığır (1 yaşında)	38.5-40.5
Sığır (Yetişkin)	37.5-39.5
Koyun	38.5-40.0
Keçi	38.5-40.5
Tavuk	40.5-43.0

Hayvanların canlı kalma bölgesinde aşırı soğuk bölge sınır değeri (D) sığırlar için -30°C, buzağı ve danalarda -15°C, koyunlarda -27°C, tavuklarda ise -5°C kabul edilir. Ortam sıcaklığı belirtilen değerlerin altına düşmesi durumunda hayvanlar hareket kabiliyetlerini kaybedebilirler. Aşırı sıcak bölge sınır değeri (D') sığırlarda 31°C, buzağı ve danalarda 27°C, koyunlarda 32°C, tavuklarda 35°C'dir. Ortam sıcaklığı bu değerlerin üzerine çıktığında özellikle koyunlarda ve tavuklarda ölüm oranı artmakta, sığırlarda önemli ölçüde verim kaybına neden olmaktadır (Şimşek 1996).

Hayvan barınaklarında yüksek verim elde etmede etkili önemli iklim koşullarının başında hava sıcaklığı ve bağıl nemi gelmektedir. İklim etmenlerinin aşırı durumlara doğru gitmesi durumunda, olumsuz koşullarda oluşacak stres ortamından etkilenmede hayvanın ırkı ve verim düzeyi önemli rol oynarken, bireysel farklılıklardan da söz etmek olasıdır (Söğüt vd 2010).

Sıcaklık, hayvanların fizyolojik etkinlikleri, sağlık ve verimleri ile barınakta çalışan işçilerin sağlığı yönünden en önemli çevre koşullarından birisidir (Balaban ve Şen 1988).

Okuroğlu (1988), tarafından Erzurum kış koşullarında yapılan bir araştırmaya göre kapalı ahırlarda, ahır içi ortalama sıcaklık ve bağıl nem arttıkça ineklerin süt verimi ve yem tüketimi azalmaktadır.

Hayvanların sıcaklık stresi altındaki ilk belirgin tepkileri, yem tüketimindeki değişim ve bunun sonucunda süt verimindeki düşmedir (Bucklin *et al.* 1992). Ortam sıcaklığı 25°C'nin üzerine çıktığında hayvanlarda iştah azalırken, 30°C'nin üzerinde yem tüketiminde belirgin bir düşme gözlenmekte, 40°C'nin üzerinde ise tamamen durmaktadır (Özhan vd 2001).

Buzağı ahırlarında optimum barınak içi sıcaklığı 10°C ile 15°C arasındadır. Uygun sıcaklık değerleri de 7°C ile 20°C arasında değişebilmektedir. Tehlike sınırları, -8°C'nin altı ve 27°C'nin üstünde kaydedilen sıcaklıklardır (Olgun ve Kodal 1989; Ekmekyapar 1991).

Kocaman vd (2007)'de buzağı ahırlarında sıcaklığın en az 5°C ile 10°C, en uygun 15°C ile 20°C arasında, en fazla 24°C olması önerilmektedir. Boersema *et al.* (2010)'da en uygun ortam sıcaklığının 4 haftalık buzağılar için 13°C ile 14°C, 6 aya kadar olan buzağılar için 10°C ile 12°C arasında olduğu belirtilmektedir. Petrovski (2015)'de buzağılarının 9°C ile 16°C ortam sıcaklığına sahip bireysel bölmelerde barındırılması gerektiği bildirilmektedir. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağılarının doğumdan sonraki 4 haftalık dönemlerinde 14°C'de, 4 haftayla 6 aya kadar 7°C ile 10°C arasında, danaların ise 17°C'de tutulmasının uygun olduğu vurgulanmaktadır.

2.1.2. Bağıl nem

Hayvan barınaklarında önemli çevre koşullarından birisi de bağıl nemdir. Hayvan sağlığı yönünden, hayvanların bulunduğu ortamın bağıl neminin de göz önüne alınması gerekir. Bağıl nemin yüksek olması, yüksek sıcaklıklarda hayvanların verimlerini önemli ölçüde azaltmaktadır (Karaman vd 2005). Hayvanlar düşük nem ve soğuk ortamlara kolayca uyum sağlayabilmelerine karşın yüksek nem ve yüksek sıcaklıktaki ortamlara uyum sağlamakta güçlük çekerler. Hayvan barınaklarında bağıl nem uzun süre %80'in üzerinde olması durumunda hastalıklara neden olduğu için bu değer üzerinde olmaması önerilir (Sargın ve Öngen 2003).

Hayvanlar, ortam sıcaklığı vücut sıcaklığına ulaştığı zaman ürettikleri ısıyı solunum ve deriden suyun buharlaşması yoluyla dışarı atmaktadırlar. Ortam neminin yüksek olduğu durumlarda hayvanların bu yollarla vücut dışına ısı kaybetmesi hayvanların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Ayağ ve Konyalı 2009).

Yüksek bağıl nem barınak iç sıcaklığına göre daha düşük olan dış sıcaklık koşullarında yapı elemanlarının iç yüzeylerinde yoğunlaşarak yapı elemanlarının çürümelerine neden olmaktadır. Yapı elemanlarının iç yüzeylerinde yoğunlaşan nem damlalar halinde hayvan vücuduna düşerek hayvan sağlığının bozulmasına neden olmaktadır (Bircan 2003).

Hayvan barınaklarında bağıl nemin %40'ın altında olduğu durumlarda barınak içi havasında toz ve zerrecikler artmakta ve hayvanların solunum yollarında enfeksiyon hastalıklarına neden olmaktadır (Yıldız 2013).

Hayvan barınaklarında bağıl nemin en uygun değerleri belirlenirken barınak içi sıcaklığı ile göz önüne alınması gerekir. Hayvanların fizyolojik ve biyolojik faaliyetleri üzerine sıcaklık ve bağıl nemin ikisinin birlikte etkisi tek tek etkilerinden daha önemli olduğu bildirilmektedir (Günel ve Kocaman 2007).

Sığırlar için uygun bağıl nemin %60-75 arasında olması, %80'in üzerine çıkmaması önerilmektedir. Ortam sıcaklığının -11°C ile 18.5°C arasında olması durumunda bağıl nemin hayvanların sağlık durumları ve verimleri üzerine etkisinin çok az olduğu bildirilmektedir. Ancak ortam sıcaklığı ve bağıl nemin yüksek olması süt sığırlarının süt verimlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür (Kılıç ve Arıcı 2013).

Süt sığırı ahırlarında yapılan bir araştırmada ortam sıcaklığı 29.5°C de sabit tutulup bağıl nem %40'tan %44'e yükseltildiğinde süt veriminde %3, %90'a yükseltildiğinde %30 azalma görüldüğü bildirilmektedir (Yıldız 2013).

Sıcaklığın 19°C ile 27°C arasında ve bağıl nemin %88 olduğu buzağı ahırında yapılan bir araştırmada buzağılardaki ağırlık artışının, sıcaklığın 27°C ile 37°C arasında ve bağıl nemin %90 olduğu duruma göre daha fazla olduğu görülmüştür (Selçuk 2011).

Ağıllarda uygun bağıl nem aralığının %55 ile %60 arasında olması, %75'i geçmemesi önerilir. Uygun sıcaklıklardaki ağıllarda bağıl nemin koyunların sağlık ve verimleri üzerine olumsuz etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Ancak nem, yapağının doğal yapısı üzerinde olumsuz etki oluşturduğu için yapağı amacıyla yetiştiricilik yapılan ağıllarda bağıl nemin %65'i geçmemesi önerilir (Yağanoğlu 2000).

Kümeslerde bağıl nem %40'tan daha az ve %70'ten daha fazla olmamalıdır. Ortam sıcaklığı 15°C ile 27°C arasında olan kümeslerde bağıl nemin etkisi oldukça azdır. Kasaplık piliç ve yumurta tavuğu kümeslerinde ortam sıcaklığının 27°C ile 38°C olduğu koşullarda bağıl nemin %50'nin üzerinde olması hayvanların yaşamlarını güçleştirmektedir. Bağıl nemin %75'in üzerine çıkması, ortamda mikroorganizmaların artmasına neden olmaktadır. Sıcaklık 27°C'nin, bağıl nem de %90'ın üzerine çıkarsa tavukların vücut ağırlıklarının olumsuz yönde etkilendiği bildirilmektedir. Bağıl nemin %40'ın altında olduğu kümeslerde ortam havasında toz miktarı arttığı için tavukların solunum yolları tahriş olmakta ve hastalıklara neden olmaktadır (Okuroğlu 1982).

Buzağı ahırlarında, yüksek bağıl nem, başta solunum yolu enfeksiyonları olmak üzere bir çok ciddi hastalıklara neden olabildiği için bağıl nem düzeyi kontrol altında tutulmalıdır. Uygun sıcaklık sınırlarında bağıl nem %80'den fazla olmamalı, soğuk bölgelerde %85'i geçmemelidir (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989). Bodman *et al.* (1987)'de buzağılar için 10°C ile 12°C arasındaki sıcaklıklarda uygun bağıl nem oranının %50 ile %75 arasında olduğu belirtilmektedir. Şen vd (2013)'de buzağı ahırlarının %65 ile %70 arasında bağıl nem oranına sahip olmasının uygun olacağı vurgulanmaktadır.

Buzağı ahırlarında en uygun bağıl nem değerleri %60 ile %80 arasındadır. Uygun ısı ve nem dengesi için bu değerin %75 olması önerilmektedir (Kocaman vd 2007).

2.1.3. Havanın kimyasal bileşimindeki kirletici unsurlar

Hayvan barınaklarında en önemli çevre koşullarından birisi de barınak iç havasının kimyasal bileşimidir. Hayvan barınaklarında yoğun hayvan varlığı, barınak yalıtımının yetersizliği, havalandırma sistemlerinin etkin çalışmaması barınak içi havasının kimyasal bileşiminde zararlı gazların varlığını artırmakta hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Barınak içi hava kalitesi, sınır değerlerine bağlı olarak barınakta çalışan işçi ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Can vd 2010). Barınak içerisinde havanın kimyasal bileşiminde bulunan başlıca kirletici unsurlardan amonyak (NH_3), hidrojen Sülfür (H_2S), Sülfür dioksit (SO_2), karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) gazları ve partiküler maddeler (tozlar ve diğer zerrecikler) sağlık sorunlarında önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca çevreye yayılan koku, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Zhao et al. 2007; Anonim 2016a). Bu gazların barınaktan çok kısa sürede uzaklaştırılması gerekir.

Kirletici gaz konsantrasyonlarının yoğunluğu özellikle neonatal (doğumdan sonraki 4 haftalık dönem) buzağuların yetersiz beslenmelerine, hareket kabiliyetlerinin azalmasına, büyüme ve gelişim dönemlerini daha uzun sürede tamamlamalarına neden olmaktadır (Anonim 2010a). Temiz bir havaya sahip olmayan ortamlarda büyüme ve gelişimini tamamlayan buzağuların et ve sütlerinde giderilemeyen kalitesizlikle karşılaşmaktadır (Sen and Constable 2013).

1. Amonyak (NH_3)

Amonyak hayvan barınaklarından kaynaklanan önemli bir atmosferik kirleticidir. Amonyak (NH_3), hayvanların sindirim sistemlerinin faaliyetleri ve gübrenin mikrobiyolojik ayrışması sonucu oluşan renksiz, keskin kokulu, suda çözünebilir ve havadan daha hafif bir gazdır (Akmirza 2012).

Barınak ortamındaki amonyak miktarının yükselmesi hayvanlarda yedikleri yem miktarını azaltmakta, düzensiz ve sık nefes alıp vermeler başlamakta, hayvanlarda

spazmlara neden olmaktadır. Barınak ortamındaki amonyak miktarının yükselmesi insanlarda çeşitli solunum yolları hastalıkları ve çeşitli göz hastalıkları oluşturmaktadır (Uyar 2015).

İtalya’da amonyak gazı atıkları envanterine göre tarımsal uygulamalar; NH_3 salınımına %94, CH_4 salınımına %37 oranında katkıda bulunmaktadır. Kanada’da ise 2002 yılında yapılan envanter çalışmasında tarımsal işletmelerin toplam sera gazı salınımlarına yaklaşık %8 oranında katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Zhang *et al.* 2007).

Hayvan barınaklarında amonyak konsantrasyonu 10-20 ppm arasında ise yetiştiricilikte istenmeyen durumlar ortaya çıkmaktadır. Bu oran 25-50 ppm arasında ise hayvanlarda solunum yolları hastalıkları, 50-60 ppm’in üzerinde ise yem tüketimi azalarak solunumun bozulması sonucunda üretimde azalmalar oluşmaktadır (Akmirza 2012). Barınak iç ortam havasındaki amonyak konsantrasyonunun 60 ppm’den yukarıya çıkması küçükbaş hayvanlarda, 100 ppm’den sonra da büyükbaş hayvanlarda üretim azalmasına neden olur. Amonyak konsantrasyonu 500 ppm’i aşınca kanatlı hayvanlarda ölümler görülmektedir (Kılıç 2013).

Barınakta amonyak konsantrasyonu 15 ppm olunca insanlarda koku hissetme eksikliği, 35 ppm değerine ulaşınca bazı hastalıklar ortaya çıkar ve 50 ppm’in üzerinde gözlerde sulanma meydana gelir (Alagöz vd 1996).

Amonyağın olumsuz klinik belirtileri hayvan türleri arasında oldukça çeşitlilik gösterir. Gebe sığırların zayıf ya da ölü doğum yapmalarına neden olurken buzağılarda leptozpiroz ateş, böbrek ve karaciğer yetmezliği, laktasyon kesilmesi gibi pulmoner belirtiler olarak ortaya çıkar ve ölüme neden olur (Atakişi vd 2014).

2. Hidrojensülfür (H_2S)

Hidrojensülfür (H_2S), hayvanların gübrelerinden aneorobik koşullar altında oluşan, toksik etkisi yüksek, renksiz, çok kötü bir kokuya sahip ve havadan ağır bir gazdır.

Hayvan barınaklarında bulunmasına izin verilen en yüksek konsantrasyon değeri 10 ppm'dir (Güner 2013).

Hidrojen Sülfürün düşük düzeydeki konsantrasyonlarının bile uzun süreli olması hayvanların rahatsız olmasına neden olmaktadır. Hidrojen Sülfür konsantrasyonunun yüksek düzeyde olması hayvanlarda iştahsızlık, mide bulantısı, kusma ve ishal gibi hastalıklara yol açtığı belirtilmektedir (Karaman 2006). Hidrojen Sülfür hayvanların ortama sıvı gübre verdiklerinde ve bunların temizliği esnasında ciddi sorunlara neden olmaktadır. Barınaklarda hidrojen Sülfür konsantrasyonunun 20 ppm düzeyinde olması hayvanların yem tüketiminde azalmalara, 50-200 ppm düzeyinde olması ciddi hastalıklara yol açtığı belirtilmektedir (Kılıç ve Arıcı 2013).

Buzağılarda 5 ppm'in üzerindeki hidrojen Sülfür konsantrasyonu gözyaşı akıntısına ve kılların matlaşmasına neden olduğu bildirilmektedir. Buzağılarda; 10 ppm'den daha yüksek konsantrasyona sahip ortamlarda sosyal iletişim bakımından sorun yaşadığı, birbirlerinden uzak kalma eğilimine girerek stresli bir büyüme süreci geçirdikleri vurgulanmaktadır (Şahanoğlu ve Koçak 2014).

3. Sülfür dioksit (SO₂)

Sülfür dioksit (SO₂), kükürtdioksit olarak da bilinen renksiz bir gazdır. Hayvan barınaklarında gübrelerin yanmasıyla oluşur, izin verilen en yüksek değeri 5 ppm'dir (Keçebaş vd 2010).

Solunum havasında sülfür dioksit konsantrasyonunun 5 ppm'e yükselmesi, canlılar için zehir etkisi yapabilir (Çağatan 2011). Oksitleme etkisine bağlı olarak, ürünlerdeki vitamin içeriğini azaltabilir. Karaciğerde zararsız sülfata indirgenmesine karşın solunum problemlerine ve yüksek konsantrasyonlarda mide rahatsızlıklarına neden olabilir (Kılınç 2013).

Hayvan barınaklarında sülfürdioksit amonyakla reaksiyona girerek partiküler madde oluşmasına neden olur. Yüksek konsantrasyonlardaki sülfürdioksit, mukoz zarları (göz ve solunum sistemi) üzerinde tahriş edici özelliktedir. Buzağılarda, yetişkinlere oranla daha hassas olan mukoz zarları sülfürdioksit konsantrasyonu kontrol altında tutulmazsa daha çok zarar görebilir (Kılıç ve Şimşek 2009).

4. Karbonmonoksit (CO)

Karbonmonoksit (CO), renksiz, kokusuz ve bazen sobalarda mavi alevle yanan bir gaz olup, hayvan barınaklarında bulunmasına izin verilen maksimum değeri 50 ppm'dir (Okuroğlu 1978; Yağanoğlu 1987).

Çok kuvvetli bir zehir olan karbonmonoksit gazı kanda hemoglobin ile reaksiyona girerek kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürür ve ölümlere neden olur (Alagöz vd 1996).

Karbonmonoksit, baş ağrısı, görme bozuklukları, uyku hali, zihni bulanıklık ve koma gibi rahatsızlıklara, yargı ve sezgi kabiliyetinin bozulmasına yol açabilir (Uğurluoğlu 2015).

Karbonmoksit gazının buzağılarda öksürük, solunum güçlüğü, siyanoz, burun yangısı gibi olumsuz etkilerinin belirtileri özellikle ilk beş haftadan sonra görülür (Anonim 2017a).

5. Karbondioksit (CO₂)

Karbondioksit (CO₂), hayvanların solunumları ve aynı zamanda gübre içindeki biyolojik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, kokusuz, renksiz ve havadan 1.5 kat daha ağır bir gazdır. Hayvan barınaklarında bulunmasına izin verilen en yüksek değeri 5 000 ppm'dir (Dartan 2014).

Barınak ortamındaki karbondioksit miktarının yükselmesi hayvanlarda ciddi hastalıklar ve verimlerinde azalma oluşturmaktadır (Anonim 1987).

Karbondioksit özellikle kapalı tipteki hayvan barınaklarında iç ortamda birikim yapabilen bir gazdır. Barınak içerisindeki hayvanın CO₂ üretmesi ısı üretimi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle CO₂ üretimi hayvan ağırlığı, besleme düzeyi ve ısısal çevrenin bir fonksiyonudur. Hayvanların ortama 1 watt'lık bir ısı vermesi sonucunda 3.5 litre karbondioksit üretimi meydana gelmektedir (Soyer 2014).

Hayvan barınaklarında hayvanların solunumları yanında barınakta çalışan insanlar tarafından da barınak havasına CO₂ verilmektedir. Ortama verilen tüm karbondioksit konsantrasyonu, hayvanların sağlık ve üretimlerini büyük oranda etkilemektedir. Normal olarak havada 300-400 ppm arasında bulunan karbondioksit, hayvan barınağında havalandırma yetersiz ise 5 000-10 000 ppm'e kadar çıkabilmektedir. Barınak içerisinde CO₂ konsantrasyonunun 300 000 ppm'e ulaşması halinde, insan ve hayvanlar ölebilmektedir (Anonymous 1996).

Buzağılarda karbondioksitin düşük konsantrasyonları bile kandaki asit-baz dengesini bozarak metabolik faaliyetlerinin düzensizliğine neden olur. Buna bağlı olarak özellikle neonatal buzağılarda sıklıkla ishalin neden olduğu rahatsızlıklar görülebilmektedir (Zeybek 2013).

6. Metan (CH₄)

Metan (CH₄), tam anlamıyla toksik etkisi bulunmayan, gübrenin aneorobik dekompozisyonu sonucu ortaya çıkan bir gazdır. Hayvan barınaklarında bulunmasına izin verilen en yüksek değeri 10 000 ppm'dir (Kılıç 2013).

Hayvan barınaklarında metan gazının yüksek düzeyde olması yetiştirilen hayvan ve barınakta çalışanların sağlıklarının risk altında olmasında önemli derecede etkilidir (Eleroğlu ve Yalçın 2004). Bunun ötesinde, barınaktan uzaklaştırılan metan gazları

yakın çevrede koku ve kirliliğe yol açtığı gibi toprak asitleşmesi, orman alanlarında hasar ve küresel ısınma gibi önemli boyutlara ulaşan çevresel zararlara neden olabilmektedir (Balça-Silva *et al.* 2015). Havada hacimsel olarak %5-15 arasında metan karışımının bulunması yanıcı etki yapabilir. Kapalı ortamda ve aynı koşullarda metan gazı hacmi, karbondioksit üretiminin yaklaşık %7-9'u kadardır. Metan konsantrasyonu 50 000 ppm'e çıkınca ölümler görülebilir (Anonymous 1996).

Metan gazı; barınak içi ortamındaki amonyak, hidrojen sülfür ve karbondioksit ile birlikte buzağların kronik zehirlenmelerine yol açarak akciğerlerde şişme, göz ve solunum yollarında tahriş oluşmasına ve zatürre hastalığına yakalanmalarına etki edebilir (Anonim 2017b).

7. Partiküler maddeler (Tozlar ve Diğer Zerrecikler)

Çapları 1 mikrondan (μ) büyük, 150 (μ) dan küçük olan zerreciklere toz adı verilir. Duman ise, çapları 1 (μ) dan küçük zerreciklere denmektedir. Duman, hayvan barınaklarında toz olarak tanımlanır. Çapı 10 (μ) nun altında olan zerrecikler yayılma eğilimi gösterirler ve geçici olarak asılı kalırlar. Parçacık boyutunu tanımlamada kullanılan aerodinamik çap, incelenen parçanın geometrik boyutuna, şekline ve gerçek yoğunluğuna bakılmaksızın havada asılı kalma zamanına bağlı, birim yoğunlukta varsayılan bir kürenin çapıdır (Okuroğlu 1987).

Hayvan barınaklarında partiküler maddeler ya da toz, organik ve inorganik olmak üzere farklı şekil ve boyutlarda görülür. Organik toz; yem bileşenleri, dışkı, saç ve dökülmüş deri hücreleri, tüy parçacıkları, polenler, fungusitler, küfler, virüsler ve bakterilerden oluşmaktadır. İnorganik toz; yapı yüzeylerindeki beton parçacıkları, mineral veya cam yünü izolasyon materyalleri, havalandırma sırasında barınak içine alınan toprak parçacıkları gibi çeşitli aerosollerden oluşur (Şener 2013).

Partikül maddenin miktarı, altlıkla yakından ilgilidir. Kafeste yetiştirilen tavukların 50 mg/tavuk/gün toz ürettikleri ve bu oranın altlıkla yetiştiriciliğe göre 1/4 ile 1/10

kadar daha az olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada ise hindi kümeslerinde toz konsantrasyonunun 0.71 ile 40.6 mg/m³ arasında değiştiği ve toz parçacıklarının %25-50'sinin 10 (μ) dan küçük parçacıklar halinde olduğu saptanmıştır (Anonymous 1997; Mutlu 1999).

Hayvancılık yapılan her yerde havada uçuşur durumda bulunan, dokunma ve solunum yoluyla insan ve hayvana geçebilen (Anonim 2010b) partiküler maddeler, insan ve hayvanların solunum yollarında rahatsızlıklara yol açabilir. Bk partiküller, solunum sisteminde organlar tarafından tutulabilirken, küçük partiküller akciğerlerin en küçük birimleri olan alveollere kadar ulaşabilir. Partikül maddeler mikrobiyal olarak, bakteri, endotoksin, virüsler, mantar ve mantarsı sporlar gibi kirleticileri taşıyabilir. Organik tozun işletme alışanlarında astım, organik toz toksik sendromu ve kronik bronşit gibi solunum semptomlarına yol açtığı bildirilmektedir (Okuroğlu 1987; Zhang 1999).

Hayvan barınaklarında iç ortamda sözü edilen gaz ve tozlar dışında başka maddeler de bulunmaktadır. Bunlar; Aminler, amidler, alkoller, aldehytler, ketonlar, merkaptenler, disülfidler, karbon sülfürleri ve yağ asitleridir. Ancak bu maddeler barınak içinde çok düşük düzeylerde bulunduklarından hayvan verimine ve insan sağlığına pek etkili değildir (Yurtseven 2011).

8. Hayvan Barınaklarında Havanın Kimyasal Bileşiminde Bulunan Kirletici Unsurların Azaltılmasına Yönelik alışmalar

Hayvan barınaklarından olan kirletici gaz salınımı tarım işletmelerinde en önemli kirlilik kaynaklarından birisidir. Çoğu araştırmacı, bu salınımların belirlenmesinde ve azaltılmasında kullanılabilecek teknik çözümleri bulmak amacıyla çalışmalar yapmaktadır (Zhang *et al.* 2005).

Yapılan bir çalışmada; yan duvarlarına yerleştirilen emici fanlarla havalandırma yapılan 12 000 yumurta tavuğu kapasitesine sahip kafes sistemli bir kümeste toplam partikül sayısının 18-103 partikül/ml, karbondioksit konsantrasyonunun 553-4424 ppm,

amonyak konsantrasyonunun 9-54 ppm, iç ortam sıcaklığının 17-30°C aralığında değişkenlik gösterdiği kaydedilmiştir. Soğuk havalara oranla sıcak havalarda ortalama karbondioksit ve amonyak konsantrasyonlarının daha düşük olduğu, ortalama partikül sayısının önemli derecede daha yüksek gerçekleştiği gözlenmiştir (Maghirang *et al.* 1991).

Havalandırmanın doğal olarak yapıldığı duraklı, ızgara tabanlı bir süt sığırı ahırında yapılan bir araştırmada; hayvanlara yemin verilmesi sırasında ve sonrasında ortamdaki karbondioksit ve metan gazının arttığı saptanmıştır. Geceleri ortamdaki bu gazlarda genel bir azalma görüldüğü, kış mevsiminde amonyak gazının yaz mevsimine göre %50 azaldığı, buna karşın karbondioksit ve metan gazının da sırasıyla %10 ve %20 artış gösterdiği bulunmuştur (Brose *et al.* 1998).

Almanya’da doğal havalandırmalı bir süt sığırı işletmesinde NH₃, CH₄, ve CO₂ gazlarının IR-spektrometreler ile barınak içindeki konsantrasyonları ve dış ortama olan salım oranları ölçülmüştür. Çalışma sonucuna göre, zararlı gaz konsantrasyonunda günlük ve mevsimsel etkiler kadar havalandırma oranı da etkili olmuştur. Metan ve karbondioksit salınımları, sabahın erken saatlerinde en düşük düzeyde, hayvanların yemlenme periyodunda en yüksek düzeyde olduğu ve bu artışın %30-50 arasında değiştiği belirtilmiştir. (Jungbluth *et al.* 2001).

Maghirang *et al.* (1995)’de belirli oranda yağ ile su karışımının hayvan barınaklarındaki gaz ve toz kontrolü için önemli bir teknik olduğunu bildirmektedirler.

Hayvan barınaklarının tabanına düşük dozlu kanola yağı püskürtülmesi ile alt ve üst solunum yollarını etkileyen partiküller sırasıyla %71 ve %76 oranında azaltılmıştır (Penner *et al.* 2001).

Kapsamlı bir çalışmada, hayvan barınaklarına kanola yağı püskürtülerek hidrojen sülfür ve amonyak konsantrasyonlarında %27 ve %30’luk bir azalma sağlanmıştır (Şimşek vd 2012).

Ülkemizde hayvan barınaklarındaki zararlı gazların azaltılması ve kontrolü için teknik çalışmalar yapılmasına karşın bu çalışmalar çok az sayıda olup gerekli önem verilmemektedir.

Atatürk Üniversitesi Ziraat İşletme Müdürlüğüne bağlı modern kümeste barınak içi ortama su ve yağ püskürtülerek yapılan gaz ve koku seviyelerini kontrol çalışması sonucunda; toz oranında %44, karbondioksit miktarında %30, amonyak miktarında %35.5, hidrojen sülfür miktarında %32 oranında azalma görülmüştür (Kocaman *et al.* 2005).

Atılğan vd (2005) tarafından yapılan bir çalışmada; Adana-Kayışlı köyünde yer alan 22 000 etlik piliç kapasiteli kümeste amonyak gazının tutulması için fosforik asit çözeltisi kullanılmıştır. Hazırlanan fosforik asit çözeltisi bu amaç için düzenlenen sisteme konularak, amonyak konsantrasyonunun yüksek olduğu dönemlerde sistem çalıştırılmış ve etkileri belirlenmiştir. Sistemin alt kısma yakın bölümlerinde bulunan deliklerden emilen hava ile kümes atmosferinin amonyak konsantrasyonu azaltılmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda barınak içindeki düzeneğin kurulduğu kısımda amonyak konsantrasyonunda %46, karbondioksit konsantrasyonunda %49'luk bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Aynı kümeste oluşan amonyak gaz düzeyinin yükselmesini önlemek amacıyla bu kez amonyak gazının, kümes tabanından 30 cm yukarısından emici sistemle emilerek kümes dışına taşınması planlanmıştır. Kümesin 13 m'lik dar kenarı boyunca, 50 mm çapında plastik boru, altlık materyalinden 30 cm yüksekliğe yerleştirilmiştir. Emici sistemin yüksekliği olan 30 cm, hayvanların boyu göz önüne alınarak belirlenmiştir. Böylelikle altlıktan kümes ortamına karışan amonyak, hayvanlara etki etmeden ortamdaki uzaklaştırılabilmektedir.

Amonyak gaz düzeyini zeolit kullanarak azaltmaya yönelik yapılan bir çalışmada 13x10 m²'lik alana sahip bir kümese serilen 146.5 kg altlığa ağırlığının %25'i oranında zeolit eklenmiştir. Zeolit tozunun uçarak hayvanlarda üst solunum yolu enfeksiyonuna yol açmasını önlemek amacıyla zeolitin üzeri çeltik kavuzu ile kaplanmıştır. Bu uygulamada da zeolitin serildiği bölgenin ortasına, sınırlarına ve kümesin uzun kenarına

paralel olarak toplam 8 adet sensör yerleştirilmiştir. Bu şekilde zeolit uygulamasının amonyak gazı konsantrasyonunu nasıl etkileyebildiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda kümeste amonyak konsantrasyonunun %30 oranında azaldığı görülmüştür (Eleroğlu ve Yalçın 2004).

Şimşek vd (2010), Bursa bölgesinde yumurta tavukçuluğu yapan üç farklı işletmede kirletici gaz unsurlarının ölçümünü yaparak kümeslerde en önemli kirletici gaz salınımının NH_3 , CH_4 ve NO_2 olduğu sonucuna varmışlardır. Yine 2012 yılında Bursa yöresinde doğal havalandırma ile havalandırılan aynı kapasiteye sahip üç farklı süt sığırları ahırında ortam havasında bulunan kirletici gaz unsurları ölçümü yapılmış ve bu ahırlarda en yoğun görülen kirletici gazların NH_3 ve H_2S olduğu saptanmıştır (Şimşek vd 2012).

2.1.4. Doğal ve yapay aydınlatma

Aydınlatma, hayvan barınaklarında önemli bir çevre koşulu ve barınak içerisinde sağlık koşullarını tamamlayan etmenlerden birisidir. Yeterli aydınlatma hayvan sağlığı ve barınakta çalışanların rahatlığı için önemlidir. Bu nedenle hayvan barınaklarının doğal ve yapay ışıktan yararlanılarak aydınlatılması gerekir (Ekmekyapar 1991).

Allen (1990)'da süt sığırları barınaklarında ışıklandırmanın verime etkisini araştırmak için genetik benzerlikleri aynı olduğu kabul edilen ineklerden 12'şerli iki grup oluşturmuş ve her iki grubu da aynı koşullar altında barındırmıştır. Birinci gruba günde sadece 8 saat doğal ışıklandırma sağlanırken, ikinci gruba 8 saatlik doğal ışıklandırmaya ek olarak 10 saatlik bir yapay ışıklandırma uygulamıştır. Sonuçta aynı koşullarda barındırılan ikinci grubun süt veriminde %15 oranında artış olduğunu ve süt yağında ise hafif düşüş meydana geldiğini saptamıştır. Araştırmacı, yaptığı bu çalışma sonucuna göre süt sığırları barınaklarında günlük optimum ışıklandırma süresini (doğal + yapay) 16-18 saat ve ışıklandırma yoğunluğunu da 50-100 lüks olarak önermektedir.

Genellikle hayvan barınaklarında toplam pencere alanının barınak taban alanına oranı doğal ışıklandırma için iyi bir ölçüt olmaktadır. Kapalı sığır ahırlarında pencere alanının ahır taban alanına oranının soğuk bölgelerde %3.5, ılık bölgelerde %5 ve sıcak bölgelerde ise %10 olması uygundur (Ekmekyapar 1991; Okuroğu ve Yağanoğlu 2015).

Aydınlatma ile yemleme ve iş kolaylığının sağlanması amaçlanır. Doğal ışıktan yararlanmak için ahır duvarlarına eşit aralıklarla pencereler yerleştirilir. Doğal aydınlatmada pencere yüzeyinin hesabında bölgenin iklim koşulları göz önüne alınmalıdır (Ayık 1985). Çoğunlukla ahır tabanının 1/15-1/20'si büyüklüğündeki pencere yüzeyi yeterli aydınlatmayı sağlar. Soğuk bölgelerde bu oran 1/25'e kadar düşürülebilir. Yapay aydınlatmada elektrik ampulleri ve floresan lambalar kullanılmaktadır. Yapay aydınlatmada 100 lüks'lük bir ışık şiddeti yeterli kabul edilir. Bunun için ahır tabanının 1 m²'sine 25-30 watt'lık ışık kaynağı yeterlidir (Anonim 2010c).

Hayvan barınakları planlanırken yeterli bir aydınlatmanın sağlanmasına çalışılmalıdır. Aydınlatma hayvan barınaklarında sağlık koşullarının oluşturulması yönünden önemlidir (Kızıloğlu 1996).

Çiftlik hayvanlarının yaşamlarını sürdürmelerinde, verimliliklerinde ve döllenme etkinliklerinin harekete geçirilmesinde ışığın önemi büyüktür. Barınaklarda istenilen sağlık koşullarını sağlamak ve verimliliği artırmak için aydınlatma yeterli olmalıdır (Şafak 2007). Aydınlatmada mümkünse floresan lambalardan yararlanılmalıdır. Her 1 m² zemin alanı için 2.5 watt ışık kaynağı kullanılmalıdır (Günel ve Kocaman 2007).

Hayvan sağlığı için doğal ışığa, su ve hava kadar gereksinim duyulur. Bundan başka, ahır içi işlerin yapılabilmesi için ahırda aydınlığın sağlanması gereklidir. Süt sığırı barınaklarında aydınlatmanın süt verimi üzerinde de etkili olduğu araştırmalarla saptanmıştır. Özellikle kapalı süt sığırı ahırlarında iyi bir doğal ve yapay aydınlatma sağlandığında süt veriminde %5–15 oranında artış sağlanabilmektedir (Toker vd 2010).

Hayvan barınaklarında öncelikle doğal aydınlatmadan yararlanılmalıdır. Bu amaçla pencereler kullanılmaktadır. Hayvan barınaklarında pencere alanı belirlenirken bölgenin iklim koşulları, yapılan hayvancılık faaliyetinin çeşidi ve amacı göz önüne alınmalıdır (Uzmay vd 2001).

Pencereler ahır içinde yeterli aydınlatma sağlamalı ve güneş ışığının ahır içine girmesine olanak vermelidir (Yağanoğlu 1988b).

İki sıralı ahırlarda pencereler karşılıklı uzun duvarlara eşit aralıklarla yerleştirilmelidir. Pencerelerin ahır tabanından yüksekliğinin yemlik yoluna yakın kısımlarda 1.20 m, hayvanların yaklaşabildiği kısımlarda ise 1.50 m olması uygundur (Akman 2003).

Doğal ışıktan yararlanılmayan kısımlarda ve akşam karanlığında ahırın yapay aydınlatılmasında 40–50 m²'lik taban alanı için 100 watt'lık ışık yeterlidir. Duraklı ahırlarda ışık kaynağı idrar kanalı üzerinde, bir sağ ve bir sol tarafta olmalıdır (Avcı 2009).

Buzağı ahırlarında her 20-30 m²'lik alan için 100 watt'lık ışık kaynağı ya da 6-9 m ara ile 7.5 watt'lık ışık kaynağı yeterli gelmektedir (Sağsöz vd 2005).

Yapılan araştırma sonucunda buzağı ahırlarında günlük 16 saatlik ışıklandırmanın sağlanması durumunda buzağılarda meme parankim dokularının büyüdüğü, ağırlığın ve yemden yararlanmanın arttığı, büyüme hızında %10 artış görüldüğü ve kızgınlık dönemine daha erken girdikleri bildirilmektedir (Arslan 2009; Anonim 2016b).

Kuzey enlemlerinde havanın daha soğuk olduğu bölgelerde güneş ışınlarına fazla miktarda gereksinim duyulur. Buna göre hayvan barınakları yıl boyunca güneş ışınlarını daha fazla alacak şekilde yönlendirilmelidir (Özdemir ve Karaman 2008).

2.1.5. Havalandırma

Havalandırma, herhangi bir yapı içerisinde kullanılmış ve zararlı gazlarla kirlenmiş havanın, doğal ve yapay yöntemler kullanılarak temiz hava ile değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015).

Hayvan barınaklarında havalandırmanın, hayvanlar için temiz hava sağlama, sıcaklık ve nem kontrolü, yapı içinde oluşan zararlı gazları ve kokuyu dışarı atma, yapı elemanları ve yemin bozulmasını önleme, hayvanları hastalıklardan koruma gibi işlevleri vardır (Uluata and Smith 1975). Bu işlevler mevsimlere göre farklılık gösterir. Havalandırma, kış mevsiminde barınak içerisinde biriken fazla nemi dışarı atarak barınak içi bağıl nemi istenilen düzeyde tutmayı, geçiş ve yaz mevsimlerinde ise barınak içerisinde biriken fazla ısıyı dışarı atarak sıcaklığı uygun sınırlar arasında tutmayı amaçlar (Kocaman 2008).

Hayvan barınaklarında havalandırma, hayvanlar için yeterli sağlık koşullarının oluşturulması, üretimin artırılması, uygun çalışma koşullarının sağlanması, ekipman ve binaların kullanım sürelerinin uzatılması yönünden gereklidir (Peralta *et al.* 2009)

Kış mevsimindeki havalandırmanın temel amacı, barınak içindeki bağıl nemin sabit tutulmasıdır. Sıcak hava, soğuk havaya karşın daha fazla nem tutabilme kabiliyetindedir. Kış aylarında hayvanların yaydıkları ısı nedeniyle havalandırma giriş deliklerinden barınak içerisine giren havanın sıcaklığı bir miktar yükselir ve dolayısıyla nem tutma kabiliyeti de artar (Beauchemin *et al.* 2010).

İçeri giren hava, hayvanlar tarafından barınak içine verilen nem ile altlıkta bulunan nemin bir kısmını içine alarak, havalandırma çıkış bacasından çıkar. Dışarıdan gelen hava içerde uzun süre kalırsa, yalıtım yapılmamış soğuk tavan, duvar ve cam yüzeylerine temas ederek bünyesinde tuttuğu nemi bu yüzeyler üzerine bırakır. Tavanda ve duvarda çöğlenen su taneciklerinin hayvanların üzerine damlaması, hayvan sağlığı ve

verimini olumsuz yönde etkiler ve yapı elemanlarının bozulmasına neden olur (Soyak 2006).

Barınak içinde gereğinden daha hızlı bir hava akımı, havanın hayvanların yaydığı ısı ile yeteri kadar ısınmadan dışarı atılmasına neden olur. Bu durumda bünyesine yeteri kadar nem almadan dışarı çıkan hava barınak içi neminin dışarı atılmasını gereği kadar sağlayamaz (Yaşa 2015).

Barınak içinde, hayvanların yaydığı ısı nedeniyle ısınan havanın hacmi genişleyerek birim hacim ağırlığı azalır ve ısınan hava yükselmeye çalışır. Bu sırada barınak dışındaki birim hacim ağırlığı fazla olan soğuk hava, havalandırma giriş deliklerinden barınak içine girerek içerideki sıcak havayı yukarıya doğru kaldırır (Kocaman vd 2007). Hayvanların ortama ısı vermeleri sürekli olduğundan yukarıya doğru hava akımı da sürekli (Karaman 2006). Isınan ve içerisine bir miktar nem alan hava çatıdaki havalandırma bacasından barınağı terk eder. Yükselen ve barınağı terk etmek için havalandırma bacasına yönelen havanın soğumamasını sağlamak için çıkış bacasının çok iyi yalıtılmış olması gerekir. Bu koşulların sağlanmaması durumunda soğuk baca iç yüzeyine çarpan nemli sıcak hava burada yoğunlaşarak yapı elemanlarının çürümesine neden olur ve nemini hayvanların üzerine damlalar halinde bırakarak hayvan sağlığını olumsuz yönde etkiler (Ekmekyapar 1991).

Buzağı ahırlarında barınak içi ortamı, buzağıları olumsuz yönde etkileyecek sıcaklığa ve neme sahip olmamalıdır. Buzağıların; strese girmelerini önleyecek, rahat hareket edebilmelerine olanak sağlayacak özellikte temiz ve cereyansız bir havaya sahip barınaklarda yetiştirilmesi gerekir. Buzağıların, sağlıklı büyüme ve gelişimleri ile birlikte mortalite (ölüm) ve morbidite (hastalığa yakalanma) oranını azaltan gerekli havalandırmayı sağlayabilen farklı havalandırma sistemine sahip barınaklar yapılmaktadır (Özyürek vd 2013).

Hayvan barınaklarında yaygın olarak doğal havalandırma ve emici tip mekanik havalandırma olmak üzere iki tip havalandırma sistemi kullanılır (Örüng vd 2009).

Rüzgâr ve sıcaklık farkı gibi doğal kuvvetlerin etkisiyle gerçekleşen havalandırmaya, doğal havalandırma adı verilir. Havalandırma oranı iç ve dış ortam sıcaklık farkına, rüzgâr hızı ve yönüne, yakın çevrede bulunan tepe, ağaç ve bina gibi engeller ile binadaki hava giriş çıkış açıklıklarının tasarım ve yerleşimine bağlıdır (Topaçoğlu 2013).

Doğal havalandırmada yapı içerisindeki kirli havanın dış ortama atılması ve temiz havanın yapı içerisine alınmasında rüzgâr, iç-dış ortam sıcaklık farkı ve hava giriş açıklığı ile hava çıkış açıklığı arasındaki yükseklik farkı parametreleri etkilidir (Holmes and Graves 1994).

Doğal havalandırma sisteminin etkin olabilmesi için yapı içerisindeki hava değişimini sağlayabilecek ve aralarında belli bir yükseklik farkı bulunan hava giriş ve çıkış açıklıklarının bulunması gereklidir. Açıklıkların büyüklüğü, şekli ve konumu havalandırma oranını önemli ölçüde etkiler (Okuroğlu 1988).

Doğal havalandırmada hava çıkış açıklıkları mahyada yapılan bacalar aracılığı ile sağlanabilir. Bacaların yapım ve düzenlenmesinde aşağıdaki koşullar göz önüne alınmalıdır (Ekmekyapar 1991).

- a.** Havalandırma bacasının boyutları 40 x 40 cm'den az 100 x 100 cm'den fazla olmamalıdır.
- b.** Havalandırma baca sayısının bulunmasında en çok 100 m² barınak taban alanı için bir baca hesaplanır.
- c.** Bacanın üst düzeyi mahyadan en az 50 cm yüksekte olmalıdır.
- d.** Birden fazla baca kullanıldığında baca kesitleri aynı olmalı, beşik çatılı ahırlarda mahyada şaşırtmalı olarak yerleştirilmeli ve eşit aralıklarda yapılmalıdır.
- e.** Değişik oranlardaki havalandırma kapasitelerini ayarlamak için, havalandırma bacalarının içine ayarlı kapak (klapeler) konulmalıdır.

Rüzgâr etkisinin çok az olduğu kışın soğuk dönemlerinde, iç ve dış sıcaklık farkı etkisiyle havalandırma işlevinin yerine getirilmesi için doğal havalandırmalı barınaklarda çatı eğiminin 14 dereceden az olmaması önerilir. Bu değerden daha küçük çatı eğimine sahip barınaklarda, barınak içerisinde ısınan havanın, çatının en yüksek kısmına (çatı mahyasına) yerleştirilen hava çıkış açıklıklarına yönelmesi ve dışarı çıkması zorlaşır. Bunun sonucu olarak da havalandırma etkinliği düşer. Çatının alt yüzeyinin düzgün olmaması havalandırma etkinliğini azaltan diğer bir etmendir (Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015). Erzurum yöresinde kapalı hayvan barınaklarında çatı eğimi en az %26, en fazla %35 arasında olmalıdır (Yıldırım ve Ergenekon 2004).

Hayvan barınaklarında doğal havalandırma için bırakılan hava giriş açıklıklarının yerleri çoğunlukla barınağın genişliğine ve hayvanların barınak içindeki yerleştirilme şekline bağlıdır (Yağanoğlu 1990). Hava giriş açıklığı olarak pencere altlarında bırakılan açıklıklar, vasisdaslı pencereler, saçak altında bırakılan sürekli açıklıklar, uzun duvarlarda bırakılan bireysel hava giriş delikleri ve uzun duvarlarda bırakılan hava giriş açıklıkları (havalandırma panelleri) kullanılabilir (Ekmekyapar 1991).

Ilıman iklim (ılık hava) koşullarında rüzgârın doğal havalandırmadaki etkisini arttırmak için, barınak yan duvarlarına yapılacak hava giriş açıklıklarının yeterince büyük olması gerekir. Özellikle barınak tavanına yakın uygun şekilde planlanan açıklıklardan içeri alınan hava, havalandırma etkinliğini artırır ve hayvanların soğuk havadan zarar görmesini önler. Bu açıklıklar, soğuk havalarda rüzgârın hayvanlar üzerinde oluşturacağı olumsuz etkiyi (stresi) önlemek için, ayarlanabilen kapaklarla dış hava sıcaklığına bağlı olarak kısmen kapatılmalıdır. Soğuk iklim koşullarında saçak altına yakın bölgede bırakılacak 0.1–0.2 metre genişliğindeki hava giriş açıklıkları, gerekli temiz havanın barınak içerisine girmesi için çoğu kez yeterli olabilmektedir (Ekmekyapar 1991).

Tabana yakın hava giriş açıklıkları, giren taze havayı duvarlar boyunca tavana doğru yöneltecek şekilde planlanmalıdır. Böylece barınak içerisine giren taze havanın duvar boyunca yukarı doğru yönelip tekrar zemine doğru dönmesiyle barınak içerisindeki

hayvanları rahatsız edecek şekilde bir hava cereyanı meydana getirilmemiş olur (Okuroğlu 1988).

Doğal havalandırma sisteminin planlama esasları (Olgun 2009)'da aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Havalandırma sisteminde uygun şekilde yerleştirilmiş yeterli sayıda ve boyutta hava giriş açıklıkları olmalıdır.
- İçeriye giren havaya; döşeme veya tavanı yalayıp geçmeyecek, dışarıya doğru akışı güçleştirmeyecek ve hayvanların üzerinde hava cereyanı oluşturmayacak şekilde yön verilmelidir.
- Dışarıya atılacak havanın binayı uygun bir hızda terk etmesini sağlayacak kapasitede bir hava çıkış açıklığı bulunmalıdır. Bu çıkış açıklığı uygun bir fan, özenle planlanmış bir açıklık veya çatı aşıkları arasında bu amaç için bırakılmış açıklıklar olabilir.
- Rüzgârın olup olmaması havalandırma sisteminin iyi bir şekilde çalışmasına engel olmamalı ve ani hava değişikliklerinden olumsuz yönde etkilenmemelidir.

Soğuk hava depolarında olduğu gibi yapı içerisine hava girişinin tabandan ya da tabana yakın planlanmış açıklıklardan zemin altına döşenen borular yardımıyla sağlandığı havalandırma sistemleri hayvan barınakları dışında bazı sektörlerde uygulanmaktadır.

Hastanelerin yoğun bakım ünitelerinde (Teksöz 2007), ameliyathanelerde (Ergon 2000), yeraltı taşıma sistemleri istasyonlarında (Kayılı ve Eralp 2011), konutlarda (Anonim 2012), maden ocaklarında (Yaman 2009; Ediz vd 2001) yeraltına ya da tabana havalandırma boruları döşenerek mekanik havalandırma sistemlerinden emici tip havalandırma sistemleri ile havalandırmanın daha etkin bir şekilde sağlandığı belirtilmektedir.

Hayvan barınakları dışında bazı sektörlerde uygulanan zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin yöntemini belirlemek amacıyla ülkemizde ve dünyada bu

konuda yapılmış çalışmalar gözden geçirilmiştir. Bu tip havalandırma sistemlerinin yüksek maliyetleri nedeniyle fizibilitesinin uygun olmaması hayvan barınaklarında kullanıma olanağını kısıtlamıştır (Ongley 1996; Aydın ve Derinöz 2013). Yapılan literatür çalışmalarında ülkemizde bu tip bir havalandırma sisteminin uygulanmasına rastlanmamıştır.

Bölgemizde, ülkemizde ve dünyada hayvan barınaklarına ilişkin araştırmalar incelendiğinde; işletmelerin kuruluş amaçları, barınak sistemleri, gübre işletim sistemleri, yemleme sistemleri, alet ve ekipman durumu hemen hemen benzerlik göstermektedir. Barınaklarda havalandırma sistemleri değerlendirildiğinde çoğunlukla doğal ve mekanik havalandırma sistemlerinin uygulandığı fakat zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulanmadığı görülmüştür.

Barınak içerisine temiz havanın zemin altında dolaşan borular aracılığıyla alınması durumunda özellikle doğal havalandırmada hava giriş açıklığı ile hava çıkış açıklığı arasındaki yükseklik farkı (etkili yükseklik) artacağından baca ve gravite etkisi de artar, hava çıkış hızı yükselir ve daha etkin bir havalandırma yapılabilir. Bununla birlikte; zemin altına döşenen borularla barınak içine giren dış hava, pencere ve yan duvarlardaki açıklıklardan giren havaya göre özellikle kış günlerinde biraz ısınarak barınak içine alınabilir (Yılmazoğlu 2010).

Doğal havalandırmalı ahırlarda uygun bir havalandırma sağlamak için Erzurum koşullarında BHB (büyükbaş hayvan birimi) başına önerilen havalandırma miktarları kış, geçiş ve yaz mevsimlerinde sırasıyla 90.1 m³/h, 273.2 m³/h, 365.1 m³/h'dir (Okuroğlu 1989).

Buzağı ahırlarında kış ve geçiş mevsimleri için hayvan başına sırasıyla 0-1.5 aylık buzağılar için 15.5 m³/h ve 46 m³/h, 1.5-3 aylık buzağılar için 26 m³/h ve 69 m³/h, 3 aydan büyük danalar için yaşlarına göre 51-67 m³/h arasında değişen ortalama 57 m³/h ve 115-150 m³/h arasında değişen ortalama 127 m³/h havalandırma yapılmalıdır. Barınakta gerekli olan hava çıkış ve giriş açıklıkları toplam kesit alanları 0-1.5 aylık,

1.5-3 aylık buzağılar ve 3 aydan büyük danaların barındırıldığı bölmelerde sırasıyla 0.022 m²/buzağı ve 0.0164 m²/buzağı; 0.033 m²/buzağı ve 0.025 m²/buzağı; 0.056 m²/dana ile 0.073 m²/dana ve 0.042 m²/dana ile 0.054 m²/dana'dır. Belirtilen havalandırma açıklıkları kesit alanları geçiş mevsimlerindeki gerekli havalandırma kapasitesi için olup kış mevsiminde bu değerler ayarlı kapaklarla ayarlanmalıdır (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989).

Hayvan barınaklarının havalandırılması sırasında içeride hızlı bir hava akımının oluşmasından kaçınılmalıdır. Hızlı hava akımı hayvanlar için zararlıdır. Uygun sıcaklık koşullarında barınak içindeki hava akım hızının 0.15-0.40 m/s arasında olması uygundur (Okuroğlu 1989; Ekmekyapar 1991).

Buzağı ahırlarında kış, geçiş mevsimi ve yaz mevsimleri için hayvan başına yapılacak ortalama havalandırma miktarı ile barınak içi hava akım hızları Çizelge 2.2'de verilmiştir (Okuroğlu 1987; Ekmekyapar 1991; Polat 2007; Olgun 2009).

Çizelge 2.2. Buzağı ahırlarında kış, geçiş ve yaz mevsimleri için ortalama barınak içi hava akım hızları ve hayvan başına yapılacak havalandırma miktarları

Parametreler	Kış mevsimi	Geçiş mevsimleri	Yaz mevsimi
Havalandırma miktarı (Q)	17 m ³ /h	45 m ³ /h	85 m ³ /h
Barınak içi hava akım hızı (V)	0.3 m/s	0.75 m/s	1.5 m/s

Hayvan barınaklarında ısı dengesinin hesaplanmasında Holmes and Graves (1994), Ekmekyapar (2001), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen $q_d = q_h + q_b$ eşitliği kullanılabilir. Eşitlikte;

q_d = Hayvanlar tarafından ortama yayılan duyulur ısı (Kcal/h)

q_h = Havalandırma ile kaybolan ısı (Kcal/h)

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)'dır.

Hayvanlar tarafından ortama yayılan ısı ve su buharı miktarları belirlenirken hayvanların toplam vücut yüzey alanları göz önüne alınır. Hayvanların toplam vücut yüzey alanlarının saptanmasında Ekmekyapar (1991)'de önerilen $A_h = 0.15 \times W^{0.56}$ eşitliğinden yararlanılabilir. Eşitlikte;

A_h = Buzağının toplam vücut yüzey alanı (m^2)

W = Buzağının canlı ağırlığı (kg)'dir.

Her m^2 vücut yüzey alanından ortama yayılan duyulur ısı ve su buharı miktarı sırasıyla $10^\circ C$ 'de 125 Kcal/h ve 103 g/h; $15^\circ C$ 'de 105 Kcal/h ve 125 g/h olarak alınabilir (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989; Ekmekyapar 1991).

Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı miktarı Yağanoğlu (1990), Ekmekyapar (2001)'de verilen $q_b = U \times A \times (t_i - t_d)$ eşitliği ile belirlenebilir. Eşitlikte;

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)

U = Yapı elemanının ısı geçirme katsayısı ($Kcal/m^2 \text{ } ^\circ C/h$)

A = Yapı elemanı yüzey alanı (m^2)

t_i = Ahır içi sıcaklığı ($^\circ C$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^\circ C$)'dir.

Yapı elemanları ısı geçirme katsayısının (U) hesaplanmasında Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen; $U = 1/R$, $R = (1/f_i) + (d_1/\lambda_1) + (d_2/\lambda_2) + \dots + (d_n/\lambda_n) + (1/f_d)$ eşitliklerinden yararlanılabilir. Eşitliklerde;

U = Isı geçirme katsayısı ($Kcal/m^2 \text{ h } ^\circ C$)

R = Isı geçirme direnci ($m^2 \text{ h } ^\circ C/Kcal$)

f_i = Yapı elemanı iç yüzey geçirgenliği ($Kcal/m^2 \text{ h } ^\circ C$)

f_d = Yapı elemanı dış yüzey geçirgenliği ($Kcal/m^2 \text{ h } ^\circ C$)

d_1, d_2, d_n = Yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin kalınlıkları (m)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ = Yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları (Kcal/m² h °C)

Çeşitli yapı elemanlarının yüzey geçirgenlikleri Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'ndan, yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları da Anonim (2016e)'dan alınabilir.

Havalandırmayla kaybolan ısı miktarı Balaban ve Şen (1988), Ekmekyapar (1991), Kocaman vd (2007)'de verilen $q_h = 0.29 \times Q \times (t_i - t_d)$ eşitlikle saptanabilir. Eşitlikte;

q_h = Havalandırma ile kaybolan ısı (Kcal/h)

Q = Havalandırma miktarı (m³/h)

t_i = Ahır içi sıcaklığı (°C)

t_d = Dış hava sıcaklığı (°C)'dir.

Isı dengesi için gerekli havalandırma miktarı; $Q_{Is1} = (q_d - q_b) / (0.29 \times (t_i - t_d))$ eşitliği ile hesaplanabilir (Hellickson and Walker 1983; Ekmekyapar 2001; Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015). Eşitlikte;

Q_{Is1} = Isı dengesi için gerekli havalandırma miktarı (m³/h)

q_d = Hayvanlar tarafından ortama yayılan duyulur ısı (Kcal/h)

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)'dır.

t_i = Ahır içi sıcaklığı (°C)

t_d = Dış hava sıcaklığı (°C)'dir.

Nem dengesi için gerekli havalandırma miktarının hesaplanmasında Alkan (1972), Ekmekyapar (1991)'de verilen $Q_{nem} = n / (n_i - n_d)$ eşitliğinden yararlanılır. Eşitlikte;

Q_{nem} = Nem dengesi için gerekli havalandırma miktarı (m³/h)

n = Hayvanların ortama verdiği su buharı (g/h)

n_i = İç havanın mutlak nemi (g/m³)

n_d = Dış havanın mutlak nemi (g/m³)'dür.

Doğal havalandırma için havalandırma bacalarındaki hava akım hızı ve havalandırma açıklıklarının kesit alanlarının saptanmasında Ekmekyapar (1991), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen; $V = 110 (h(t_i - t_d) / (273 + t_d))^{1/2}$, $Aç = Q/V$, $Ag = (0.75 \times Aç) - (0.003 \times Ap)$, $Ag = 2/3 \times Aç$ eşitlikler kullanılabilir. Eşitliklerde;

V = Hava çıkış hızı (m/dak.)

h = hava girişi ile hava çıkışı arasındaki yükseklik farkı (Etkili yükseklik) (m)

t_i = Ahır içi sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)'dir.

$Aç$ = Havalandırma bacası toplam kesit alanı (m^2)

Q = Toplam havalandırma ($m^3/dak.$)

Ag = Hava giriş açıklıkları toplam kesit alanı (m^2)

Ap = Pencere toplam alanı (m^2)'dir.

Doğal havalandırmayı; dış hava hareketi ve rüzgârın etkisi, iç ve dış sıcaklık farkından oluşan baca ve gravite etkisi idare eder (Ekmekyapar 1991).

Doğal havalandırmada; toplam havalandırma kapasitesi $Q = [(Q_r)^2 + (Q_g)^2]^{1/2}$ eşitliği ile de belirlenebilir (Yağanoğlu vd 2001). Eşitlikte;

Q = Doğal havalandırmada toplam havalandırma miktarı (m^3/s)

Q_r = Rüzgâr etkisiyle sağlanan havalandırma miktarı (m^3/s)

Q_g = Gravite etkisiyle havalandırma miktarı (m^3/s)

Dış hava hareketi ve rüzgâr etkisiyle sağlanan havalandırma $Q_r = EAV$ eşitliği ile hesaplanabilir (Ekmekyapar 1991; Yağanoğlu vd 2001). Eşitlikte;

Q_r = Rüzgâr etkisiyle sağlanan havalandırma miktarı (m^3/s)

A = Hava giriş açıklığı alanı (m^2)

V = Ortalama rüzgâr hızı (m/s)

E = Hava giriş açıklığının etkinliğine bağlı katsayı (Tarımsal yapılar için genellikle 0.35 değerinin alınması önerilmektedir.)

Baca ve gravite etkisiyle havalandırma miktarı $Q_g = A.C.[(2.g.h.\Delta t)/(273+t_d)]^{1/2}$ eşitliği yardımıyla saptanabilir (Yağanoğlu vd 2001). Eşitlikte;

Q_g = Gravite etkisiyle havalandırma miktarı (m^3/s)

A = Hava çıkış açıklığı alanı (m^2)

C = Hava çıkış açıklığının etkililik oranı (Tarımsal yapılar için genellikle 0.50 değerinin alınması önerilmektedir.)

g = Yerçekimi ivmesi ($9.81 m/s^2$)

h = Hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (m)

Δt = Barınak içi ve dış hava arasındaki sıcaklık farkı ($^{\circ}C$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

Doğal havalandırmada gravite etkisi, barınak içi sıcaklığının dış hava sıcaklığından daha yüksek ve iki ortam arasındaki sıcaklık farkının en düşük $4^{\circ}C$ olduğu durumlarda görülür (Ekmekyapar 1991).

Kış mevsimi için doğal havalandırma miktarının hesaplanmasında, dış hava sıcaklığı olarak Aralık, Ocak, Şubat aylarındaki toplam saatlerin %97.5'inde görülen en düşük sıcaklık alınabilir. Bu yöntemle belirlenen dış hava proje sıcaklıkları bazı il merkezleri için Çizelge 2.3'de verilmiştir (Ekmekyapar 1991).

Havalandırma hesaplarında proje dış sıcaklığı olarak Aralık, Ocak, Şubat aylarındaki toplam saatlerin %97.5'inde görülen en düşük sıcaklığın alınması, ahır yapım maliyetini ve yalıtım faktörlerini fazlaca artırmaktadır. Sığırlar için uygun sıcaklık aralığı geniş bir aralıkta değiştiğinden proje dış sıcaklığı olarak yörenin en soğuk ay ortalama düşük sıcaklığının alınması daha uygundur (Okuroğlu 1989). Bu sıcaklıkta Erzurum için $-14.3^{\circ}C$ dir (Anonim 2016c).

Çizelge 2.3. Bazı il merkezlerine göre kış aylarındaki toplam saatlerin %97.5’inde görülen en düşük sıcaklıklar

İl merkezi	Sıcaklık (°C)	İl merkezi	Sıcaklık (°C)	İl merkezi	Sıcaklık
Adana	0	Sivas	-18	İstanbul	-3
Konya	-12	Erzurum	-21	Samsun	-3
Ankara	-12	Elazığ	-12	Tekirdağ	-6

Kış mevsimlerinde sığır ahırlarında 10-15°C, buzağı ve düve ahırlarında 10-14°C, koyun ağıllarında 10-13°C, yumurta tavuğu kümeslerinde 13-18°C, kasaplık piliç kümeslerinde ise 18-21°C arasında değişen sıcaklıklar barınak içi proje sıcaklığı (t_i) olarak alınabilir (Ekmekyapar 1991).

Barınaklarda özellikle baca ve gravite etkisiyle olan havalandırmanın etkinliğini artırmak için hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı (etkili yükseklik) oldukça büyük tutulmalıdır. Ekmekyapar (1991), hayvan barınaklarında hava giriş açıklığı ile hava çıkış açıklığı arasındaki yükseklik farkının (h) 1.0-1.5 m’den, Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015) da 1.5-2 m’den az olmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Süt sığırı ve besi sığırı için yapılan bütün kapalı ahırlarda taban düzenlemesi serbest ahır, duraklı ahır ve serbest duraklı ahır tiplerine göre planlanır (Usta 2011).

Hayvancılık işletmelerinde buzağılar yetişkin hayvan gruplarından ayrı bir yapı içerisinde planlanmış bireysel buzağı bölmelerinde, grup bölmelerde veya ahırın dışında buzağı kulübelerinde barındırılmalıdırlar (Büyükörsal 2010). Buzağı bölmelerinin tabanında yataklık kullanılmalı ve idrar kanalına doğru en az %1.5 eğimli olmalıdır (Kartal and Yanar 2011). İdrar kanalı genişliği; elle ya da mekanik temizlemeye bağlı olarak en az 30 cm, mekanik küreyiciler kullanılıyorsa en az 60-80 cm alınmalıdır. Kanal derinliği en az 20 cm olmak koşuluyla, gübre temizleme sık aralıklarla yapılmıyorsa 40 cm alınabilmektedir (Olgun 2009).

Ahır yapımında eski yıllarda kâgir duvarlar, kerpiç duvarlar, taş duvarlar kullanılırken son yıllarda tuğla duvarlar, hafif blok veya gazbeton duvarlar, beton ve betonarme duvarlar daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Karaman ve Cemek 2006). Ahırların tabanından saçağa kadar olan yüksekliği yörenin iklim koşullarına ve hayvan sayısına göre değişmekle birlikte 3-3.5 m arasında olmalıdır (Olgun 2009).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmaya konu olacak materyal ve uygulamada izlenecek yöntem üzerinde durulmuştur.

Hayvan barınakları dışında bazı sektörlerde uygulanan zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin hayvan barınaklarında etkinliğini ortaya koymak amacıyla ülkemizde ilk defa bu şekilde bir çalışma yapılmış ve çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliğinde yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Bölgede hayvansal üretim yapan işletmelerin eğitim araçlarıyla bilgi teknolojilerini geliştirmek, bu teknolojileri hayvancılığa dayalı kuruluşlara aktarmak, teknik tarımsal sistemleri ve modern yetiştiricilik tekniklerini kullanarak daha kârlı üretim yapmasına yardımcı olmak, hayvan yetiştiricilerinin bilinç düzeyinin ve farkındalığının artırılmasını sağlamak amacıyla; T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından desteklenen, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Atatürk Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı işbirliğinde bölgeye örnek olabilecek sığırcılık tesisi projesi hazırlanmış ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bu proje uygulanmıştır. Projenin yapım aşamasında çalışmanın altyapısını ve materyalini; bu projenin bağımsız ünitelerinden biri olan 48 baş buzağı kapasiteli 150 m²'lik taban alanına sahip buzağı ahırını oluşturmaktadır.

Araştırma materyalinin yer aldığı Erzurum ilinin toplam nüfusu 784 941 olup bunun da 402 235'i il merkezinde yaşamaktadır. Erzurum yoğun göç veren illerden biri olduğundan yüzölçümünün büyüklüğüne paralel bir nüfus barındırmaz (Anonim 2016d).

Erzurum’da karasal iklim özellikleri egemendir. İlde en soğuk ayın en düşük sıcaklıklar ortalaması -14.3°C , en yüksek sıcaklıklar ortalaması 27.3°C , en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -9.3°C , en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 19.4°C , en düşük sıcaklık -37.2°C ve en yüksek sıcaklık ise 36.5°C olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1). Yıllık yağış tutarı 453 mm kadardır. En az yağış kış devresinde düşer. Bu devrenin yağışları kar biçiminde olup, kar yağışlı gün sayısı 50 ve kar örtüsünün yerde kalış süresi ise 114 gün kadardır. En yağışlı devre ilkbahar ve yaz mevsimleridir (Anonim 2016c).

Çizelge 3.1. Erzurum ili iklim verileri

Parametre	Ock.	Şbt.	Mrt.	Nsn.	Mys.	Haz.	Tem.	Ağs.	Eyl.	Ekm.	Ksm.	Ara.
En düşük sic. ($^{\circ}\text{C}$)	-36.0	-37.0	-33.2	-22.4	-7.1	-5.6	-1.8	-1.1	-6.8	-14.1	-34.3	-37.2
En yük. sic. ($^{\circ}\text{C}$)	8.0	10.6	21.4	26.5	29.1	32.2	35.6	36.5	33.3	27.0	17.8	14.0
En düş. sic. ort. ($^{\circ}\text{C}$)	-14.3	-13.0	-6.9	0.1	4.1	7.1	11.0	10.8	6.0	1.5	-4.3	-10.6
En yük. sic. ort. ($^{\circ}\text{C}$)	-4.0	-2.4	2.9	11.2	16.9	21.9	26.7	27.3	22.7	15.3	6.7	-1.0
Ort. sic. ($^{\circ}\text{C}$)	-9.3	-7.9	-2.3	5.5	10.6	14.9	19.3	19.4	14.6	8.0	0.7	-6.1
Ort. bağ. nem (%)	77.0	74.2	75.0	56.7	60.7	54.9	51.1	50.3	49.8	62.9	82.0	81.3
Ort. rüz. hızı (m/s)	2.26	2.39	2.81	3.33	3.06	3.01	3.22	2.97	2.55	2.51	2.21	2.16
Ort. yağış mik. (kg/m^2)	14.0	18.0	37.3	54.9	65.0	38.2	24.4	14.0	23.1	36.3	27.3	27.9

Erzurum İlinde hayvancılık temel geçim kaynaklarının başında gelmektedir. İlde 2015 yılında 654 568 adet büyükbaş hayvan ile 717 843 adet küçükbaş hayvan bulunmakta (Çizelge 3.2), özellikle son yıllarda hayvancılıkta bir gelişme gözlenmektedir (Anonim 2016d).

Çizelge 3.2. Erzurum ili büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığı

Yıllar	Büyükbaş Hayvan				Küçükbaş Hayvan		
	Yerli	Melez	Kültür	Toplam	Koyun	Keçi	Toplam
2005	334 672	177 732	16 393	528 797	735 974	83 974	819 948
2010	205 518	312 203	25 356	543 077	590 964	60 289	651 253
2015	55 818	516 589	82 161	654 568	633 390	84 453	717 843

Araştırma ahırında iklim parametrelerinin ve kirletici gaz konsantrasyonlarının ölçümünde; Digital Humidity and Temperature Meter, CFM/CMM Anemometer/Psychrometer Datalogger ve Industrial Scientific IBRID MX6 Çoklu Gaz Ölçer kullanılmıştır.

Digital Humidity and Temperature Meter 0.0°C ile +50.0°C aralığında sıcaklık, %20.00 ile %90.00 aralığında bağıl nem, CFM/CMM Anemometer/Psychrometer Datalogger -20.00°C ile +60.00°C aralığında sıcaklık, %0.00 ile %100.00 aralığında bağıl nem, 0.01 m/s ile 25.00 m/s aralığında rüzgar hızı, Industrial Scientific IBRID MX6 Çoklu Gaz Ölçer 0.00 ile 1000.00 ppm aralığında amonyak, 0.00 ile 100.00 ppm aralığında hidrojen Sülfür, 0.00 ile 10.00 ppm aralığında Sülfür dioksit, 0.00 ile 100.00 ppm aralığında karbonmonoksit, 0.00 ile 10000.00 ppm aralığında karbondioksit, 0.00 ile 20000.00 ppm aralığında metan ölçebilme özelliğindedirler.

3.2. Yöntem

Buzağı ahırının plan ve projelendirilmesi, yapı elemanlarının seçimi ve boyutlandırılması, Yağanoğlu (1981), Webster (1984), Kılıç (1986), Anonim (1987), Balaban ve Şen (1988), Okuroğlu (1988), Okuroğlu (1989), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Yağanoğlu (1990), Ekmekyapar (1991), Şimşek (1996), Yağanoğlu (2000), Ekmekyapar (2001), Uzmay vd (2001), Akman (2003), Altun (2004), Polat (2007), Şafak (2007), Kocaman (2008), Olgun (2009), Toker vd (2010), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de belirtilen esaslara göre yapılmıştır.

Zemin altı borulu havalandırma sistemi ve pencereler aracılığı ile doğal olarak havalandırılan ahırda ölçümü yapılan parametrelerin doğru ve geçerli bir şekilde alınabilmesi ve sonuçların karşılaştırılabilmesi için ahırın dört tarafının da açık olması koşuluna uyulmuştur.

Buzağı ahırının kurulduğu alanda ahır kurulmadan önce zemin ve drenaj özelliklerine yönelik etütler yapılmış olup ahır yerinin bu özellikler yönünden uygun olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın materyalini oluşturan 150 m²'lik buzağı ahırında yeni doğan buzağılar 2 ay boyunca yan duvarlara bitişik 28 adet bireysel bölmelerde, 2-6 ay arasında olanlar da ahırın ortasındaki 4 adet grup bölmelerinde barındırılmıştır (Şekil 3.1).

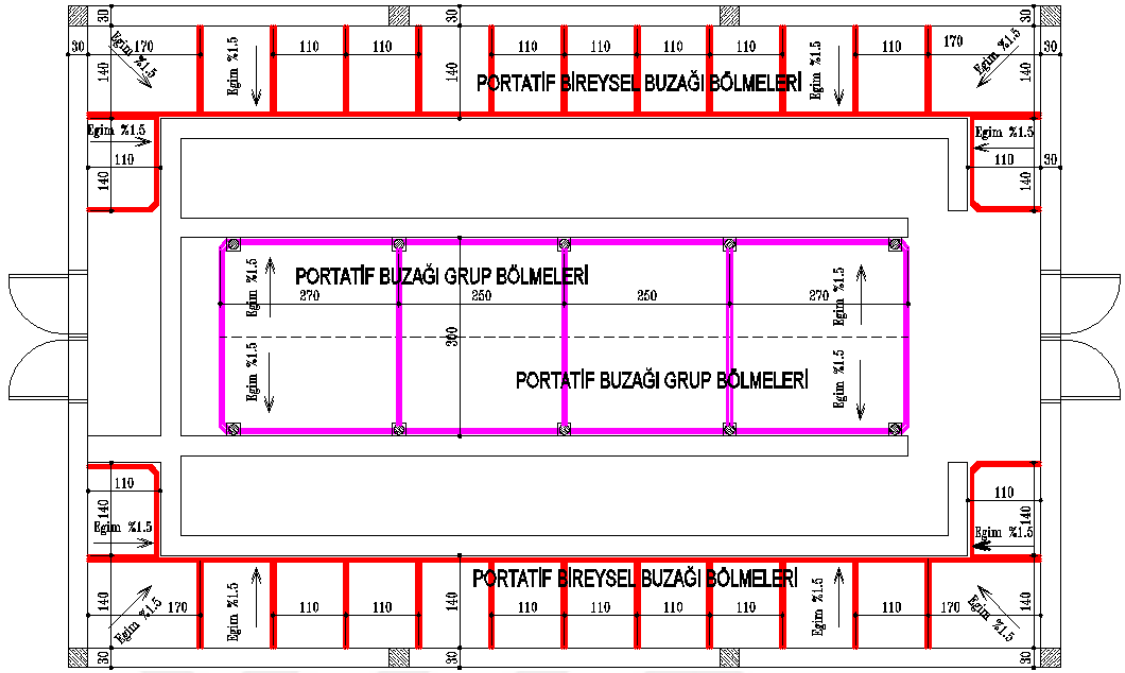
Şimşek (1996)'ya göre Avrupa Birliği'nin 91/629/EEC sayılı kararı doğrultusunda, buzağı ahırlarında buzağıkların rahatlığını sağlayacak alanlar (Çizelge 3.3)'de verilmiştir.

Avrupa Birliği kriterlerine göre buzağı ahırında hayvan başına ayrılacak en yüksek 3 m²'lik alan göz önüne alındığında 48 baş için 3x48=144 m² alan gereklidir. 48 başlık buzağı ahır kapalı alanı 150 m² olarak planlanmıştır. Buzağı ahır 10 m genişliğinde ve 15 m uzunluğunda yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Buzağıkların barındırılma biçimi ve gereksinim duyduğu alanlar

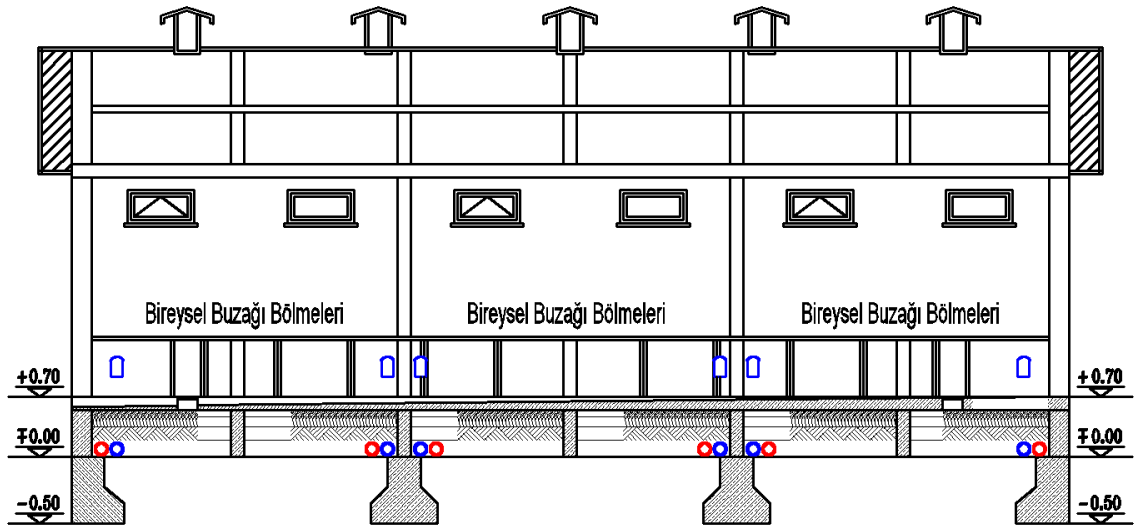
Buzağı Yaşı	Gereksinim Duyulan Alan	Olağandışı Durumlar
İlk 2 hafta	Bireysel bölmeler (altlıklı, bölme boyutu: 80x120 cm)	-
3-8 hafta	Grup bölmeler (altlıklı, hayvan başına 1-3 m ² ve her bölme en az 4 m ²)	Bireysel bölmeler (altlıklı, uzunluk 160-180 cm, genişlik 90-100 cm)
9 hafta ve üzeri	Grup bölmeler (altlıklı, hayvan başına ortalama 1.5 m ² ve her bölme en az 6 m ²)	-

Ahır içerisinde dört köşede 140 x 170 cm boyutlarında 4 adet, her iki uzun kenarında 110 x 140 cm boyutlarında 10'ar adet (2x10) ve her iki kısa kenarında köşelere yakın 110 x 140 cm boyutlarında 4 adet, toplam 28 adet bireysel buzağı bölmesi oluşturulmuştur. Ahırın orta bölgesinde iki başta 270 x 300 cm boyutlarında 2 adet, ortada 250 x 300 cm boyutlarında 2 adet olmak üzere toplam dört adet grup bölmesi öngörülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Ahır tabanında buzağı bölmelerinin düzenlenmesi

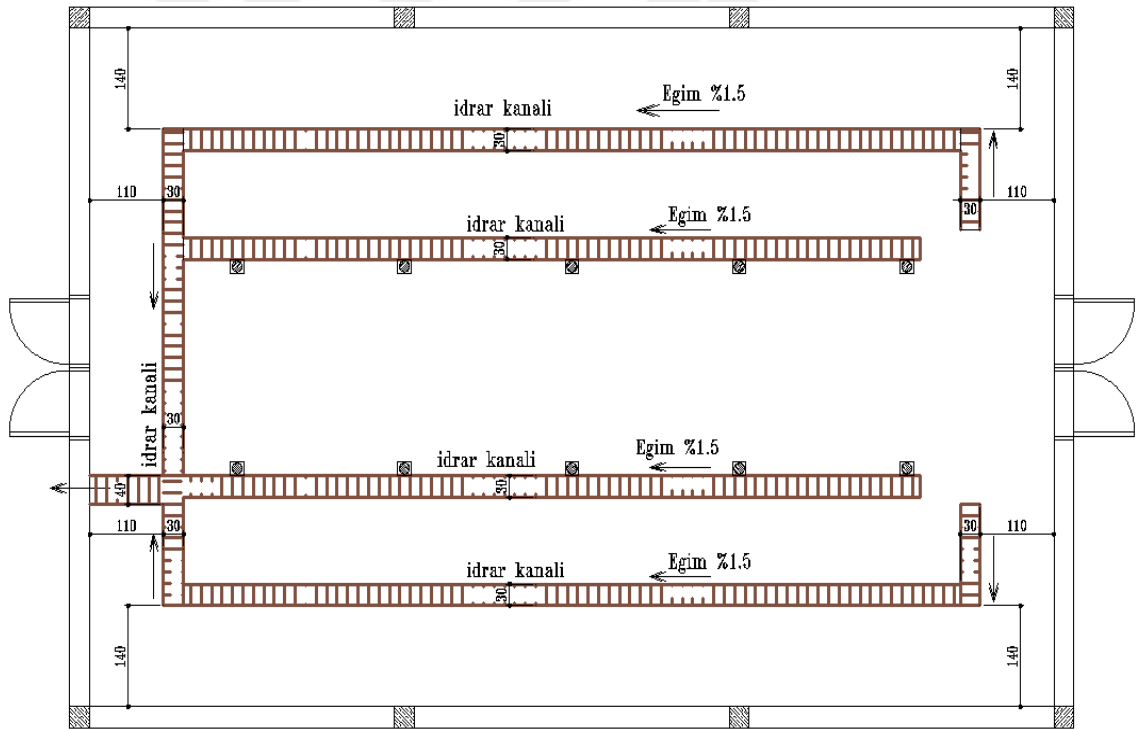
Temel derinliği 50 cm olup sürekli temel olarak projelendirilmiştir. Barınak tabanı dış zeminden 70 cm yukarıda olacak şekilde temel yükseltilmiştir. Ahırın uzun duvarları boyunca 5 m aralıklarla 30x30 cm boyutunda 4 adet kolon yerleştirilmiş, kolonlar temelde yapılan 50x50 cm boyutunda, 50 cm yüksekliğindeki kolon pabuçlarına bağlanmıştır (Şekil 3.2).



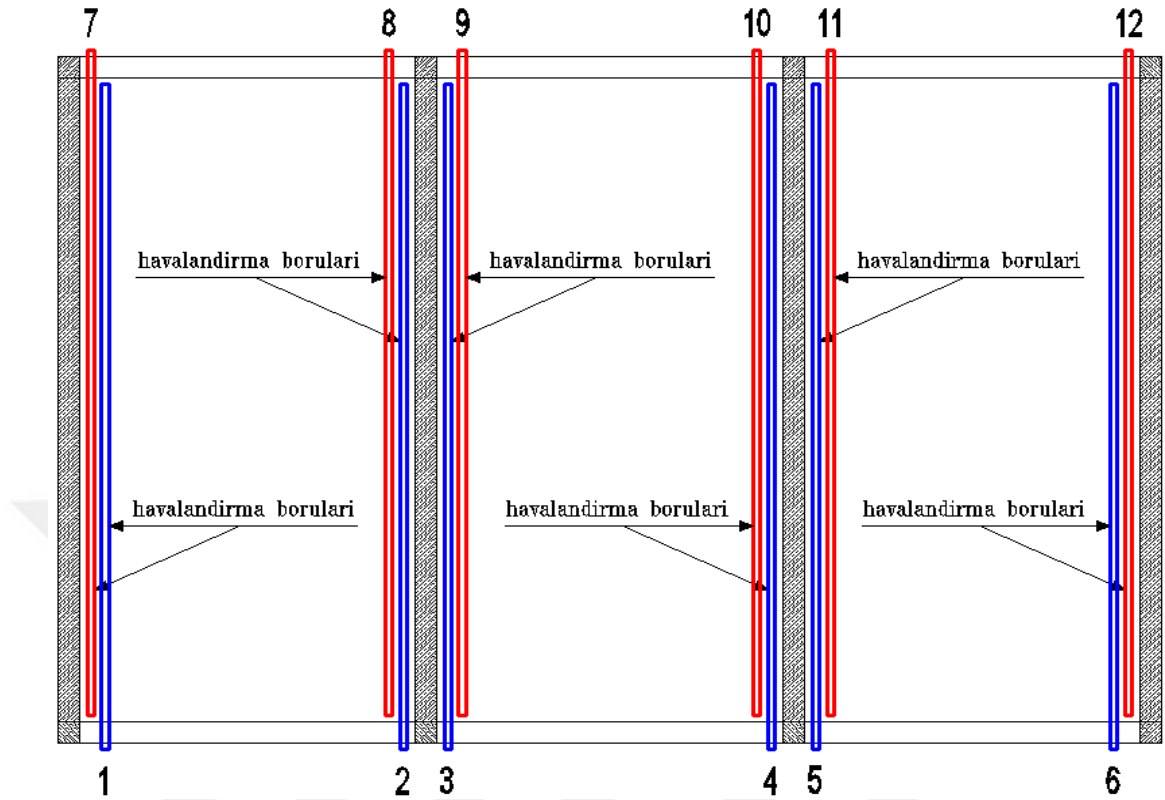
Şekil 3.2. Ahır temelinin kesiti

Ahır iç zemini; toprak dolgu malzemesi ile 30 cm yüksekliğinde doldurulup sıkıştırılmış ve üzerine 10 cm yüksekliğinde blokaj taş ve 10 cm yüksekliğinde grobeton yerleştirilmiştir. Temizliğin el ile yapılması düşünülen buzağı ahırının tabanında 30 cm genişliğinde ve 20 cm derinliğinde idrar kanalı planlanarak ahır tabanına ayrıca 20 cm yüksekliğinde beton dökülmüştür (Şekil 3.3).

Temelde, ahırın köşelerindeki kolon pabuçlarını ahır enine bağlayan her iki taraftaki bağ kirişinin ahırın iç kısmındaki yanlarına 2'şer adet, ortadaki kolon pabuçlarını ahır enine bağlayan bağ kirişlerinin her iki tarafına ahırın eni boyunca 2'şer adet olmak üzere 12 adet 100 mm çapında PVC zemin altı havalandırma boruları ahır tabanından 70 cm derinlikte dış zemin üzerine oturacak şekilde döşenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Ahır tabanında idrar kanallarının düzenlenmesi



Şekil 3.4. Zemin altı borulu doğal havalandırma boruları döşeme planı

Boruların çapları ve sayıları; barınaktaki kış mevsimi için hesaplanan gerekli havalandırma miktarına ve havalandırma bacalarından çıkan hava akım hızına göre hesaplanmıştır. Araştırmanın konusu Erzurum ilinde, yetiştiricilik yönünden dış ortam özelliği nedeniyle en olumsuz iklim koşullarına sahip kış mevsiminde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin buzağı ahırında etkinliğini ortaya koymak amacıyla yapıldığından, kış mevsimi havalandırma miktarı göz önüne alınarak boruların kesit alanları ve sayıları belirlenmiştir. Belirlenen boru kesit alanı ve sayıları geçiş ve yaz mevsimi için yeterli olamayacağı kesindir. Geçiş mevsiminde borulu havalandırmaya ek olarak gerekli sayıda pencere açılarak havalandırma yapılabilir. Yaz aylarında ise hayvanlar merada tutulmaktadır. Bu çalışmadan başarılı sonuçların alınması durumunda geçiş mevsimi için de zemin altı borulu havalandırma sistemi çalışmaları yapılabilir.

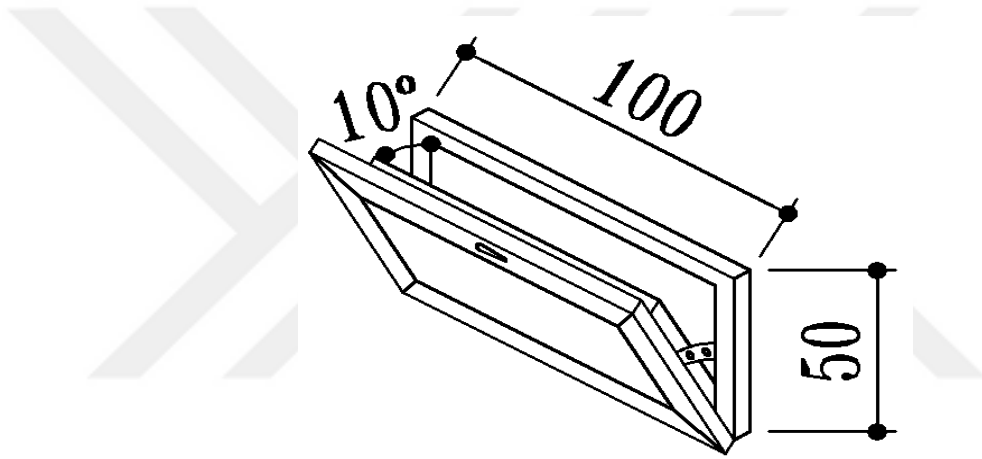
Erzurum ilinde kış koşullarında doğal havalandırma için havalandırma bacalarındaki havalandırma hızı Ekmekyapar (1991), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'e göre

hesaplandığında zemin altı borulu havalandırma sisteminin uygulanacağı doğal havalandırmada hava akım hızı (77.98 m/dak.), pencereler ile yapılacak doğal havalandırmadaki hava akım hızından (53.84 m/dak.) yaklaşık 1.5 kat daha fazla olmaktadır. Bu koşullar altında, zemin altı borulu havalandırma sisteminde buzağıkların aşırı hava akım hızı nedeniyle ceryan etkisinde kalarak büyüme gelişimlerinin yavaşlaması, hastalık ve ölüm gibi sonuçlarla karşılaşma riskleri göz önünde bulundurularak, kış mevsimi için hesaplanan minimum hava girişini sağlayacak şekilde ahır tabanının altına 100 mm çapında 12 adet boru döşenmiş ve çalışma periyodu süresince pencerelerle dış havanın alınmadığı günlerde boruların hava giriş ağızları sürekli açık tutulmuştur. Boruların ağızları, pencerelerle dış havanın alındığı günlerde ise bütünüyle kapatılmıştır.

Zemin altına yerleştirilen havalandırma boruları, ahır tabanına serilen altlıklar ile hayvanların katı ve sıvı atıkları göz önüne alınarak uzun yan duvarların içerisinden yukarıya doğru aynı çapta dirsekler yardımıyla çıkarılıp ahır içerisine yönlendirildikten sonra tekrar aşağıya dönderilerek ahır tabanından ağızları 30 cm yukarıda olacak şekilde planlanmıştır.

Ahır içinde zemin altı havalandırma borularının tabana doğru kıvrılarak ağızlarının tabandan 30 cm yukarıda olmasının nedeni; giren havanın bünyesine barınak tabanında yoğunlaşan gübre, idrar ve altlıktan kaynaklanan kirletici gazların daha fazla alınarak hava çıkış bacalarına daha kolay yönlendirilmesi, giren havanın duvarlar boyunca doğrudan bacalara hareketi önlenerek ahır içinde daha fazla yol katedip ısınması ve havalandırma boruları içine toz vb. partiküllerin girmesinin önlenmesi içindir. Zemin altı havalandırma boruları uzun duvarlar içerisinden dış atmosfere çıkarak aynı çapta dirseklerle duvara bitişik olarak yukarı yönlendirilmiş ve ağız seviyeleri barınak içindeki boruların ağız seviyeleri ile aynı düzeyde ve dış zeminden 100 cm yukarıda olacak şekilde aşağı doğru kıvrılmışlardır. Hava çıkış bacaları ağız zemin altı havalandırma borularının ağızları arasındaki yükseklik farkı 5.35 m'dir (Şekil 3.5).

Pencere büyüklükleri geçiş mevsimi havalandırma miktarına göre belirlenmiş olup buna göre belirlenen pencere alanlarının yörede aydınlatma için gerekli alanı sağladığı görülmüştür. Ahırda pencerelerle hava girişinin sağlandığı periyotlarda vasistaslı pencereler 24 saat sürekli açık kalacağından kış aylarında buzağların aşırı soğuktan etkilenecek hastalanma riskleri göz önünde bulundurulmuş ve hesaplanan minimum hava girişini sağlayacak şekilde çalışma periyodu süresince 10° açılarak havalandırılmıştır (Şekil 3.6). Dış havanın sıcaklığının yükseldiği aylarda (geçiş mevsimlerinde) ise bu pencereler 30° , 45° ya da 90° 'ye kadar açılabilir.



Şekil 3.6. Ayarlanabilir vasistaslı pencere detayı

Ahır duvarları 30x25x20 cm boyutlarında düşey delikli tuğla kullanılarak 30 cm kalınlığında yapılmıştır. Duvarlar çimento kireçli harç ile 3 cm kalınlığında dış sıva, 2 cm kalınlığında iç sıva ile sıvanarak dış yüzeyi plastik boya, iç yüzeyi kireç badanası ile kaplanmıştır. Kolon ve duvarların üstü demirli beton kullanılarak 20 cm yüksekliğinde hatıl ile çevrilmiştir. Tavan yapılmayan ahırda çatı iskelet malzemesi olarak ahşap seçilmiştir. Çatı iskeletinin üzeri 3 cm kalınlığında tahta, 5 cm kalınlığında yalıtım malzemesi olarak fombort, 3 mm kalınlığında saç ile kapatılmıştır.

Çıkış ağzı mahyadan 50 cm yüksekte olacak şekilde 40x40 cm boyutlarında çatı mahyasına şaşırtmalı olarak yerleştirilen 5 adet havalandırma bacası yapılmıştır. Hava çıkışını mevsimlere göre ayarlayabilmek için içlerine açılıp kapanabilen klapeler yerleştirilmiştir. Havalandırma bacaları 5x5 cm boyutlarında ahşap dikmeler

kullanılarak iç ve dış yüzeyleri 0.50 mm kalınlığındaki saçlarla kaplanarak oluşturulmuştur. Mahya ile birleşen kenarlarında yalıtım malzemesi olarak 5 cm kalınlığında izocam kullanılmıştır.

Ahırda barındırılacak hayvanların belirlenmesinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat İşletme Müdürlüğüne ait envanterlerden yararlanılmıştır. İşletmenin toplam kapasitesi 24 adet İsviçre esmeri ırkı, 15 adet holstein ırkı, 4 adet melez, 5 adet yerli ırk buzağılardan oluşmaktadır. Ahır içerisinde her bir bireysel buzağı bölmelerinde bir buzağı, dört adet grup bölmelerinin her birinde 5 adet buzağı barındırılmıştır. Ahırda tutulduğu sürede hayvanlara, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Öğretim Elemanlarınca hazırlanan rasyonlar beslenme programına göre verilmiştir.

Erzurum yöresi kış koşullarında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin hayvan barınaklarında etkinliğini araştırmak amacıyla yapılan buzağı ahırında kışın ısı ve nem dengesi hesaplamalarında proje iç sıcaklığı, Balaban ve Şen (1988), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Ekmekyapar (2001), Olgun vd (2006)'nın önerdiği değerler göz önünde tutularak 10°C; iç hava bağıl nemi %80 alınmıştır. Dış hava proje sıcaklığı olarak yörenin en soğuk ay ortalama düşük sıcaklığı olan -14.3°C ve dış hava bağıl nemi olarak da Erzurum ilinde Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında görülen ortalama bağıl nem değerlerinin ortalaması olan %77 değeri kabul edilmiştir (Anonim 2016c). Geçiş mevsimlerinde havalandırmaya ilişkin hesaplamalarda Uluata and Smith (1975), Okuroğlu (1988), Ekmekyapar (1991), Kocaman (2008)'de verilen öneriler göz önünde bulundurularak barınak içi sıcaklığı 15°C, bağıl nemi %75, dış hava proje sıcaklığı 8°C ve bağıl nemi %63 olarak belirlenmiştir.

Isı dengesinin hesaplanmasında Holmes and Graves (1994), Ekmekyapar (2001), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen,

$$q_d = q_h + q_b$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

q_d = Hayvanlar tarafından ortama yayılan duyulur ısı (Kcal/h)

q_h = Havalandırma ile kaybolan ısı (Kcal/h)

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)'dır.

Hayvanlar tarafından ortama yayılan ısı ve su buharı miktarları belirlenirken hayvanların toplam vücut yüzey alanları göz önüne alınmıştır. Hayvanların toplam vücut yüzey alanlarının saptanmasında Ekmekyapar (1991)'de önerilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$A_h = 0.15 \times W^{0.56}$$

Eşitlikte;

A_h = Buzağının toplam vücut yüzey alanı (m^2)

W = Buzağının canlı ağırlığı (kg)'dir.

Her m^2 vücut yüzey alanından ortama yayılan duyulur ısı ve su buharı, Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Ekmekyapar (1991)'in sığırlar için önerdiği değerlerden yararlanılarak sırasıyla $10^\circ C$ 'de 125 Kcal/h ve 103 g/h; $15^\circ C$ 'de 105 Kcal/h ve 125 g/h olarak hesaplanmıştır.

Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı miktarı Yağanoğlu (1990), Ekmekyapar (2001)'de verilen eşitlikle belirlenmiştir.

$$q_b = U \times A \times (t_i - t_d)$$

Eşitlikte;

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)

U = Yapı elemanının ısı geçirme katsayısı ($Kcal/m^2 \text{ } ^\circ Ch$)

A = Yapı elemanı yüzey alanı (m^2)

t_i = Ahır içi sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)'dir.

Yapı elemanları ısı geçirme katsayısının (U) hesaplanmasında Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen eşitlik göz önüne alınmıştır.

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{f_d}}$$

Eşitlikte;

U = Isı geçirme katsayısı ($Kcal/m^2 h ^{\circ}C$)

R = Isı geçirme direnci ($m^2 h ^{\circ}C/Kcal$)

f_i = Yapı elemanı iç yüzey geçirgenliği ($Kcal/m^2 h ^{\circ}C$)

f_d = Yapı elemanı dış yüzey geçirgenliği ($Kcal/m^2 h ^{\circ}C$)

d_1, d_2, d_n = Yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin kalınlıkları (m)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ = Yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları ($Kcal/m^2 h ^{\circ}C$)

Çeşitli yapı elemanlarının yüzey geçirgenlikleri Çizelge 3.4'de verilmiştir (Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015). Yapı elemanını oluşturan farklı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları olarak Anonim (2016e)'de belirtilen değerler kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Çeşitli yapı elemanlarının yüzey iletkenlik değerleri

Yüzeyin cinsi	Yüzeyin özelliği	Isı akım yönü	Yüzey iletkenliği (f) (Kcal/m ² h °C)
Tavan	İç yüzey	Tavandan içeriye	5
Tavan	Dış yüzey	Tavandan çatı boşluğuna	7
Dam	İç yüzey	İç yüzeyden dama	7
Dam	Dış yüzey	Dış yüzeyden havaya	20
Duvar	İç yüzey	İç yüzeyden duvara	7
Duvar	Dış yüzey	Dış yüzeyden havaya	20
Pencere	İç yüzey	İç yüzeyden pencereye	7
Pencere	Dış yüzey	Dış yüzeyden havaya	20
Kapı	İç yüzey	İç yüzeyden kapıya	7
Kapı	Dış yüzey	Dış yüzeyden havaya	20

Havalandırmayla kaybolan ısı miktarı Balaban ve Şen (1988), Ekmekyapar (1991), Kocaman vd (2007)'de verilen,

$$q_h = 0.29 \times Q \times (t_i - t_d)$$

eşitlikle saptanmıştır. Eşitlikte;

q_h = Havalandırma ile kaybolan ısı (Kcal/h)

Q = Havalandırma miktarı (m³/h)

t_i = Ahır içi sıcaklığı (°C)

t_d = Dış hava sıcaklığı (°C)'dir.

Isı dengesi için gerekli havalandırma miktarı Hellickson and Walker (1983), Ekmekyapar (2001), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen eşitlikle belirlenmiştir.

$$Q_{Isı} = (q_d - q_b) / (0.29 \times (t_i - t_d))$$

Eşitlikte;

$Q_{ısı}$ = Isı dengesi için gerekli havalandırma miktarı (m^3/h)

q_d = Hayvanlar tarafından ortama yayılan duyulur ısı (Kcal/h)

q_b = Yapı elemanları yoluyla kaybolan ısı (Kcal/h)'dır.

t_i = Ahır içi sıcaklığı ($^{\circ}C$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)'dir.

Nem dengesi için gerekli havalandırma miktarı Alkan (1972), Ekmekyapar (1991)'de verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

$$Q_{nem} = n / (n_i - n_d)$$

Eşitlikte;

Q_{nem} = Nem dengesi için gerekli havalandırma miktarı (m^3/h)

n = Hayvanların ortama verdiği su buharı (g/h)

n_i = İç havanın mutlak nemi (g/m^3)

n_d = Dış havanın mutlak nemi (g/m^3)'dür.

Doğal havalandırma için havalandırma bacalarındaki hava akım hızı ve havalandırma açıklıklarının kesit alanlarının saptanmasında Ekmekyapar (1991), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$V = 110 \left[\frac{h(t_i - t_d)}{273 + t_d} \right]^{1/2}$$

Eşitlikte;

V = Hava çıkış hızı (m/dak.)

h = hava girişi ile hava çıkışı arasındaki yükseklik farkı (Etkili yükseklik) (m)

t_i = Ahır içi sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

t_d = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)’dir.

$$A_{\text{}} = Q/V$$

Eşitlikte;

$A_{\text{}}$ = Havalandırma bacası toplam kesit alanı (m^2)

Q = Toplam havalandırma ($\text{m}^3/\text{dak.}$)

V = Hava ıkış hızı ($\text{m}/\text{dak.}$)

$$A_g = 2/3 \times A_{\text{}}$$

Eşitlikte;

A_g = Hava giriş açıklıkları toplam kesit alanı (m^2)

$A_{\text{}}$ = Havalandırma bacası toplam kesit alanı (m^2)

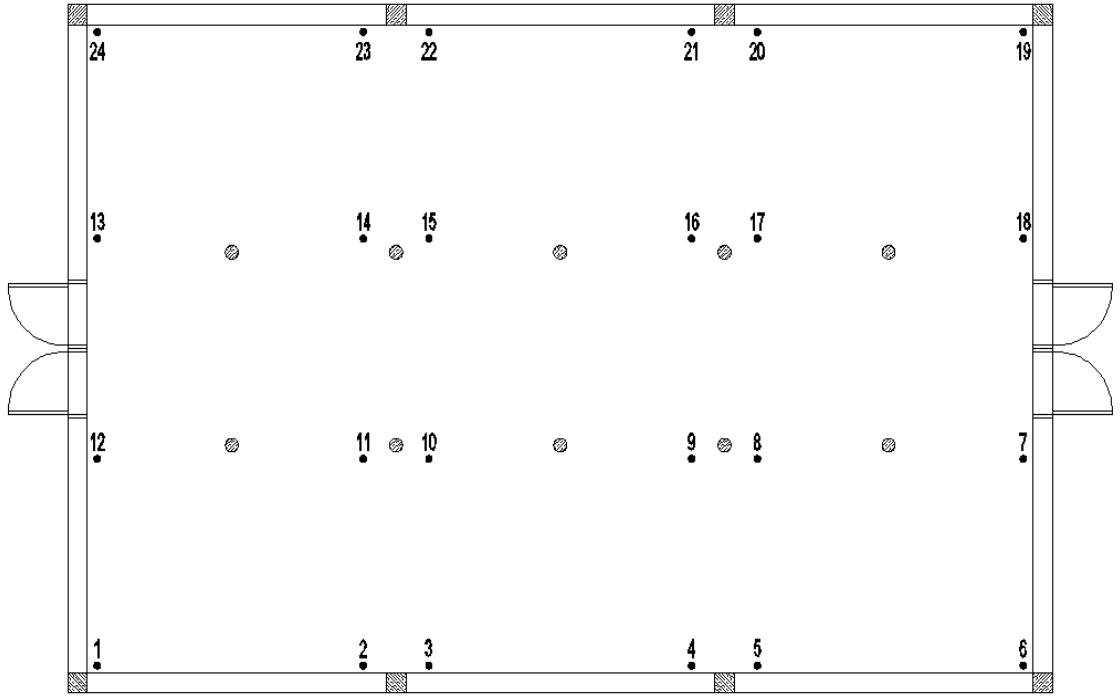
Çalışmanın materyalini oluşturan 150 m^2 ’lik alana sahip buzağı ahırında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin Erzurum yöresi kış koşullarında etkinliği araştırılacağı için alışma 01 Aralık 2014 - 31 Mart 2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırmanın kış koşullarında yürütülmesi öngörülmekle birlikte; Erzurum ilinde, uzun yıllar ortalamalarına göre soğuk geçmesinden dolayı geçiş mevsimi aylarından olan Mart ayı da araştırma periyodu içerisine alınmıştır. Araştırma süresince hayvanlar devamlı barınak içinde tutulmuştur. Bu süre içerisinde; gün aşırı bir gün pencereler bütünüyle kapatılıp zemin altı borulu havalandırma sistemi ile, bir gün de zemin altı borulu havalandırma sistemi bütünüyle kapatılıp pencereler aracılığıyla dış hava barınak içerisine alınarak doğal olarak havalandırılmıştır. Bu tip araştırmaların benzer koşulları sağlayan en az iki ayrı ahırda, aynı zamanda ve sürede paralel olarak

gerçekleştirilmesi gerekir. Fakat aynı yerde benzer özellik ve koşulları oluşturabilen ikinci bir ahırın yapımı ve maliyeti yönünden olanaksız olduğundan, aynı özellikleri taşıyan yeterli sayıda buzağı bulunmasının zorluğu nedeniyle çalışma tek bir ahırda yürütülmüştür. Ahırda hava giriş sistemi değişikliği hergün saat 20:00'da yapılmıştır.

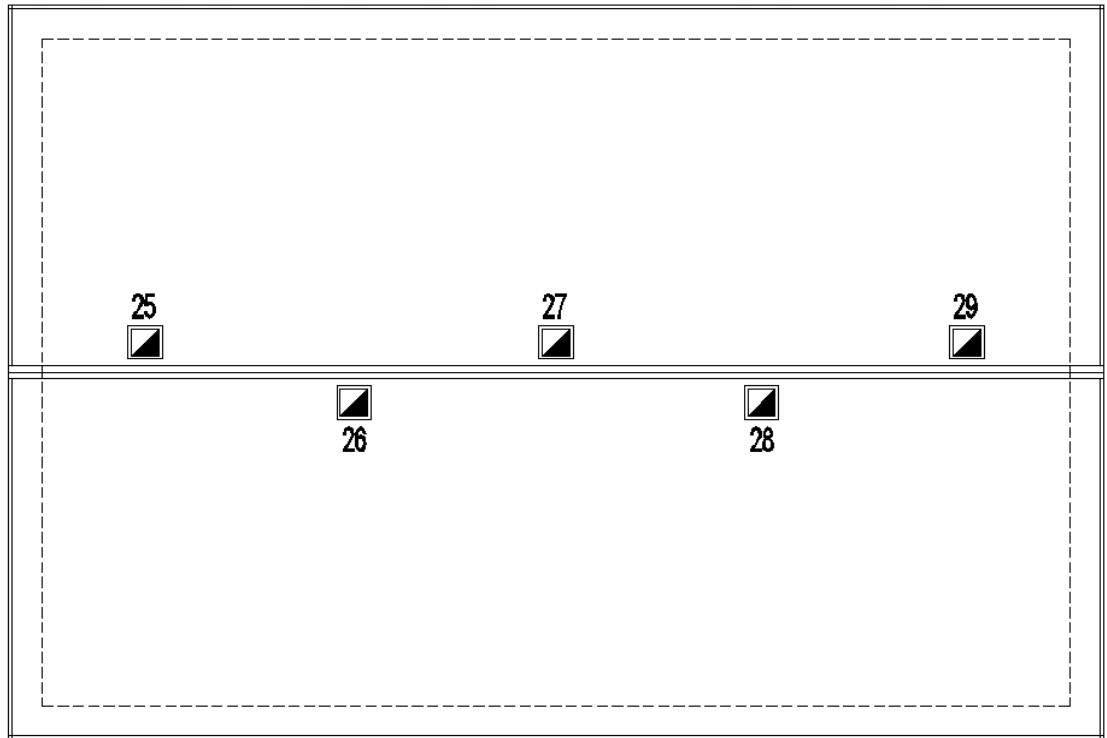
Ahırda hava giriş sistemi değişikliği ve ölçümlere başlama zamanı Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991), Olgun (2009), Okuroğlu ve Yağanoğlu (2015)'de önerilen esaslara göre yapılmış olup, Erzurum kış koşullarında 10°C barınak içi sıcaklığında ve %80 bağıl nemde buzağı ahırlarında havalandırma miktarı buzağı başına 17 m³/h alınmıştır. Araştırma ahırında toplam havalandırma miktarı 816 m³/h (17x48) olup ahırın toplam hacmi de 648.75 m³ (10x15x3.5 + 10x15x1.65/2)'dür. Ahır içi havasının tümü 0.80 saatte (648.75/816) bir tamamen yer değiştirir. Ahırda, hava giriş sistemi değişikliği yapıldıktan yaklaşık 0.80 saat sonra bir önceki havalandırma sisteminin etkisi tamamen kaybolur ve değiştirilmiş havalandırma sisteminin etkisi ile hava girer ve havalandırma sağlanır. Ahır, bir havalandırma sistemi kapatılıp diğer havalandırma sistemi ile havalandırılmaya başlandığı andan 12 saat, diğer bir anlatımla barınak içi havası yaklaşık 15 kez (12/0.80) değiştirildikten sonra ölçümler alınmaya başlandığı için bir önceki hava giriş sisteminin etkisinin tamamen ortadan kalktığı ve ölçümlerin, alındığı havalandırma sisteminin özelliklerini tam olarak yansıttığı varsayılmıştır.

Çalışma süresince barınak içinde sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı ve kirletici gazlardan amonyak, hidrojen Sülfür, Sülfür dioksit, karbonmonoksit, karbondioksit ve metan konsantrasyonlarının ölçümleri yapılmış, barınak dışında da sadece sıcaklık, bağıl nem ve hava akım hızı ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Bütün ölçümler hergün üç kez 08:00-10:00, 13:00-15:00 ve 18:00-20:00 saatleri arasında, ahırın içerisinde zeminden 30 cm yukarıda, pencere hizasında, saçak seviyesinde olmak üzere üç seviyede; her seviyede 24 noktada, toplam 72 noktada (Şekil 3.7) ve mahyada bulunan 5 adet hava çıkış bacalarının çıkış ağzında (Şekil 3.8) yapılarak ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.7. Barınak içerisinde bazı parametrelerin ölçüm noktaları



Şekil 3.8. Barınak içerisinde mahyada ölçüm yapılan baca çıkış noktaları

Ahırda her iki sistemde de yapılan ölçümlerin birbirleriyle karşılaştırılabilmesi için ölçümlerin yapıldığı süre boyunca; gün aşırı bir gün pencerelerin bütünüyle kapatılıp zemin altı borularla, bir gün de zemin altı borular bütünüyle kapatılıp pencerelerle dış havanın alındığı günlerde ölçüm yapılan aynı saat dilimlerinde dış ortam koşullarının arasındaki farkın önemsiz olması gerekir. Bu amaçla gün aşırı; birinci gün saat 08:00-10:00 arası ile ikinci gün saat 08:00-10:00 arasında, birinci gün saat 13:00-15:00 arası ile ikinci gün saat 13:00-15:00 arasında ve birinci gün saat 18:00-20:00 arası ile ikinci gün saat 18:00-20:00 arasında dış ortamda kaydedilen sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı değerlerine SPSS Programında Tan (2015)'de belirtilen Varyans Analizi ve Bağımsız Örneklem T-Testi Analizi yöntemleri uygulanmıştır.

Varyans Analizinde (h_0 = fark vardır) hipotezine göre iki grubun karşılaştırması yapılır. Analiz sonuçlarına göre Varyansların Eşitliği Analizi değerlerinden Anlamlılık (Sig.) P değeri 0.05'ten büyük olması durumunda %95 ile %99 güven aralığında olduğu için h_0 hipotezi ret edilir, h_1 = fark yoktur tezi kabul edilir ve iki grup arasında fark yoktur denir. İki grup arasında farkın olup olmadığını incelemek Bağımsız Örneklem T-Testi ile de olanaklıdır. Bağımsız Örneklem T-Testi sonuçlarına göre Farkların Eşitliği Analizi için t-testi değerlerinden Sig. (2-tailed) P değeri 0.05'ten büyük olması durumunda yine %95 ile %99 güven aralığında olduğu için aynı şekilde h_0 hipotezi ret edilir, h_1 = fark yoktur tezi kabul edilir ve iki grup arasında fark yoktur denir (Tan 2015). Yapılan analiz sonuçlarında; gün aşırı sabah, öğlen ve akşam saatlerinde yapılan dış ortama ilişkin ölçümlerde kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı görülmüştür. Diğer bir anlatımla; gün aşırı birinci gün saat 08:00-10:00 arasında ölçülen dış hava parametreleri ile ikinci gün saat 08:00-10:00 arasında ölçülen parametreler arasında önemli fark bulunmamaktadır. Aynı şekilde birinci ve ikinci gün 13:00-15:00 saatleri arasında yapılan ölçüm değerleri arasında, birinci ve ikinci gün 18:00-20:00 saatleri arasında yapılan ölçüm değerleri arasında önemli bir fark yoktur.

Ahır zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile havalandırılırken ahır içerisinde yapılan ölçümlerden ve pencereler aracılığıyla doğal olarak havalandırılırken yapılan

ölçümlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Kocaman *et al.* (2006), Yıldız vd (2013)'de verilen istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

Her iki havalandırma sisteminde ahırda belirtilen noktalarda ölçülen parametrelerin aylık ve araştırma süresince; günlük ortalamaları, günlük maksimum ve minimum değerlerin ortalamaları hesaplanmış, günlük ortalamalardan da her ay için ve araştırma süresince ortalamaların ortalaması değerleri elde edilmiştir.

Ortalama verilerin Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarına ait aylık ve mevsimlik dağılımlarının grafikleri çıkartılarak maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma istatistikleri incelenmiştir (Şimşek vd 2012). İncelenen değerlerin literatürde verilen sınır değerleri de dikkate alınarak bu iki havalandırma sisteminin karşılaştırması yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde; araştırma ahırında Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçümün yapıldığı saatlerde dış havanın sıcaklık, hava akım hızı ve bağıl nem değerlerinin (**EK 1**) karşılaştırılabilmesi için; gün aşırı bir gün pencerelerin bütünüyle kapatılıp zemin altı borularla, bir gün de zemin altı borular bütünüyle kapatılıp pencerelerle dış havanın alındığı günlerde ölçümlerin yapıldığı süre boyunca aynı saat dilimlerinde dış ortam koşullarının arasındaki farkın önemsiz olması gerekir.

Barınakta ölçümlerin yapıldığı 121 günlük dönemde araştırmanın başladığı ilk günden itibaren birinci, üçüncü, beşinci, yedinci vb günlerinde (ölçümün yapıldığı tek sayılı günlerde) ahırda zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi; ikinci, dördüncü, altıncı, sekizinci vb günlerinde de (ölçümün yapıldığı çift sayılı günlerde) pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemi uygulanmıştır. Değerlendirmede ölçümlerin yapıldığı birinci ve ikinci gün 1. periyot, üçüncü ve dördüncü gün 2. periyot, beşinci ve altıncı gün 3. periyot vb zaman dilimleri olarak ele alınmıştır.

Gün aşırı (her bir periyot zaman dilimleri için); birinci gün saat 08:00-10:00 arası ile ikinci gün saat 08:00-10:00 arasında, birinci gün saat 13:00-15:00 arası ile ikinci gün saat 13:00-15:00 arasında ve birinci gün saat 18:00-20:00 arası ile ikinci gün saat 18:00-20:00 arasında dış ortamda kaydedilen sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı değerlerine SPSS Programında Varyans Analizi ve Bağımsız Örneklem T-Testi Analizi yöntemleri uygulanmıştır.

Bu analizlerin sonuçlarına göre gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava koşulları arasında bir farkın olmaması durumunda; ahır içerisinde ölçümü yapılan sıcaklık, hava akım hızı ve bağıl nem değerleri ile amonyak, hidrojen sülfür, sülfür dioksit, karbonmonoksit, karbondioksit ve metan gazları konsantrasyonlarının günlük ortalamalarına ilişkin, aylık ve mevsimlik dağılımların grafikleri çıkartılarak

maksimum ortalama, minimum ortalama, ortalamaların ortalaması ve standart sapma değerleri incelenmiştir. Buzağı ahır zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile havalandırılırken elde edilen değerler, pencereler ile doğal olarak havalandırıldığında elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

Varyans ve Bağımsız Örneklem T-Testi analiz sonuçları Tan (2015)'de, standart sapma değerleri Büyüksahin ve Bilecen (2017)'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

4.1. Dış Hava Koşullarına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Analizleri

Sıcaklık

Saat 08:00-10:00 arasında ölçülen dış hava sıcaklıklarına uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.763>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.856>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava sıcaklıkları arasındaki fark 08:00-10:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (**EK 2**).

Saat 13:00-15:00 arasında ölçülen dış hava sıcaklıklarına uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.799>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.634>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava sıcaklıkları arasındaki fark 13:00-15:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (**EK 2**).

Saat 18:00-20:00 arasında ölçülen dış hava sıcaklıklarına uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.698>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.910>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava sıcaklıkları arasındaki fark 18:00-20:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (**EK 2**).

Bağıl nem

Saat 08:00-10:00 arasında ölçülen dış hava bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.628>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.531>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava bağıl nem değerleri arasındaki fark 08:00-10:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

Saat 13:00-15:00 arasında ölçülen dış hava bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.303>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.484>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava bağıl nem değerleri arasındaki fark 13:00-15:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

Saat 18:00-20:00 arasında ölçülen dış hava bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.186>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.999>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava bağıl nem değerleri arasındaki fark 18:00-20:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

Hava akım hızı

Saat 08:00-10:00 arasında ölçülen dış hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.064>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.221>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava akım hızı değerleri arasındaki fark 08:00-10:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

Saat 13:00-15:00 arasında ölçülen dış hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.915>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.060>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava akım hızı değerleri arasındaki fark 13:00-15:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

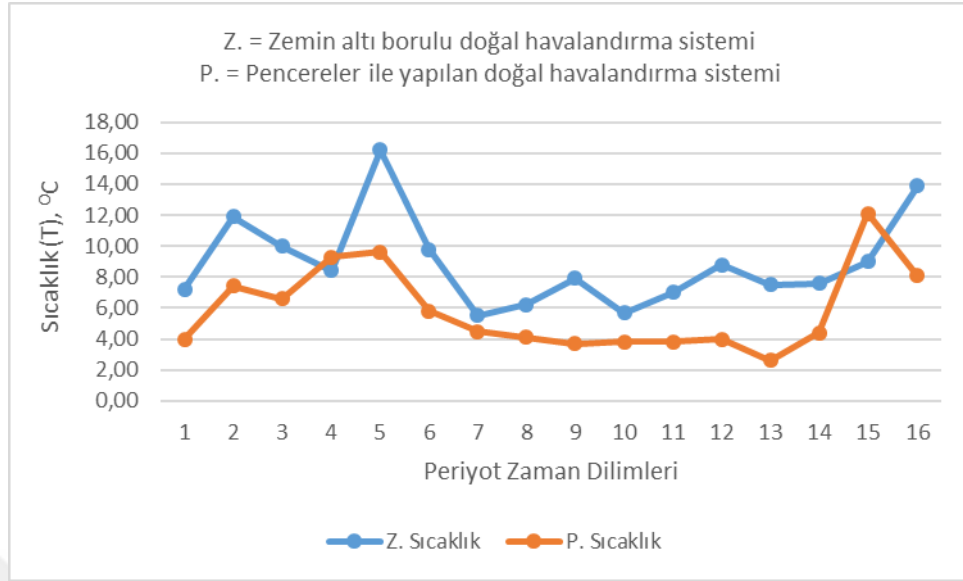
Saat 18:00-20:00 arasında ölçülen dış hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem T-Testi sonucunda Varyans analizi anlamlılık (Sig.1) değeri $P1=0.329>0.05$, T-Testi analizi anlamlılık (Sig.2) değeri $P2=0.759>0.05$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde gün aşırı (ikişer günlük periyot zaman dilimlerinde) dış hava akım hızı değerleri arasındaki fark 18:00-20:00 saatleri arası için önemsiz bulunmuştur (EK 2).

4.2. Ahır İçi Koşulların İncelenmesi

Bu kısımda; zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı periyotlarda barınak içinde ölçülen sıcaklık, bağıl nem, hava akım hızı, amonyak, hidrojen sülfür, sülfür dioksit, karbonmonoksit, karbondioksit ve metan gazına ilişkin değerlere göre her periyot zaman dilimleri için grafikleri hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır.

4.2.1. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2014 yılı Aralık ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında barınak içinde ölçülen sıcaklıkların ortalama değerlerinin (Ek 3a ve Ek 3b) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.1'de görülmektedir. Aralık ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması sıcaklık

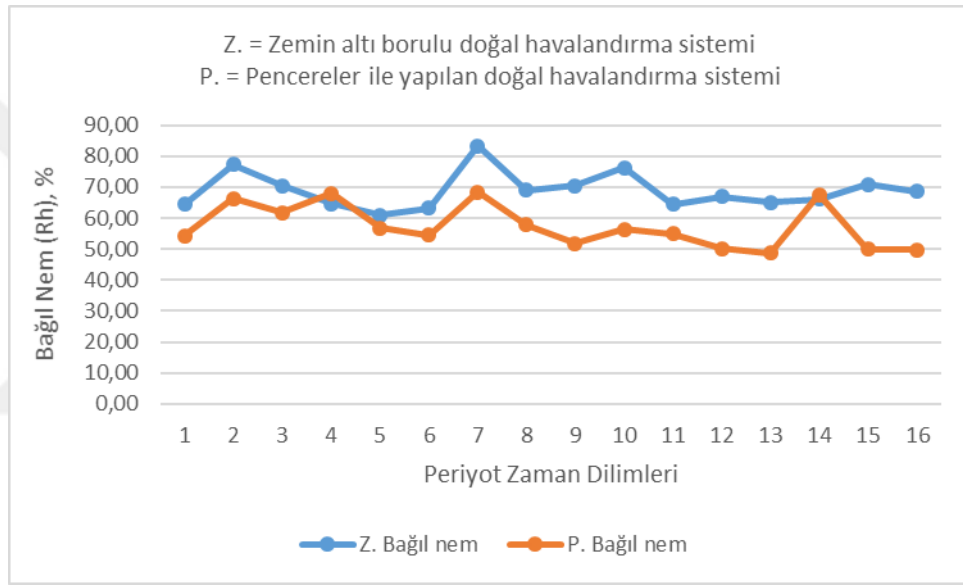


Şekil 4.1. Aralık ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri

değerleri sırasıyla 16.20°C, 5.50°C ve 8.91°C (**Ek 4a**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise bu değerler sırasıyla 12.10°C, 2.60°C ve 5.71°C (**Ek 4a**) bulunmuştur. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde saptanan maksimum ortalama ile ortalamaların ortalaması uygun sıcaklık aralığında yer almaktadır. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Ekmekyapar (2001)'de buzağı ahırlarında uygun sıcaklıkların 7°C ile 20°C aralığında olduğu bildirilmektedir. Pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama sıcaklık optimum düzeydedir. Ekmekyapar (1991), Kutlu ve Serbester (2014), Uğur (2016)'da buzağılar için konfor bölge olarak adlandırılan optimum sıcaklığın 10°C ile 15°C aralığında olduğu belirtilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde minimum ortalama sıcaklık, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde de ortalamaların ortalaması ve minimum ortalama sıcaklıklar buzağılarının ancak vücut ısılarını koruyabilecekleri düzeyde elde edilmiştir. Ekmekyapar (1991), Özcan ve Gürçay (2000), Altınçekiç ve Koyuncu (2010)'da buzağılarının -8°C'ye kadar vücut ısılarını koruyabildikleri vurgulanmaktadır. Sıcaklıkların Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 2.94, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 2.74 hesaplanmıştır. Sıcaklıkların

ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırmada %7 oranında daha az olduğu görülmüştür.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama bağıl nemin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.2’de verilmiştir.

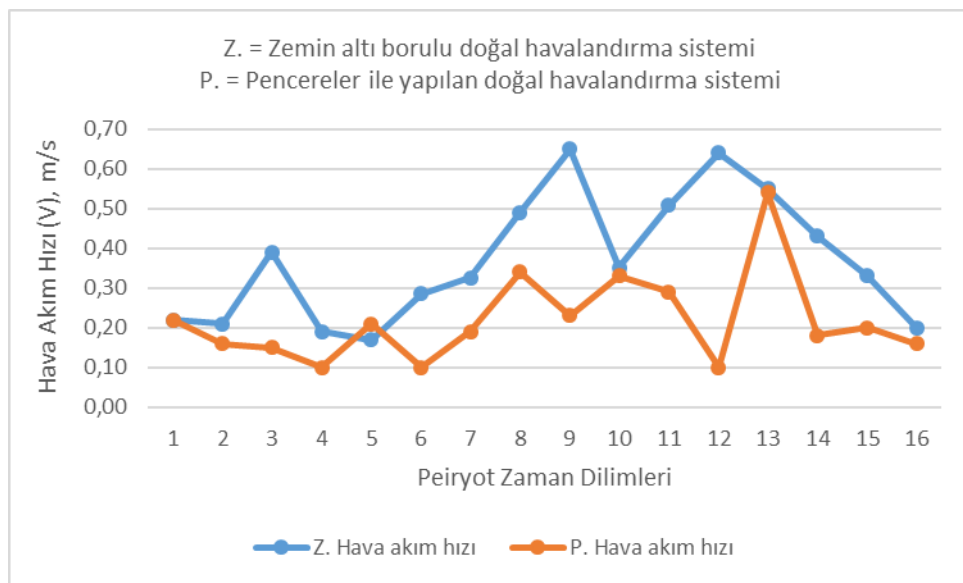


Şekil 4.2. Aralık ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri

Bağıl nemin Aralık ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri sırasıyla %83.30, %61.00 ve %68.86 (**Ek 4a**) olurken pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla %68.30, %48.70 ve %57.81 (**Ek 4a**) olmuştur. Pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama ve ortalamaların ortalaması bağıl nem değerleri ile zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde de minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması bağıl nem değerleri, Bodman *et al.* (1987), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)’da önerilen uygun bağıl nem sınır değerleri %50 ile %75 aralığındadır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama bağıl nem değeri %80’in üzerine çıkmıştır. Bu durum

yalıtımın yeterli olmadığı ahırlarda yapı elemanları iç yüzeylerinde çığlenmeye ve yoğunlaşp damlalar halinde hayvanların vücuduna düşerek hastalanmalarına neden olabilir. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağı ahırlarında bağıl nemin %80'in üzerine çıkmaması önerilmektedir. Pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sisteminde minimum ortalama, uygun bağıl nem değlerlerinin altında kalmıştır. Bu durum, ahır içi havasında toz ve zerrecikleri arttırarak buzağıların ve çalışanların solunum yolu enfeksiyonlarına yol açabilir (Bodman *et al.* 1987; Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989). Bağıl nemin Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değleri (Ek 4a), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 5.87, pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 6.92'dir. Bağıl nemin Aralık ayında ortalamadan sapma riskinin, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %15 oranında daha az olduğı belirlenmiştir.

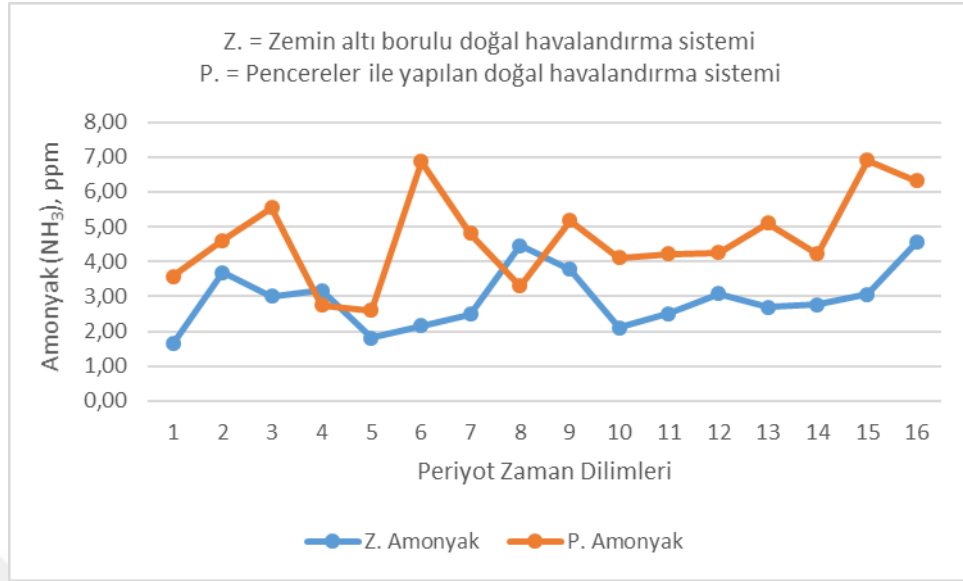
Ortalama hava akım hızı değlerinin (Ek 3a ve Ek 3b); zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değışimlerinin grafiğı Şekil 4.3'de görölmektedir. Aralık ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava



Şekil 4.3. Aralık ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değışimleri

akım hızı değerleri sırasıyla 0.65 m/s, 0.17 m/s ve 0.37 m/s (**Ek 4a**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 0.54 m/s, 0.10 m/s ve 0.22 m/s'dir (**Ek 4a**). Ahır, pencereler ile doğal olarak havalandırıldığında elde edilen minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri ile zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen minimum ortalama hava akım hızı 0.3 m/s'nin altında kalmıştır. Bu durum, ahırda koku sorununa, hayvanlarda ve çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına ve iç hastalıklara neden olabilir. Buzağının gelişme sürecini yavaşlatabilir. Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991) ve Olgun (2009)'da buzağı ahırlarında barınak içi uygun hava akım hızının kış mevsiminde 0.3 m/s olduğu vurgulanmaktadır. Buzağı ahır zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile havalandırıldığında görülen maksimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri ile pencereler ile doğal olarak havalandırıldığında karşılaşılan maksimum ortalama hava akım hızı değeri, uygun havalandırma hızı sınır değerleri aralığındadır. Polat (2007)'de buzağı ahırlarında barınak içi hava akım hızının 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında olmasının uygun olacağını bildirmektedir. Hava akım hızının Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.16, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.12 olarak hesaplanmıştır. Hava akım hızının Aralık ayında ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %25 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

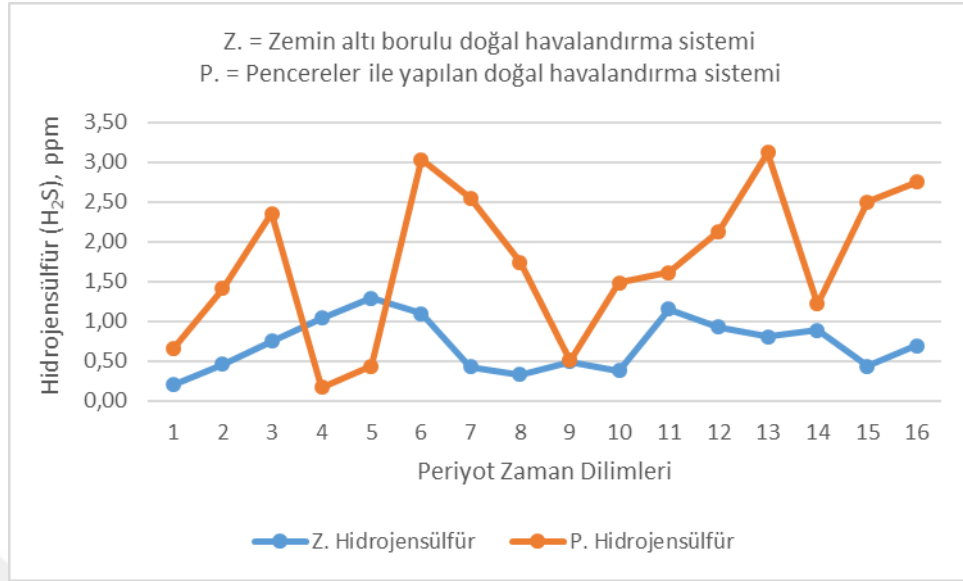
Ahır içi ortalama amonyak konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir. Amonyak gazının Aralık ayındaki maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4a**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.55 ppm, 1.64 ppm ve 2.93 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 6.90 ppm, 2.60 ppm ve 4.53 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan NH_3 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu görülmektedir (Alagöz vd 1996; Akmirza 2012). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması NH_3



Şekil 4.4. Aralık ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri

konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla yaklaşık %34, %37 ve %35 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Amonyak gazı konsantrasyonları Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.85, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.27'dir. Amonyak gazı konsantrasyonlarının Aralık ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %33 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

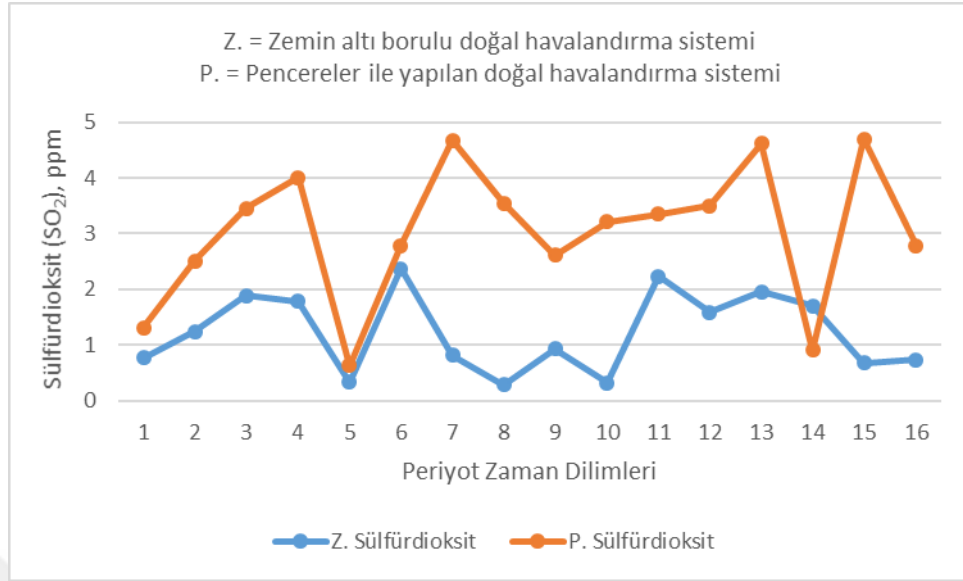
Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki ortalama hidrojen sülfür konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) değişimlerinin grafiği Şekil 4.5'de görülmektedir. Aralık ayında hidrojen sülfür gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4a**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 1.29 ppm, 0.20 ppm ve 0.71 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.12 ppm, 0.17 ppm ve 1.66 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan H_2S konsantrasyon değerleri hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10 ppm'in altındadır. Güner (2013), Şahanoğlu ve Koçak (2014)'de hidrojen sülfür



Şekil 4.5. Aralık ayı ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri

gazının hayvan barınaklarında 10 ppm'in üzerinde olmaması gerektiği bildirilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama ve ortalamaların ortalaması H_2S konsantrasyon değerlerinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %59 ve %57 oranında daha düşük konsantrasyonlarıyla karşılaşılmıştır. Pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sisteminde saptanan minimum ortalama H_2S değeri zemin altı borulu doğal havalandırma sistemindeki minimum ortalama H_2S değerine göre %15 oranında daha düşük çıkmıştır. Hidrojensülfür gazı konsantrasyonları Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.33, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.95 olarak hesaplanmıştır. Aralık ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %65 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama sülfürdioksit konsantrasyonunun, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir. Sülfürdioksit gazının Aralık ayında görülen konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların

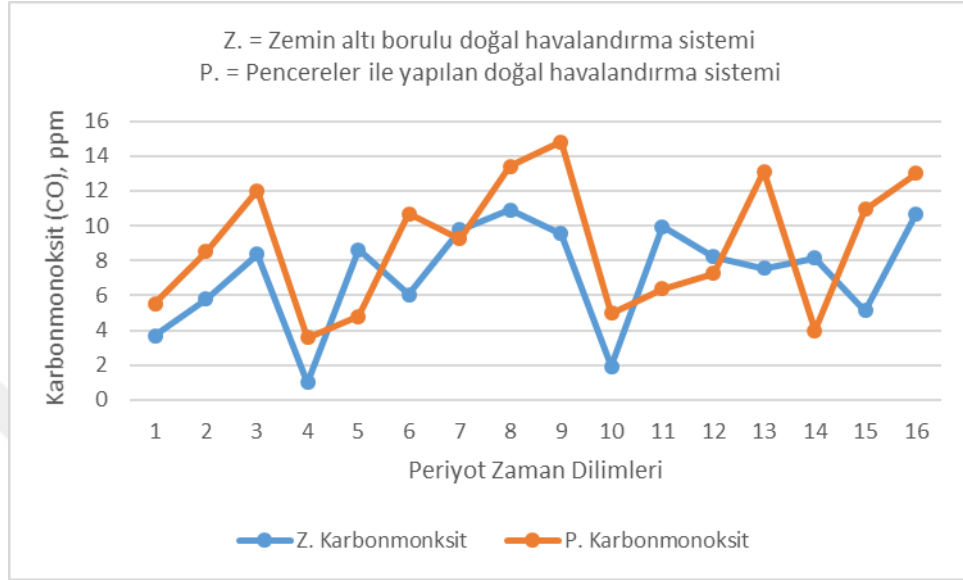


Şekil 4.6. Aralık ayı ahır içi ortalama sülfürdioksit gazı değişimleri

ortalaması değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2.37 ppm, 0.29 ppm ve 1.23 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.70 ppm, 0.64 ppm ve 3.05 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de SO_2 konsantrasyon değerlerinin 5 ppm'in altında olduğu görülmüştür. Keçebaş vd (2010), Çağatan (2011)'de hayvan barınaklarında sülfürdioksit gazının 5 ppm'in üzerine çıkması canlılar için zehir etkisi yapabildiği belirtilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması SO_2 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %50, %55 ve %60 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Sülfürdioksit gazı konsantrasyonları Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.70, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.29'dur. Aralık ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %46 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama karbonmonoksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve

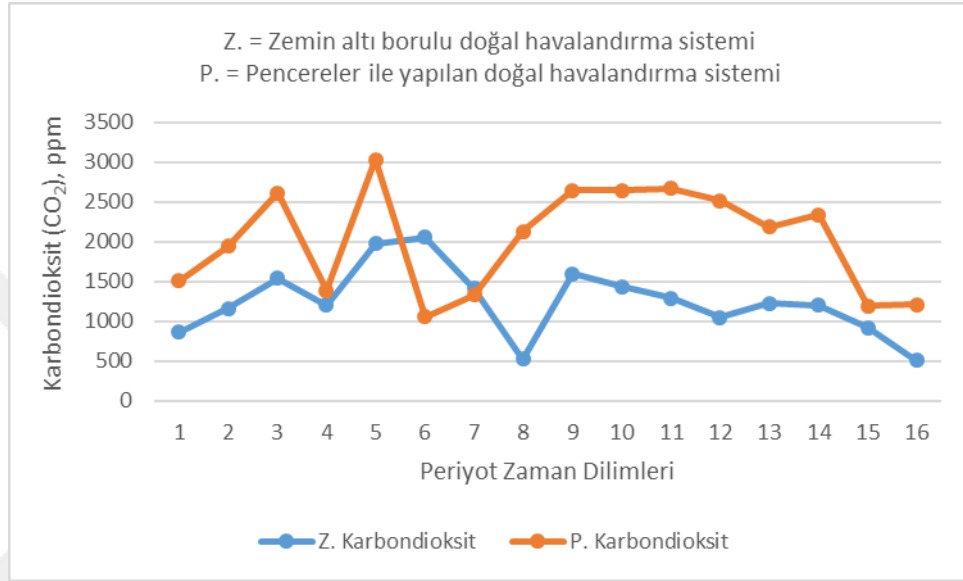
Ek 3b) Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.7’de görülmektedir. Aralık ayında karbonmonoksit



Şekil 4.7. Aralık ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri

gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4a**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 10.90 ppm, 1.00 ppm ve 7.20 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 14.80 ppm, 3.57 ppm ve 8.61 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CO konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 50 ppm’in altında olduğu görülmüştür (Okuroğlu 1987; Yağanoğlu 1987; Alagöz vd 1996). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %26, %72 ve %16 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Karbonmonoksit gazı konsantrasyonları Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 3.02, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.72 olarak hesaplanmıştır. Aralık ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %19 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.8’de ortalama karbondioksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri görülmektedir. Karbondioksit gazının Aralık ayındaki maksimum ortalama,

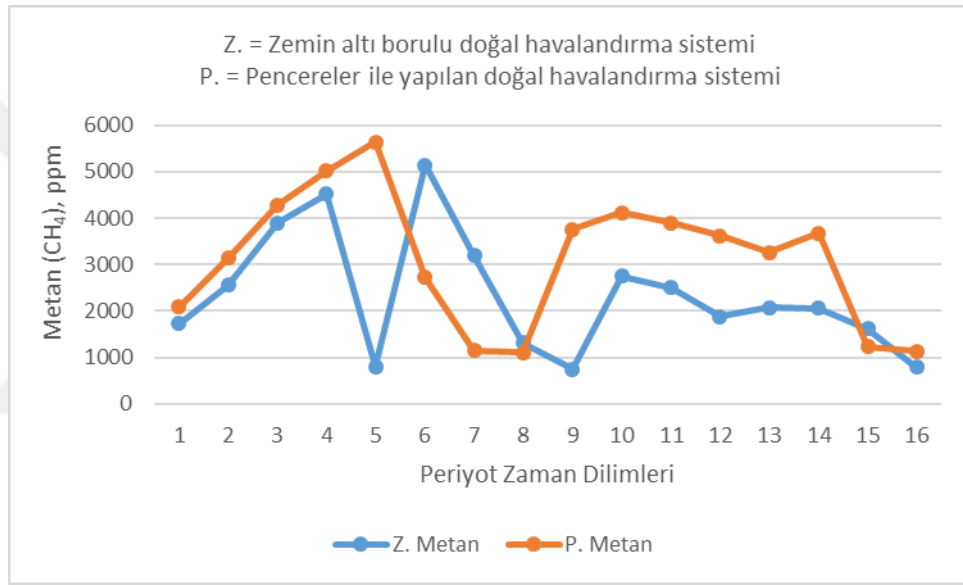


Şekil 4.8. Aralık ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri

minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2053.00 ppm, 510.00 ppm ve 1246.19 ppm (**Ek 4a**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3031.00 ppm, 1057.00 ppm ve 2078.40 ppm’dir (**Ek 4a**). Her iki havalandırma sisteminde de CO₂ konsantrasyon değerlerinin 5000 ppm’in altında olduğu görülmektedir. Anonymous (1996), Zeybek (2013) ve Dartan (2014)’de karbondioksit gazının hayvan barınaklarında 5000 ppm’den fazla olmaması önerilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO₂ konsantrasyonlarının, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %32, %52 ve %40 oranında daha azdır. Karbondioksit gazı konsantrasyonları Aralık ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 433.50, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 634.88 olarak hesaplanmıştır. Aralık ayında

ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %32 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ahır içi ortalama metan konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayında her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir. Aralık ayında metan gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve



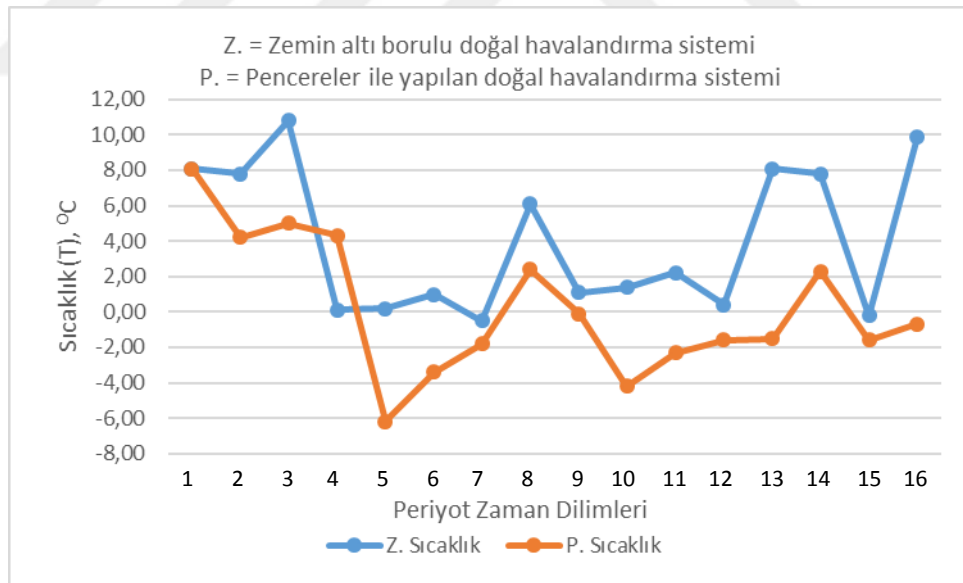
Şekil 4.9. Aralık ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri

ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4a**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5140.00 ppm, 750.00 ppm ve 2348.93 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5641.00 ppm, 1103.00 ppm ve 3247.80 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CH₄ konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10000 ppm'in altında olduğu görülmüştür (Anonymous 1996; Kılıç 2013; Balça-Silva *et al.* 2015). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CH₄ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %9, %32 ve %28 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Metan gazı konsantrasyonları Aralık ayı

ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4a**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 1305.67, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1372.97 olarak hesaplanmıştır. Aralık ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %5 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

4.2.2. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Ocak ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında barınak içerisinde ölçülen sıcaklıkların ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.10'da görülmektedir.

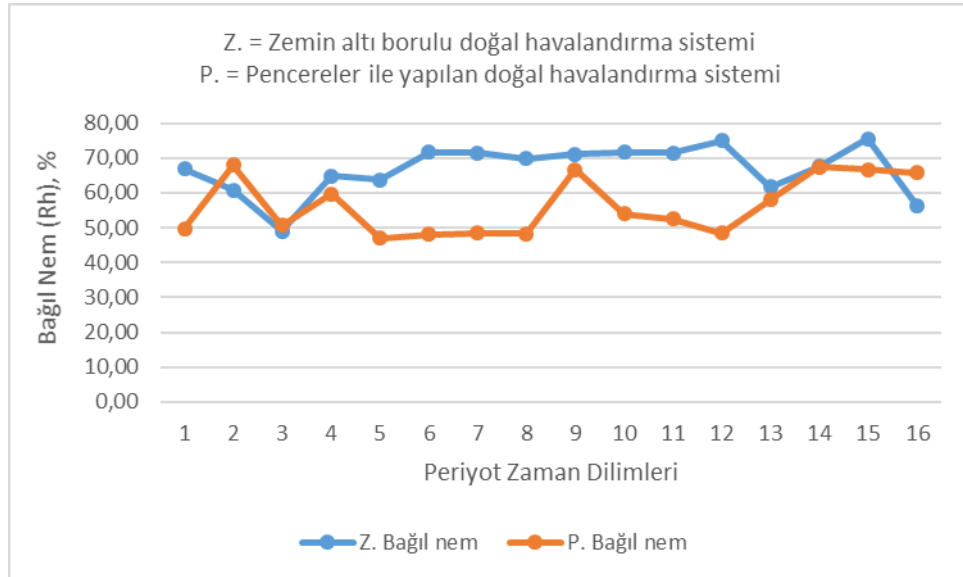


Şekil 4.10. Ocak ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri

Ocak ayında barınak içi sıcaklığın maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 10.80°C, -0.50°C ve 3.63°C, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 8.10°C, -6.20°C ve 0.18°C bulunmuştur. Minimum

ortalama ve ortalamaların ortalaması sıcaklık değerleri her iki havalandırma sisteminde de buzağların ancak vücut ısılarını koruyabilecekleri değerler arasındadır. Ekmekyapar (1991), Özcan ve Gürçay (2000), Altınçekiç ve Koyuncu (2010)'da buzağların vücut ısılarını koruyabilecekleri sıcaklık değerlerinin -8°C ile 27°C aralığında olduğu bildirilmektedir. Maksimum ortalama sıcaklıklar; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde uygun sıcaklık aralığında (Yağanoğlu ve Okuroğlu 1989; Ekmekyapar 2001), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ise optimum düzeydedir (Ekmekyapar 1991; Kutlu ve Serbester 2014; Uğur 2016). Sıcaklıkların Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 3.95, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.84 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklıkların ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %3 oranda daha az olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.11'de ortalama bağıl nem değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir.



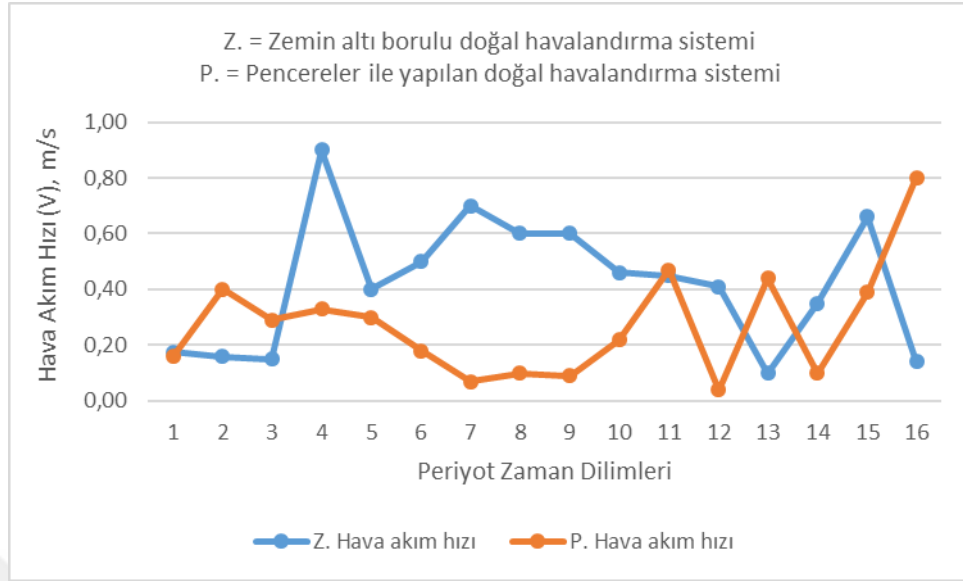
Şekil 4.11. Ocak ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri

Bağıl nemin Ocak ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum

ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri sırasıyla %75.50, %49 ve %67.47 (**Ek 4b**) olurken pencereler ile doğal havalandırma sisteminde sırasıyla %68, %47 ve %56.19 (**Ek 4b**) olmuştur. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması, pencereler ile yapılan havalandırma sisteminde maksimum ortalama ve ortalamaların ortalaması bağıl nem değerleri Bodman *et al.* (1987), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da önerilen %50 ile %75 uygun bağıl nem değerleri arasında, minimum ortalama bağıl nem değerlerinin ise her iki havalandırma sisteminde de bu değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Bu durum; ahır içi ortamında toz ve zerreciklerin artmasına, hayvanların ve çalışanların solunum yolu enfeksiyonlarına yol açabilir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama bağıl nem değeri, en uygun bağıl nem sınır değerlerinin üzerindedir ancak Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da belirtilen buzağı ahırlarında bağıl nemin %80'nin üzerine çıkmaması gerektiği koşulunu sağlayacak düzeydedir. Bağıl nemin Ocak ayı ortalamalarının stansart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 6.79, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 8.22'dir. Bağıl nemin Ocak ayında ortalama sapma riskinin, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %17 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ahır içi ortalama hava akım hızı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.12'de görülmektedir.

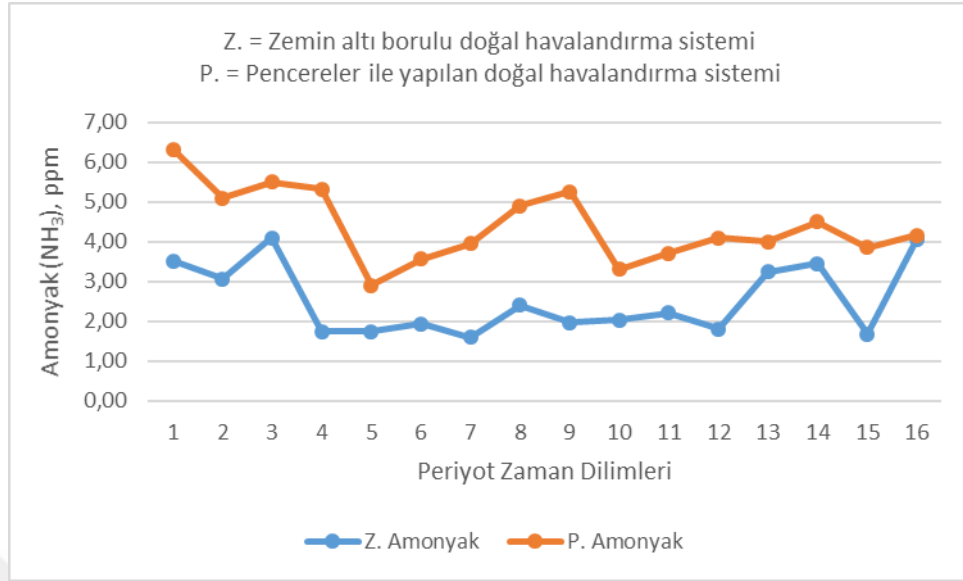
Ocak ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri sırasıyla 0.90 m/s, 0.10 m/s ve 0.44 m/s (**Ek 4b**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 0.80 m/s, 0.04 m/s ve 0.27 m/s'dir (**Ek 4b**). Ahır; pencereler ile doğal olarak havalandırıldığında karşılaşılan minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı ile zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan minimum ortalama hava akım hızı Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991) ve Olgun



Şekil 4.12. Ocak ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri

(2009)'da önerilen 0.3 m/s'nin altında kalmıştır. Bu durum, ahırda koku sorunu oluşturabilir, hayvanlarda ve çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonları ve iç hastalıklara neden olabilir. Buzağların gelişme sürecini yavaşlatabilir. Ocak ayında ahır içerisinde karşılaşılan maksimum ortalama hava akım hızı her iki havalandırma sisteminde de 0.7 m/s'nin üzerindedir (Polat 2007). Bu durum hayvanlar üzerinde ceryan etkisi oluşturabilir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması hava akım hızı değeri, önerilen hava akım hızı sınır değerleri arasında elde edilmiştir (Okuroğlu 1987; Ekmekyapar 1991; Polat 2007; Olgun 2009). Hava akım hızının Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.23, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.20 olarak hesaplanmıştır. Hava akım hızının Ocak ayında ortalamadan sapma riskinin pencereler ile doğal havalandırma sisteminde %13 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

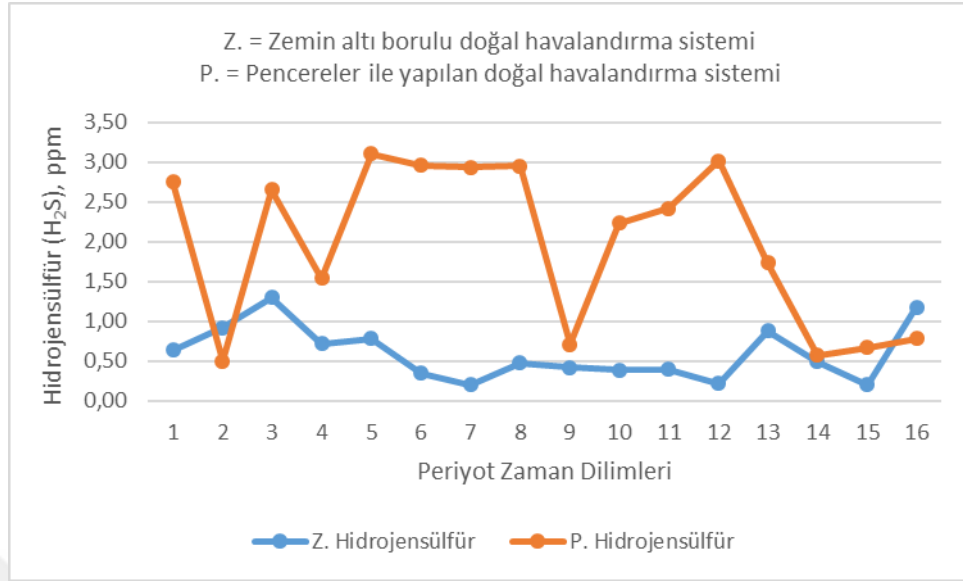
Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında barınak içerisinde ölçülen amonyak konsantrasyonunun ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.13'de verilmiştir. Amonyak gazının Ocak



Şekil 4.13. Ocak ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri

ayındaki maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.10 ppm, 1.60 ppm ve 2.43 ppm, pencereler ile doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 6.30 ppm, 2.90 ppm ve 4.40 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan NH_3 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu görülmektedir (Alagöz vd 1996; Akmirza 2012). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması NH_3 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %35, %45 ve %45 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Amonyak gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.82, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.92'dir. Amonyak gazı konsantrasyonlarının Ocak ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %11 oranında daha az olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.14'de ortalama hidrojen Sülfür değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir.

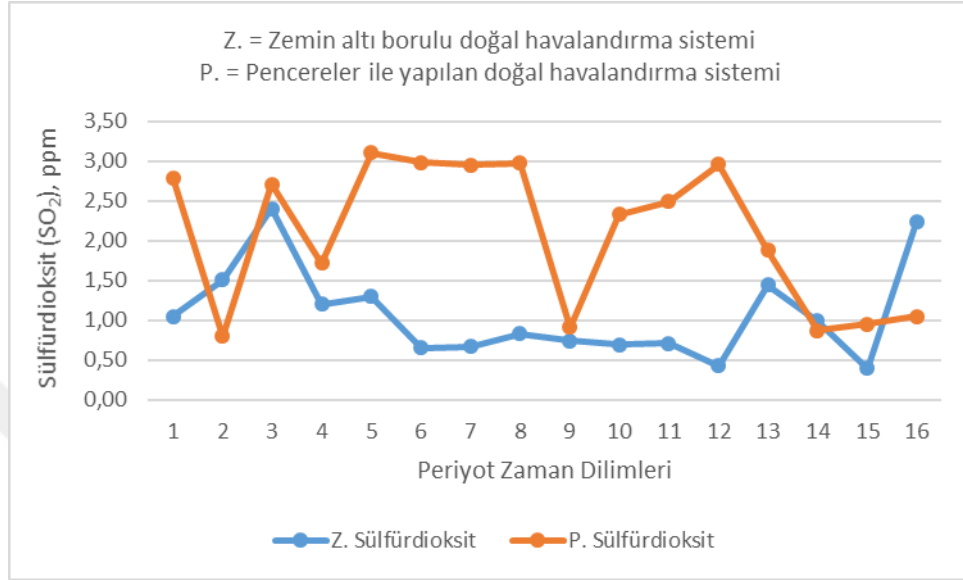


Şekil 4.14. Ocak ayı ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri

Ocak ayında hidrojen sülfür gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 1.30 ppm, 0.20 ppm ve 0.56 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.10 ppm, 0.50 ppm ve 1.97 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de elde edilen H_2S konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu belirlenmiştir (Güner 2013; Şahanoğlu ve Koçak 2014). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması H_2S gazı değerlerinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %58, %60 ve %72 oranında daha düşük konsantrasyonlarıyla karşılaşılmıştır. Hidrojen sülfür gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.31, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.02 olarak hesaplanmıştır. Ocak ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %70 oranda daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama sülfür dioksit gazı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak

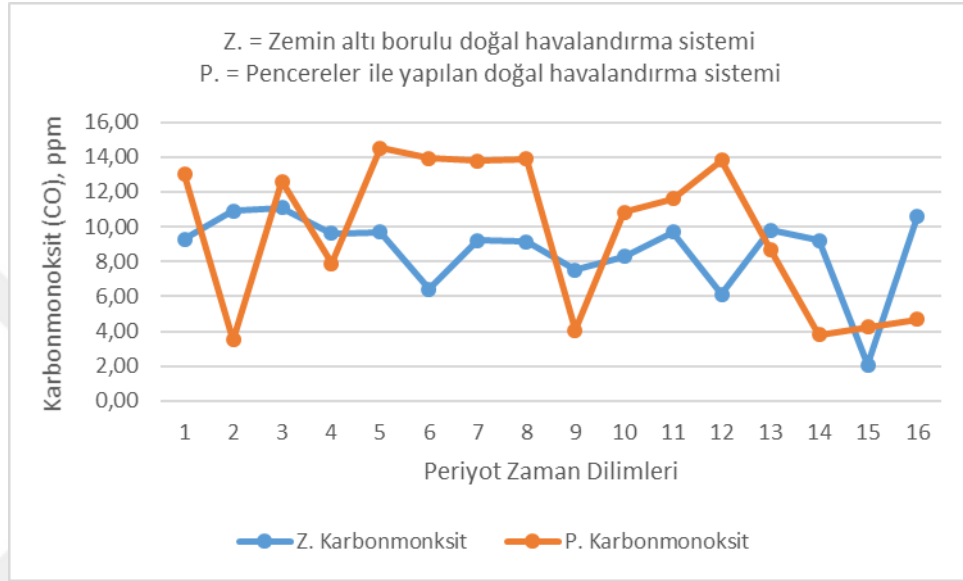
ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.15’de görülmektedir. Sülfürdioksit gazının Ocak ayında görülen konsantrasyonlarının



Şekil 4.15. Ocak ayı ahır içi ortalama sülfürdioksit gazı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2.40 ppm, 0.40 ppm ve 1.00 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.10 ppm, 0.80 ppm ve 2.09 ppm’dir. Her iki havalandırma sisteminde de SO_2 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 5 ppm’in altında olduğu saptanmıştır (Keçebaş vd 2010; Çağatan 2011). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması SO_2 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %23, %50 ve %52 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. Sülfürdioksit gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.52, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.90’dır. Ocak ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %42 oranında daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında barınak içinde ölçülen karbonmonoksit gazı ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.16'dadır. Ocak ayında karbonmonoksit gazının

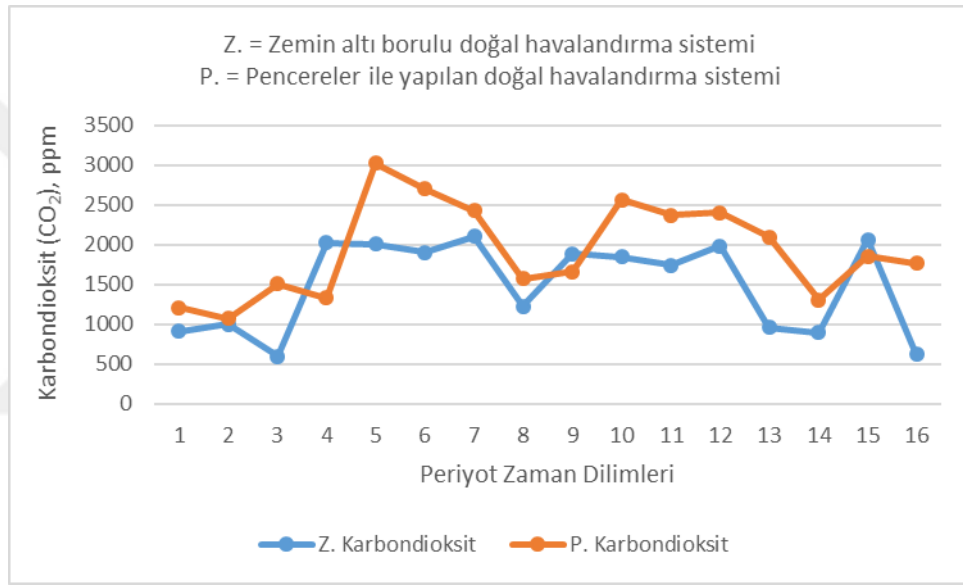


Şekil 4.16. Ocak ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 11.10 ppm, 2.05 ppm ve 8.53 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 14.50 ppm, 3.50 ppm ve 9.67 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de elde edilen CO konsantrasyon değerlerinin, Okuroğlu (1987), Yağanoğlu (1987) ve Alagöz vd (1996)'da belirtilen hayvan barınaklarında izin verilen 50 ppm değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %23, %41 ve %12 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Karbonmonoksit gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 2.28, pencereler ile yapılan doğal havalandırma

sisteminde 4.32 olarak hesaplanmıştır. Ocak ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %47 oranda daha az olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.17’de ortalama karbondioksit konsantrasyonlarının (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir. Karbondioksit gazının Ocak ayında görülen

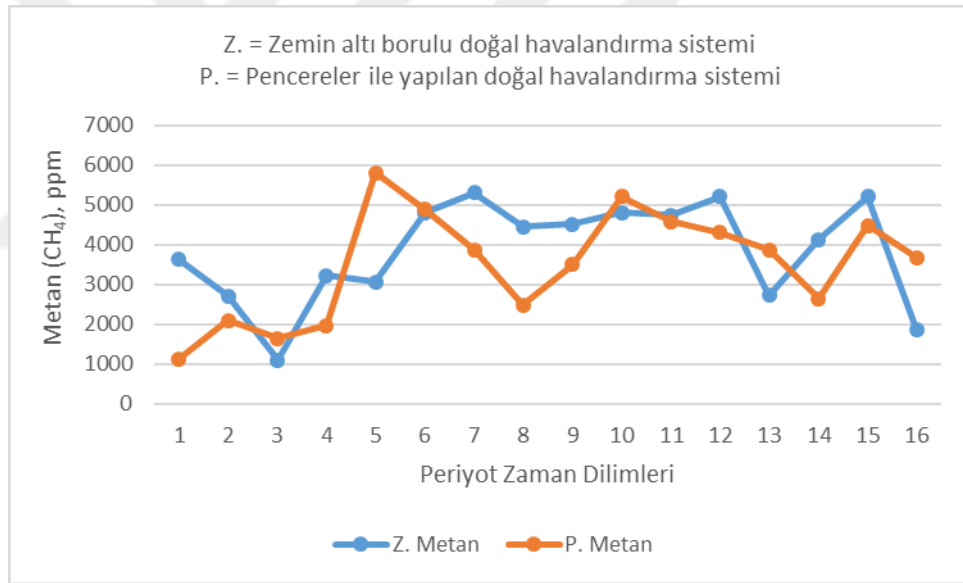


Şekil 4.17. Ocak ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri

konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2100.00 ppm, 600.00 ppm ve 1542.00 ppm (**Ek 4b**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3025.00 ppm, 1075.00 ppm ve 1928.75 ppm’dir (**Ek 4b**). Her iki havalandırma sisteminde de CO₂ konsantrasyonları hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 5000 ppm’in altındadır (Anonymous 1996; Zeybek 2013; Dartan 2014). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO₂ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %31, %44 ve %20 oranında daha az olduğu görülmüştür.

Karbondioksit gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 536.90, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 593.04 olarak hesaplanmıştır. Ocak ayında ortalama standart sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %9 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama metan gazı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Ocak ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.18'de görülmektedir. Ocak ayında metan gazının maksimum ortalama, minimum



Şekil 4.18. Ocak ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri

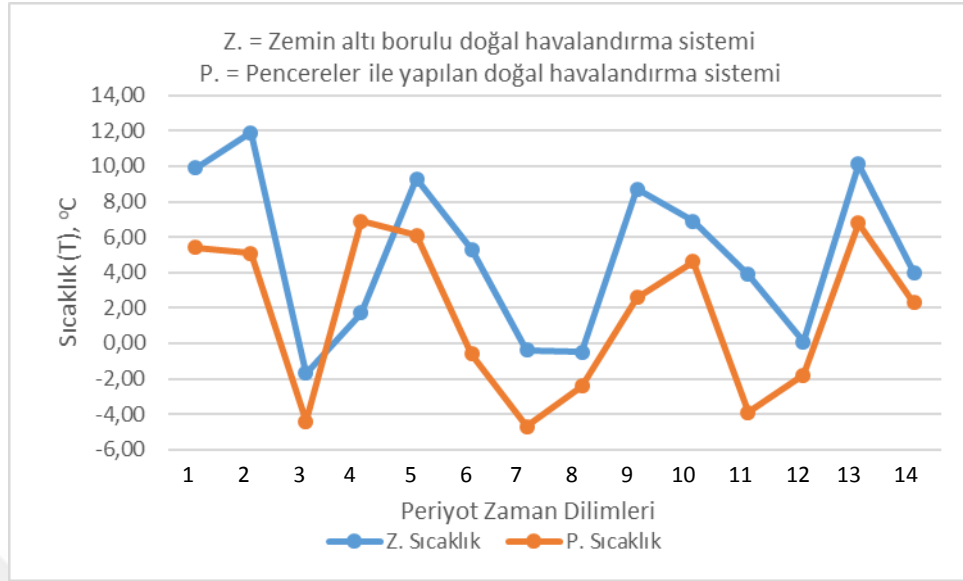
ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5300.00 ppm, 1100.00 ppm ve 3973.33 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5800.00 ppm, 1128.00 ppm ve 3508.31 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CH₄ konsantrasyon değerleri, Anonymous (1996), Kılıç (2013) ve Balça-Silva *et al.* (2015)'de belirtilen hayvan barınaklarında izin verilen 10000 ppm değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde

edilen maksimum ortalama ve minimum ortalama CH₄ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %9 ve %2 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Ortalamaların ortalaması CH₄ konsantrasyonunun pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde zemin altı borulu doğal havalandırma sistemine göre %12 oranında daha düşük düzeyi ile karşılaşılmıştır. Metan gazı konsantrasyonları Ocak ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 1201.32, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1374.47 olarak hesaplanmıştır. Ocak ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %13 oranda daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.3. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Şubat ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında barınak içerisinde ölçülen sıcaklıkların ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.19’da görülmektedir.

Şubat ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması sıcaklık değerleri (**Ek 4c**) sırasıyla 11.90°C, -1.70°C ve 4.94°C, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 6.90°C, -4.70°C ve 1.57°C bulunmuştur. Sıcaklıkların, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri her iki havalandırma sisteminde de, maksimum ortalama değeri pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde buzağların vücut ısılarını koruyabilecekleri -8°C ile 27°C değerleri aralığındadır (Ekmekyapar 1991; Özcan ve Gürçay 2000; Altınçekiç ve Koyuncu 2010). Maksimum ortalama sıcaklık değeri zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde Ekmekyapar (1991), Kutlu ve Serbester (2014), Uğur (2016)’da önerilen optimum sıcaklık değerleri olan 10°C ile 15°C arasındadır. Sıcaklıkların Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri

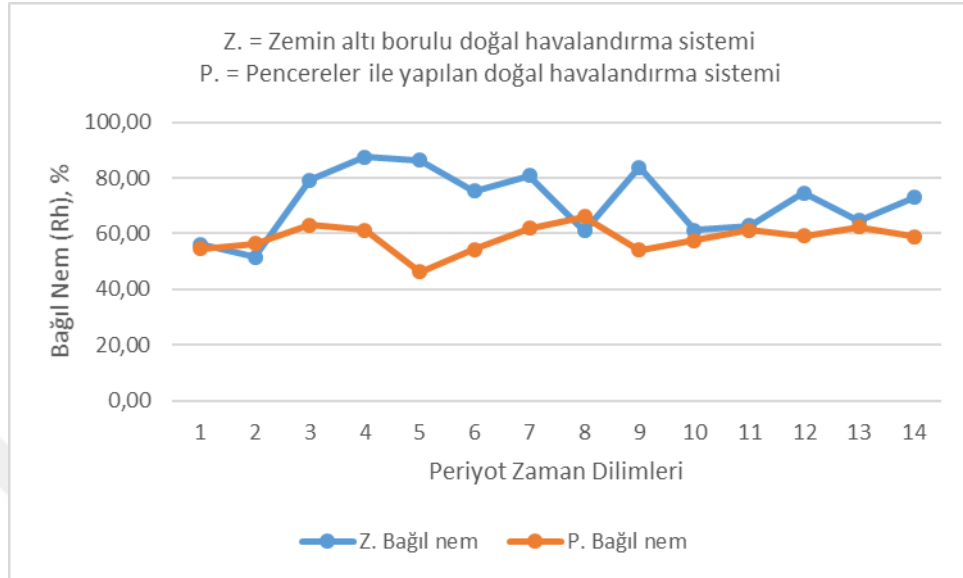


Şekil 4.19. Şubat ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri

(**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 4.60, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.39 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklıkların ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %26 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.20’de ortalama bağıl nem değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir.

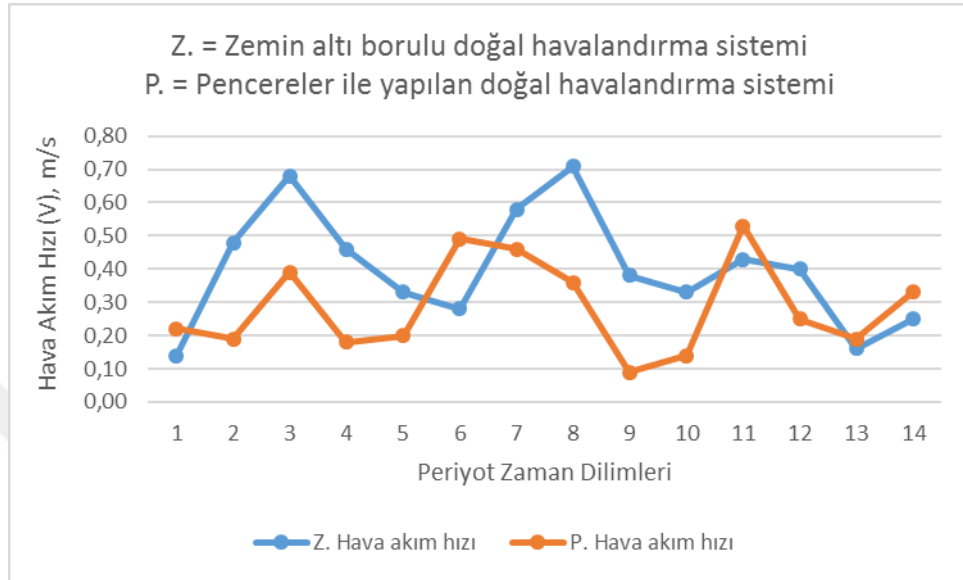
Bağıl nemin Şubat ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4c**) sırasıyla %87.50, %51.50 ve %71.27 olurken pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla %66.10, %46.40 ve %58.38 olmuştur. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama bağıl nem değeri uygun bağıl nem değerlerinin üzerindedir. Bu durum yalıtımın yetersiz olduğu barınaklarda yapı elemanları iç yüzeylerinde çığlenmelere neden olabilir, çığlenmelerin yoğunlaşması sonucu damlalar halinde hayvanların üzerine akarak stres ve hastalıklara yol açabilir.



Şekil 4.20. Şubat ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri

Minimum ortalama bağıl nem değeri zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, maksimum ortalama bağıl nem değeri pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalamaların ortalaması bağıl nem değerleri ise her iki havalandırma sisteminde de uygun bağıl nem değerleri aralığındadır. Pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde minimum ortalama bağıl nem değeri uygun bağıl nem değerlerinin altında kalmıştır. Bu durum ahır içi ortamında toz ve zerreciklerin artmasına, hayvanlarda ve çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına yol açabilir. Nitekim Bodman *et al.* (1987), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağı ahırlarında uygun bağıl nem değerlerinin %50 ile %75 arasında olduğu, %80'i geçmemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bağıl nemin Şubat ayı ortalamalarının stansart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 11.68, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 5.03'dür. Bağıl nemin Şubat ayında ortalamadan sapma riskinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %57 oranında daha az olduğu belirlenmiştir. Ahır içi ortalama hava akım hızı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için

değişimlerinin grafiği Şekil 4.21’de görülmektedir. Şubat ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, maksimum ortalama, minimum ortalama ve

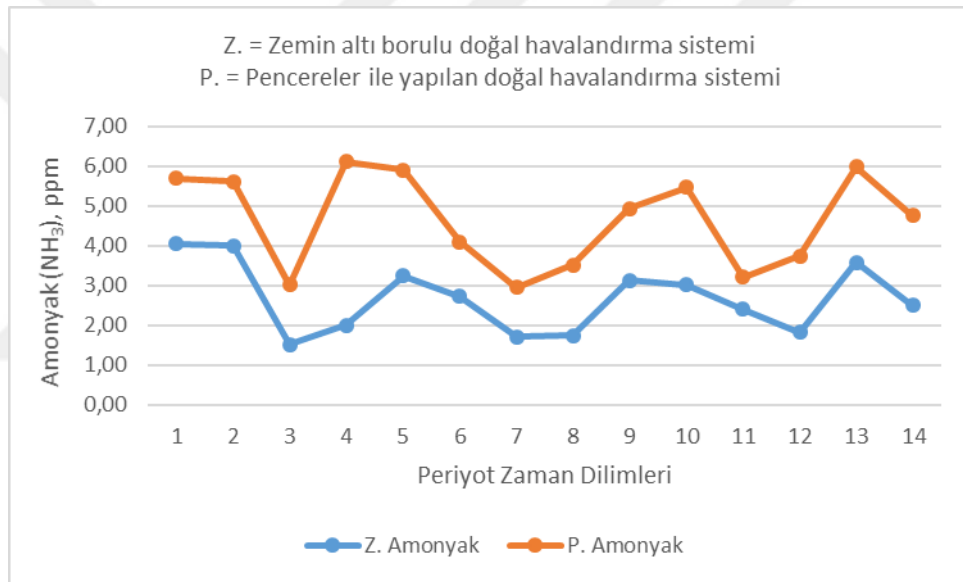


Şekil 4.21. Şubat ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri

ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri sırasıyla 0.71 m/s, 0.14 m/s ve 0.40 m/s (**Ek 4c**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 0.53 m/s, 0.09 m/s ve 0.29 m/s’dir (**Ek 4c**). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde görülen maksimum ortalama hava akım hızı değeri 0.7 m/s’nin üzerindedir. Bu durum hayvanlar üzerinde ceryan etkisi oluşturabilir. Pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama hava akım hızı ile zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri uygun hava akım hızı değerleri arasındadır. Pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan ortalamaların ortalaması hava akım hızı değeri ile her iki havalandırma sisteminde de elde edilen minimum ortalama hava akım hızı değerlerinin 0.3 m/s’nin altında kaldığı belirlenmiştir. Bu durum ahırda yeterli bir havalandırmanın sağlanamamasına, hayvanlarda ve çalışanlarda iç hastalıklara neden olabilir. Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991), Polat (2007) ve Olgun (2009)’da buzağı ahırlarında hava akım hızının 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında olması önerilmektedir. Hava akım hızının Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma

sisteminde 0.17, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.14 olarak hesaplanmıştır. Hava akım hızının Şubat ayında ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %18 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında barınak içerisinde ölçülen amonyak gazı ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.22’de verilmiştir. Amonyak gazının Şubat ayındaki

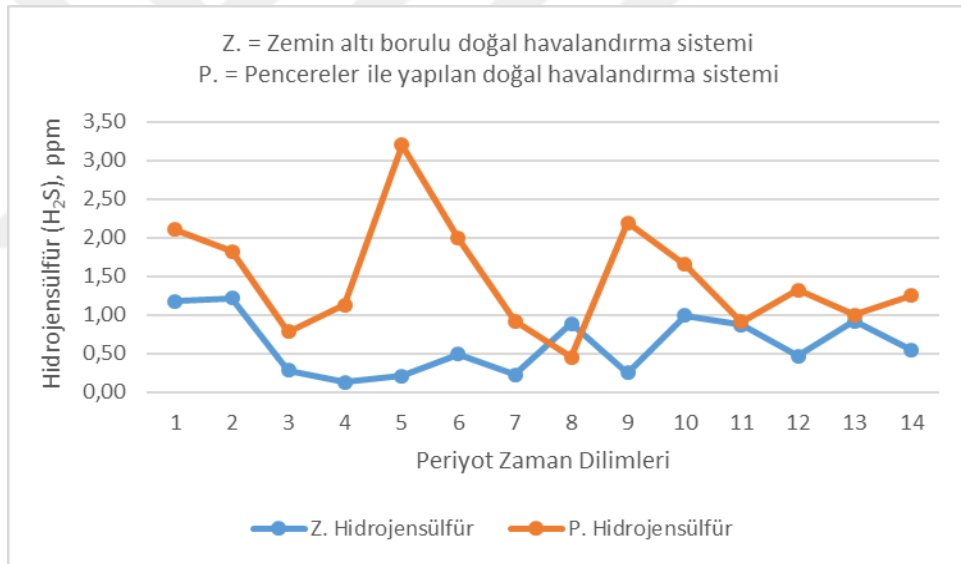


Şekil 4.22. Şubat ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4c**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.05 ppm, 1.51 ppm ve 2.67 ppm, pencereler ile doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 6.10 ppm, 2.95 ppm ve 4.64 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan NH_3 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu görülmektedir (Alagöz vd 1996; Akmirza 2012). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması NH_3 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %34, %49 ve %42 oranında daha az olduğu

saptanmıştır. Amonyak gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.86, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.19'dur. Amonyak gazı konsantrasyonlarının Şubat ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %27 oranında daha az olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.23'de ortalama hidrojen sülfür değerlerinin (**Ek 3a ve Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir. Şubat ayında hidrojen sülfür gazının maksimum ortalama, minimum

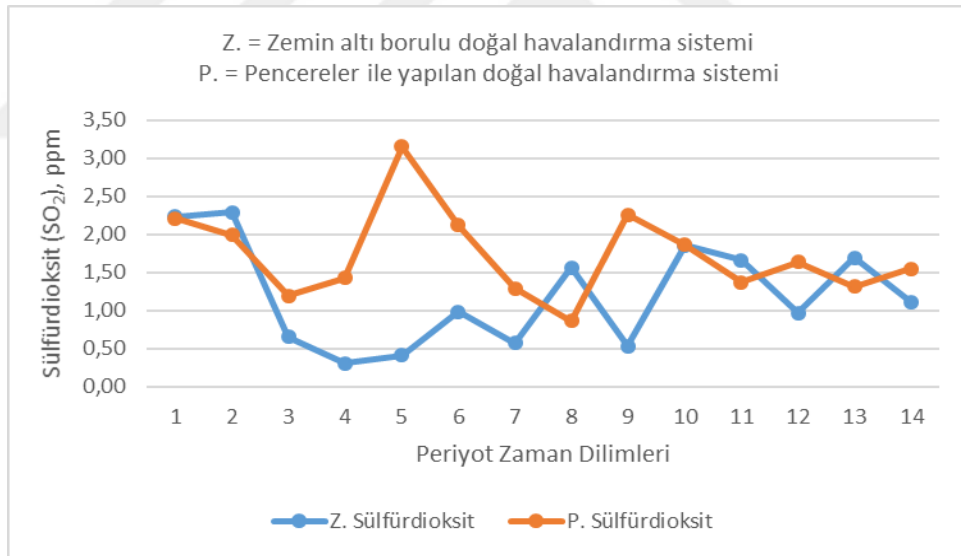


Şekil 4.23. Şubat ayı ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri

ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 1.22 ppm, 0.13 ppm ve 0.62 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.20 ppm, 0.45 ppm ve 1.48 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de elde edilen H_2S konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10 ppm'in altında olduğu belirlenmiştir (Güner 2013; Şahanoğlu ve Koçak 2014). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların

ortalaması H_2S gazı değerlerinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %62, %71 ve %58 oranında daha düşük konsantrasyonlarıyla karşılaşmıştır. Hidrojensülfür gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.38, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.73 olarak hesaplanmıştır. Şubat ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %48 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama sülfürdioksit değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.24'de görülmektedir. Sülfürdioksit gazının Şubat ayında gözlemlenen

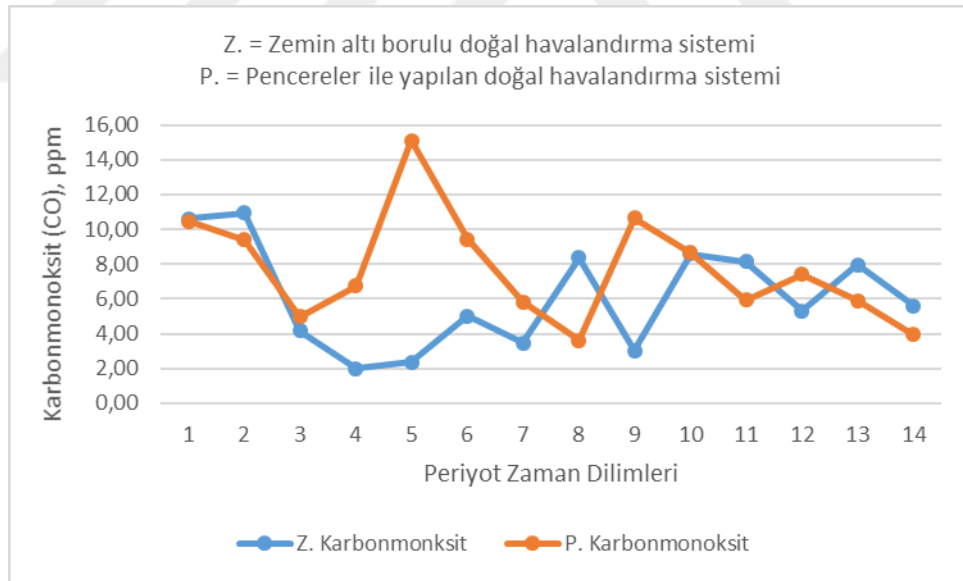


Şekil 4.24. Şubat ayı ahır içi ortalama sülfürdioksit gazı değişimleri

konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2.29 ppm, 0.31 ppm ve 1.20 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.15 ppm, 0.86 ppm ve 1.73 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de SO_2 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değeri 5 ppm'in altında olduğu saptanmıştır (Keçebaş vd 2010; Çağatan 2011). Zemin altı

borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması SO_2 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %27, %64 ve %31 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Sülfürdioksit gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.68, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.58'dir. Şubat ayında ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %15 oranında daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında barınak içinde ölçülen karbonmonoksit gazı ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.25'dedir. Şubat ayında karbonmonoksit gazının

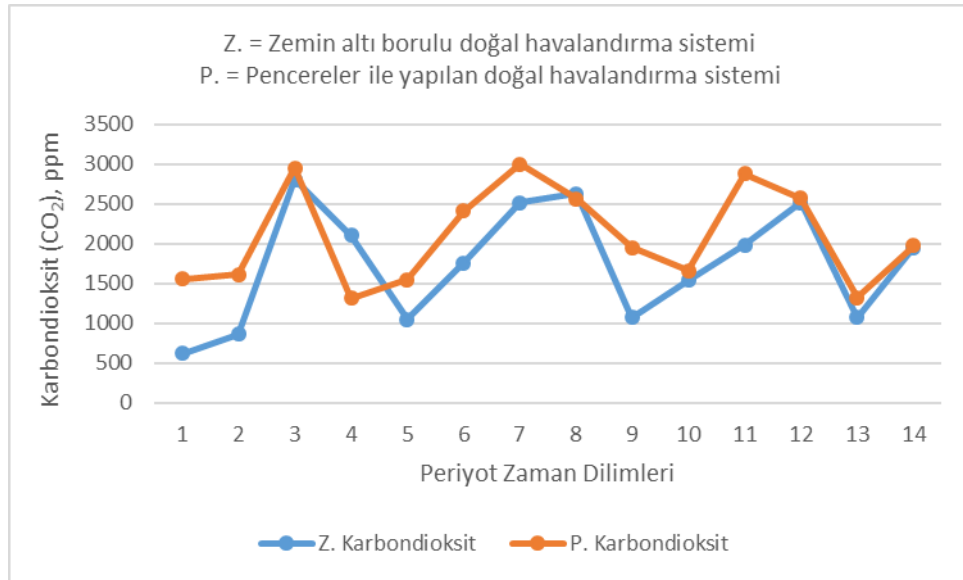


Şekil 4.25. Şubat ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4c**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 10.95 ppm, 1.99 ppm ve 6.11 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 15.10 ppm, 3.61 ppm ve 7.72 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de

elde edilen CO konsantrasyon değerlerinin, Okuroğlu (1987), Yağanoğlu (1987) ve Alagöz vd (1996)'da belirtilen hayvan barınaklarında izin verilen 50 ppm'in altında olduğu belirlenmiştir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %27, %45 ve %21 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Karbonmonoksit gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 2.99, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.12 olarak hesaplanmıştır. Şubat ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %4 oranda daha az olduğu gözlenmiştir.

Şekil 4.26'da ortalama karbondioksit değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri verilmiştir. Karbondioksit gazının Şubat ayında görülen konsantrasyonlarının

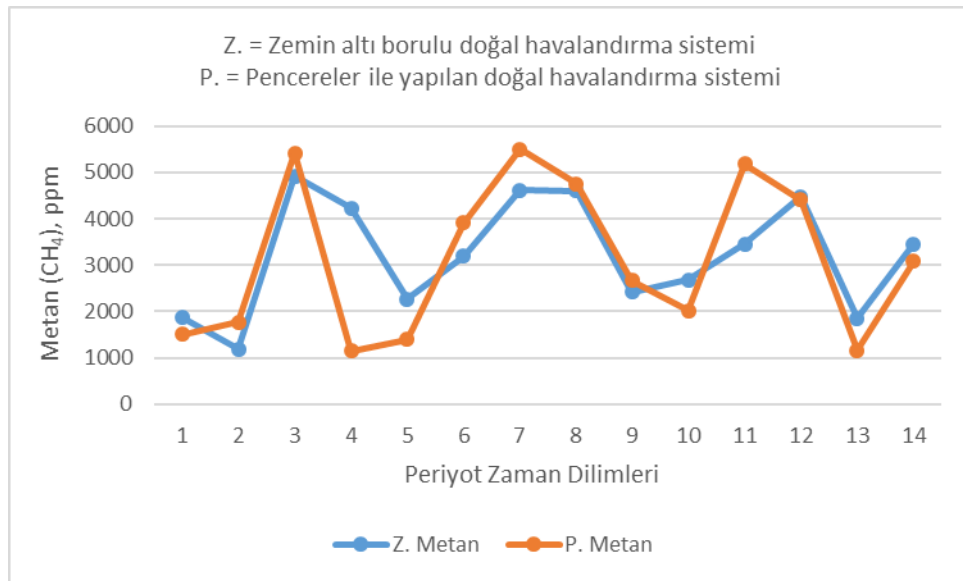


Şekil 4.26. Şubat ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2800.00 ppm, 620.00 ppm ve

1747.29 ppm (**Ek 4c**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2995.00 ppm, 1310.00 ppm ve 2093.43 ppm'dir (**Ek 4c**). Her iki havalandırma sisteminde de CO_2 konsantrasyon değerleri, hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 5000 ppm'in altındadır (Anonymous 1996; Zeybek 2013; Dartan 2014). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO_2 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %7, %53 ve %17 oranında daha az olduğu görülmüştür. Karbondioksit gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 721.71, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 616.79 olarak hesaplanmıştır. Şubat ayında ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %16 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama metan gazı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Şubat ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.27'de görülmektedir. Şubat ayında metan gazının maksimum ortalama,



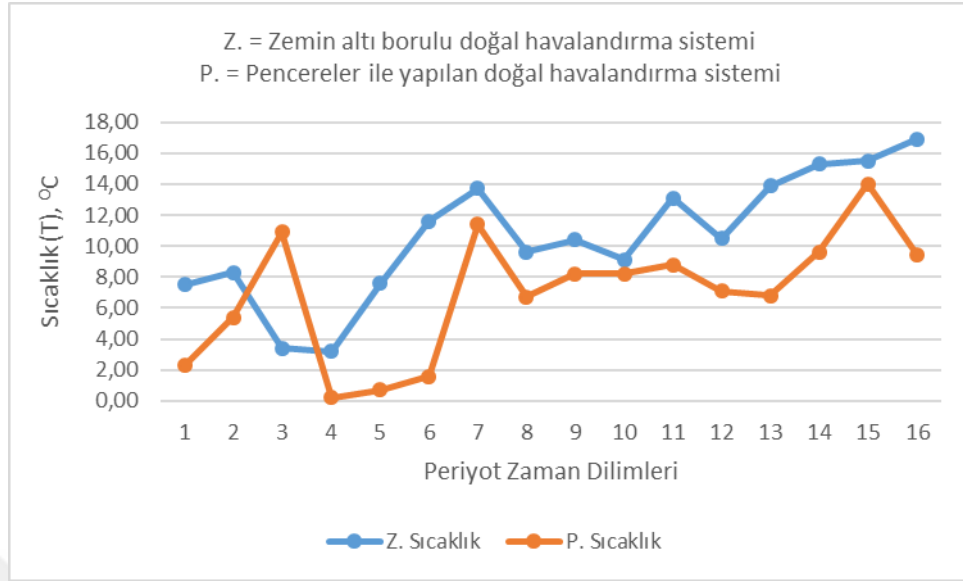
Şekil 4.27. Şubat ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri

minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4c**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4910.00 ppm, 1187.00 ppm ve 3228.14 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5500.00 ppm, 1150.00 ppm ve 3136.36 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CH₄ konsantrasyon değerlerinin, Anonymous (1996), Kılıç (2013) ve Balça-Silva *et al.* (2015)'de önerilen hayvan barınaklarında izin verilen 10000 ppm değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama CH₄ konsantrasyon değerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemindeki maksimum ortalamaya göre %11 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CH₄ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, zemin altı borulu doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %3 ve %3 oranında daha düşüktür. Metan gazı konsantrasyonları Şubat ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4c**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 1211.56, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1678.91 olarak hesaplanmıştır. Şubat ayında ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %29 oranda daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.4. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2015 yılı Mart ayına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında barınak içinde ölçülen sıcaklıkların ortalama değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.28'de görülmektedir.

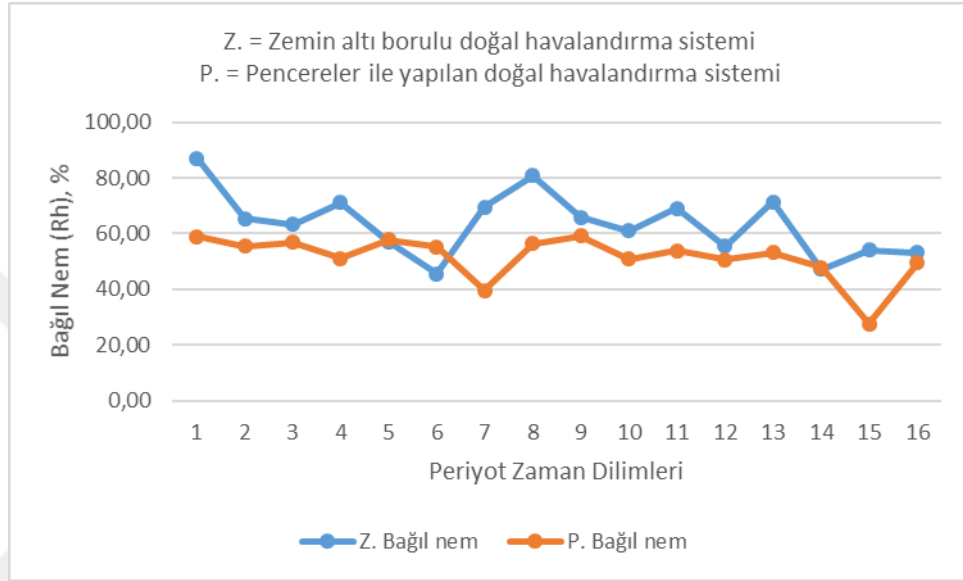
Mart ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması sıcaklık değerleri sırasıyla 16.90°C, 3.20°C ve 10.60°C (**Ek 4d**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise bu değerler sırasıyla 14.00°C, 0.20°C ve 7.27°C (**Ek 4d**) bulunmuştur. Minimum ortalama



Şekil 4.28. Mart ayı ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri

sıcaklıklar her iki havalandırma sisteminde de buzağların vücut ısılarını koruyabilecekleri sıcaklık aralığındadır. Ekmekyapar (1991), Özcan ve Gürçay (2000), Altunçekiç ve Koyuncu (2010)'da buzağların -8°C ile 27°C aralığında vücut ısılarını koruyabildikleri belirtilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde de maksimum ortalama sıcaklıklar Ekmekyapar (1991), Kutlu ve Serbest (2014), Uğur (2016)'da belirtilen 10°C ile 15°C arasındaki konfor bölge olarak adlandırılan optimum sıcaklık aralığındadır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde görülen maksimum ortalama ve pencereler ile yapılan doğala havalandırma sisteminde saptanan ortalamaların ortalaması sıcaklık değerlerinin uygun sıcaklık değerleri aralığında olduğu gözlenmiştir. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Ekmekyapar (2001)'de buzağlar için uygun sıcaklığın 7°C ile 20°C arasında olduğu vurgulanmaktadır. Sıcaklıkların Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 4.06, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.95 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklıkların ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %3 oranında daha az olduğu görülmüştür.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama bağıl nemin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.29'da verilmiştir.

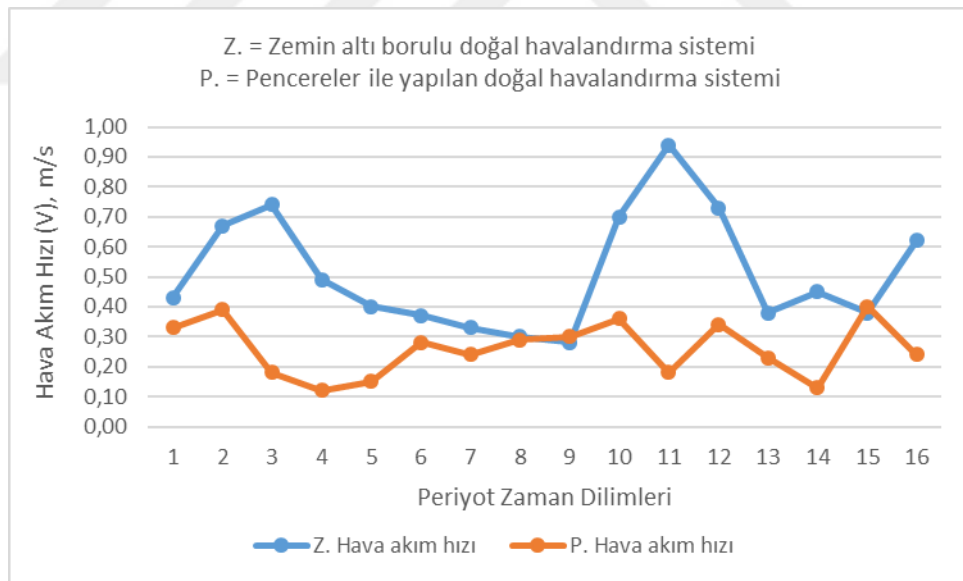


Şekil 4.29. Mart ayı ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri

Bağıl nemin Mart ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri sırasıyla %86.90, %45.50 ve %63.54 (**Ek 4d**) olurken pencereler ile doğal havalandırma sisteminde sırasıyla %59.20, %27.70 ve %51.05 (**Ek 4d**) olmuştur. Bağıl nemin; her iki havalandırma sisteminde de ortalamaların ortalaması ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama değerleri uygun bağıl nem değerleri arasındadır. Minimum ortalama değerleri her iki havalandırma sisteminde de uygun bağıl nem değerlerinin altında kalmıştır. Bu durum, ahır içi havasında toz ve zerreciklerin artmasına, buzağların ve çalışanların solunum yolu enfeksiyonlarına yol açabilir. Nitekim Bodman *et al.* (1987), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağı ahırlarında uygun bağıl nem değerinin %50 ile %75 arasında olduğunu vurgulamaktadırlar. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama bağıl nem değeri %80'in üzerine çıkmıştır. Bu durum yalıtımın yetersiz

olduğu barınaklarda yapı elemanları iç yüzeylerinde çığlenmeye ve yoğunlaşıp damlalar halinde hayvanların vücuduna düşerek hastalanmalarına neden olabilir. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağı ahırlarında bağıl nemin %80'in üzerine çıkmaması önerilmektedir. Bağıl nemin Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 11.35, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 8.07'dir. Bağıl nemin Mart ayında ortalamadan sapma riskinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %29 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ortalama hava akım hızı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**); zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.30'da görülmektedir. Mart ayında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde,



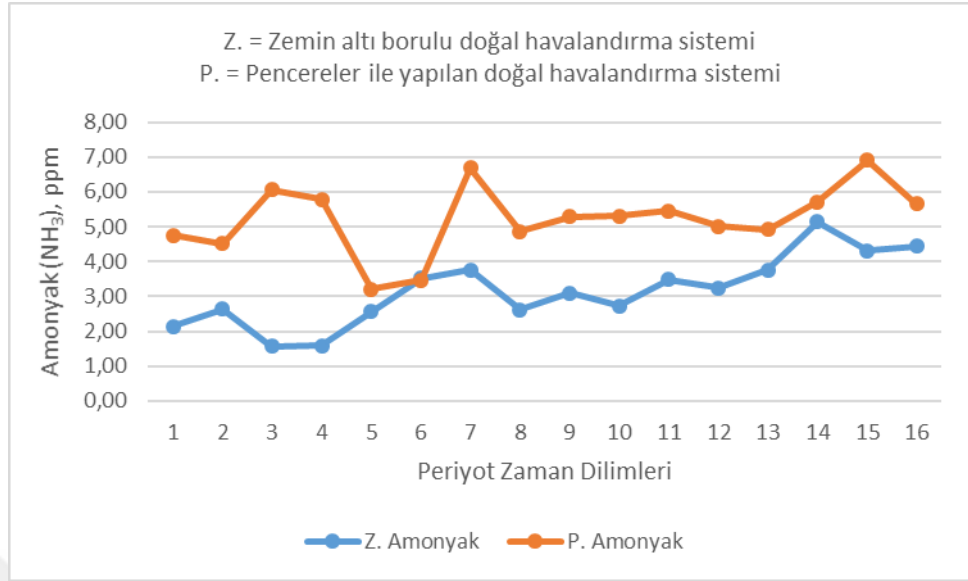
Şekil 4.30. Mart ayı ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri

maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri sırasıyla 0.94 m/s, 0.28 m/s ve 0.51 m/s (**Ek 4d**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 0.40 m/s, 0.12 m/s ve 0.26 m/s'dir (**Ek 4d**). Minimum ortalama hava akım hızı her iki havalandırma sisteminde de, ortalamaların

ortalaması hava akım hızı pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.3 m/s'nin altında kalmıştır. Bu durum, ahırda koku sorununa, hayvanlarda ve çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına ve iç hastalıklara neden olabilir. Buzağının gelişme sürecini yavaşlatabilir. Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991) ve Olgun (2009)'da buzağı ahırlarında barınak içi uygun hava akım hızının kış mevsiminde 0.3 m/s olduğu belirtilmektedir. Buzağı ahır, zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile havalandırıldığında karşılaşılan ortalamaların ortalaması hava akım hızı ve pencereler ile doğal olarak havalandırıldığında saptanan maksimum ortalama hava akım hızı buzağı ahırlarında önerilen uygun hava akım hızı değerleri aralığındadır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama hava akım hızının ise bu değerlerin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Bu durum, buzağılarda ceryan etkisi oluşturarak hastalanmalarına neden olabilir. Nitekim Polat (2007)'de buzağı ahırlarında uygun hava akım hızının 0.3 m/s ile 0.7 m/s aralığında olduğu bildirilmektedir. Hava akım hızının Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.19, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.09 olarak hesaplanmıştır. Hava akım hızının Mart ayında ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %53 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ahır içi ortalama amonyak konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.31'de verilmiştir.

Amonyak gazının Mart ayındaki maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4d**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5.13 ppm, 1.57 ppm ve 3.16 ppm, pencereler ile doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 6.90 ppm, 3.21 ppm ve 5.26 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan NH_3 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu görülmektedir (Alagöz vd 1996; Akmirza 2012). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması NH_3

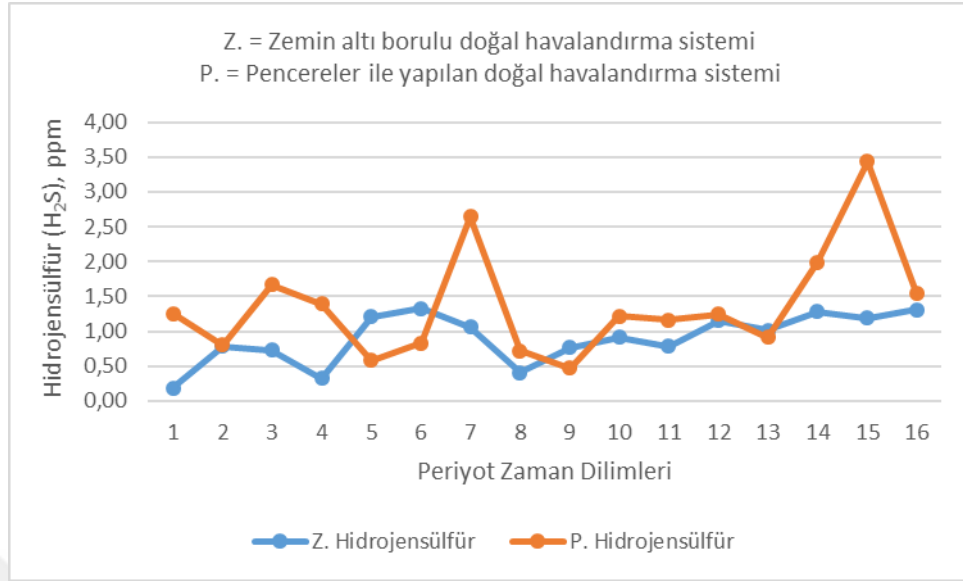


Şekil 4.31. Mart ayı ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri

konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %26, %51 ve %40 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Amonyak gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.99, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.01'dir. Amonyak gazı konsantrasyonlarının Mart ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %2 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki ortalama hidrojen sülfür konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) değişimlerinin grafiği Şekil 4.32'de görülmektedir.

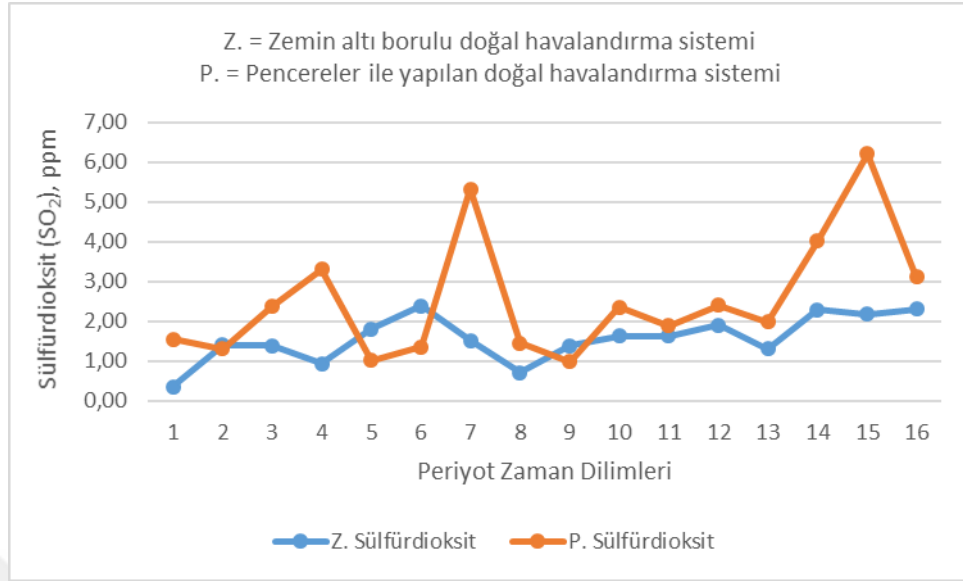
Mart ayında hidrojen sülfür gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4d**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 1.33 ppm, 0.19 ppm ve 0.90 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.43 ppm, 0.47 ppm ve 1.37 ppm'dir.



Şekil 4.32. Mart ayı ahır içi ortalama hidrojen Sülfür gazı değişimleri

Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan H_2S konsantrasyon değerleri hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10 ppm'in altındadır. Güner (2013), Şahanoğlu ve Koçak (2014)'de hidrojen Sülfür gazının hayvan barınaklarında 10 ppm'in üzerinde olmaması önerilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması H_2S konsantrasyon değerlerinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %61, %60 ve %34 oranında daha düşük konsantrasyonlarıyla karşılaşılmıştır. Hidrojen Sülfür gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.36, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.81 olarak hesaplanmıştır. Mart ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %56 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

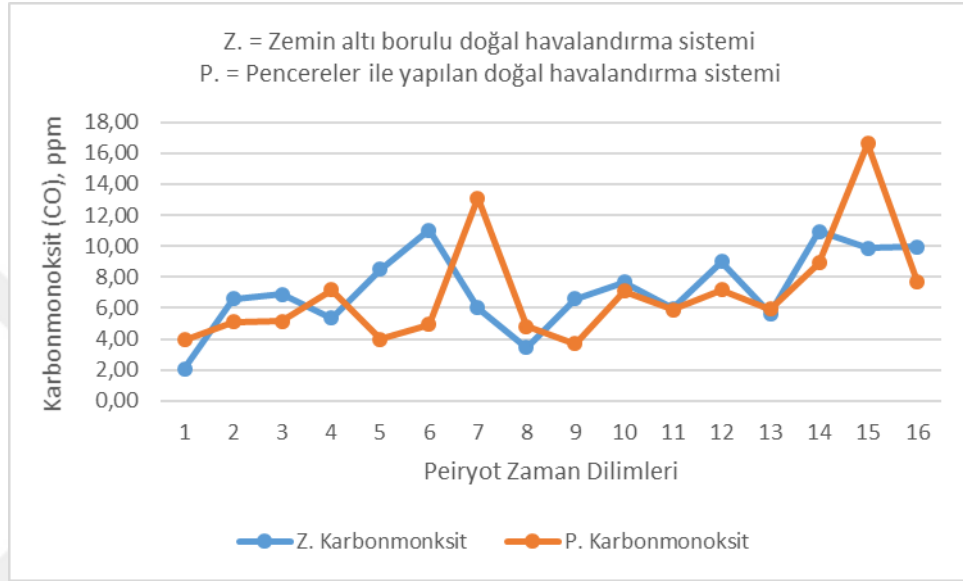
Ortalama Sülfürdioksit konsantrasyonunun, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) grafiği Şekil 4.33'de verilmiştir.



Şekil 4.33. Mart ayı ahır içi ortalama sülfürdioksit gazı değişimleri

Sülfürdioksit gazının Mart ayında görülen konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2.39 ppm, 0.36 ppm ve 1.57 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 6.20 ppm, 0.99 ppm ve 2.60 ppm'dir. Pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama SO₂ konsantrasyon değeri dışında belirlenen değerin 5 ppm'in altında olduğu görülmüştür. Keçebaş vd (2010) ve Çağatan (2011)'de hayvan barınaklarında sülfürdioksit gazının 5 ppm'in üzerine çıkması durumunda canlılarda zehir etkisi yapabildiği vurgulanmaktadır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması SO₂ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %61, %64 ve %40 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Sülfürdioksit gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.58, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.55'dir. Mart ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %63 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama karbonmonoksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.34’de görülmektedir.

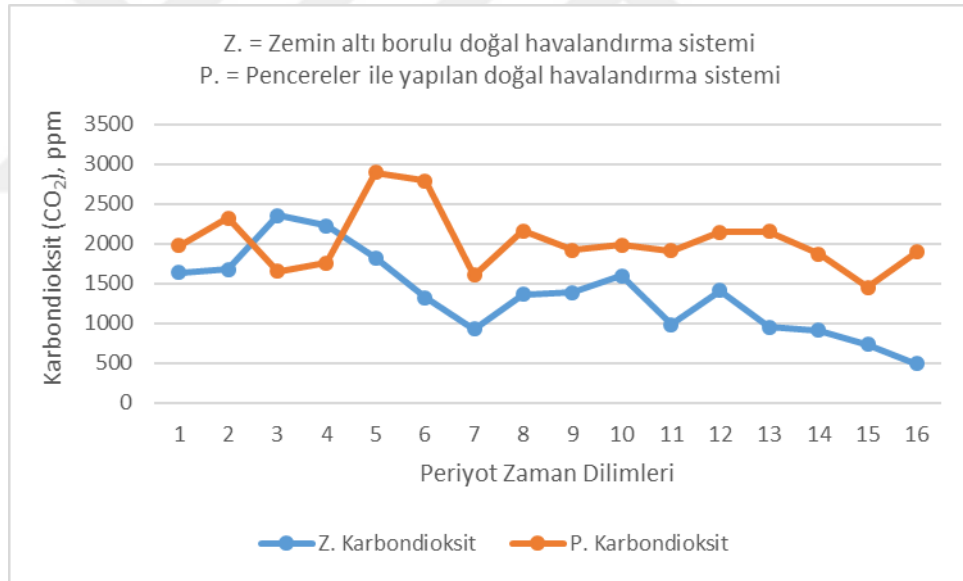


Şekil 4.34. Mart ayı ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri

Mart ayında karbonmonoksit gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4d**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 11.03 ppm, 2.06 ppm ve 7.22 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 16.61 ppm, 3.69 ppm ve 7.15 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CO konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 50 ppm’in altında olduğu görülmüştür. Okuroğlu (1987), Yağanoğlu (1987) ve Alagöz vd (1996)’da hayvan barınaklarında 50 ppm’in üzerindeki karbonmonoksit konsantrasyonlarının hayvanlarda solunum güçlüğüne neden olabileceği bildirilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama ve minimum ortalama CO konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %34 ve %44 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Ortalamaların ortalaması CO konsantrasyonunun pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, zemin altı borulu doğal

havalandırma sistemine göre %1 oranında daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Karbonmonoksit gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 2.57, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.50 olarak hesaplanmıştır. Mart ayında ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %27 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.35’de ortalama karbondioksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri görülmektedir.

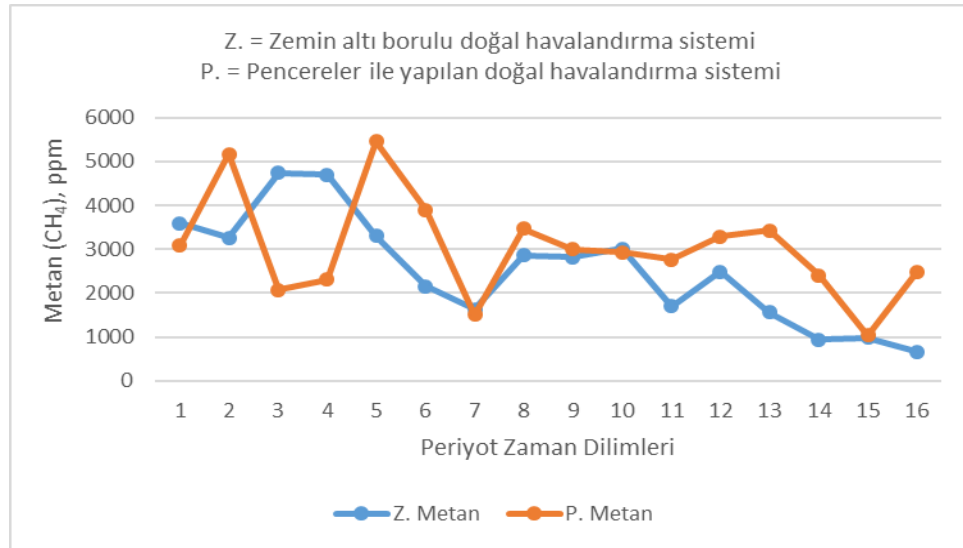


Şekil 4.35. Mart ayı ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri

Karbondioksit gazının Mart ayında görülen konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2350.00 ppm, 495.00 ppm ve 1361.81 ppm (**Ek 4d**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2896.00 ppm, 1451.00 ppm ve 2032.40 ppm’dir (**Ek 4d**). Her iki havalandırma sisteminde de CO₂ konsantrasyon değerlerinin 5000 ppm’in altında olduğu görülmektedir. Anonymous

(1996), Zeybek (2013) ve Dartan (2014)'de karbondioksit gazının hayvan barınaklarında 5000 ppm'den fazla olmaması önerilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO₂ konsantrasyonlarının pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %19, %66 ve %33 oranında daha azdır. Karbondioksit gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 516.71, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 402.19 olarak hesaplanmıştır. Mart ayında ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %22 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ahır içi ortalama metan konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, Mart ayında her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.36'da verilmiştir. Mart ayında metan gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve



Şekil 4.36. Mart ayı ahır içi ortalama metan gazı değişimleri

ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4d**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4733.00 ppm, 660.00 ppm ve 2526.31 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5460.00 ppm,

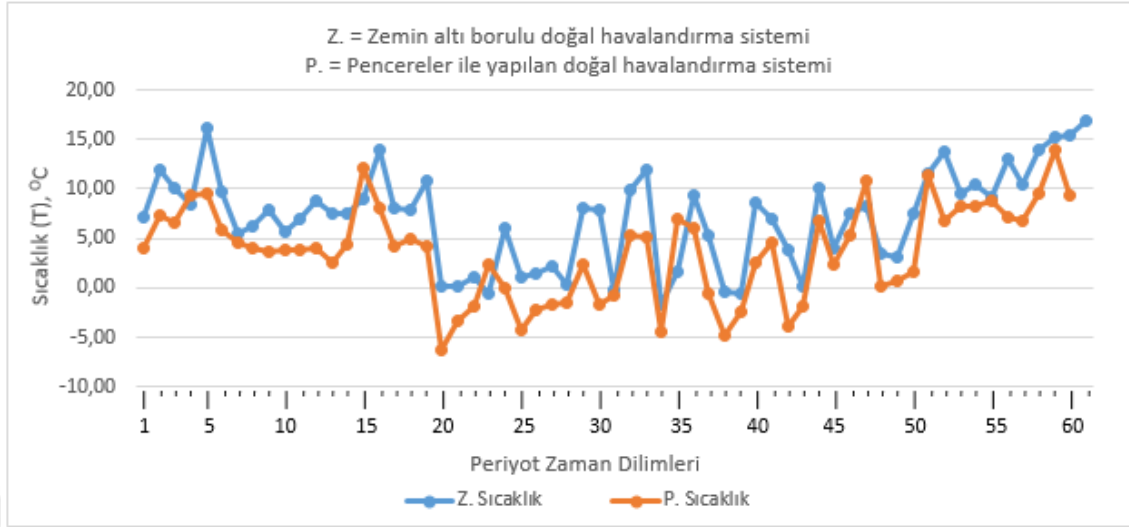
1040.00 ppm ve 3012.80 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CH₄ konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10000 ppm'in altında olduğu görülmüştür (Anonymous 1996; Kılıç 2013; Balça-Silva *et al.* 2015). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CH₄ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %13, %37 ve %16 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Metan gazı konsantrasyonları Mart ayı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4d**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 1245.03, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1198.99 olarak hesaplanmıştır. Mart ayında ortalamadan sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %4 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

4.2.5. Zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin 2014 yılı Aralık ve 2015 yılı Ocak, Şubat, Mart aylarına ilişkin veri grafiklerinin karşılaştırılması

Bu kısımda; araştırmanın yürütüldüğü buzağı ahırında uygulanan zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 2014 Aralık ayı, 2015 Ocak, Şubat, Mart aylarını kapsayan araştırma süresince ahır içinde ölçülen parametrelerin veri grafikleri karşılaştırılmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince barınak içinde ölçülen sıcaklıkların (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) ortalama değerlerinin her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.37'de görülmektedir.

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hava sıcaklıklarına uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P_1=0.901>0.05$, T-Testi; $P_2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile



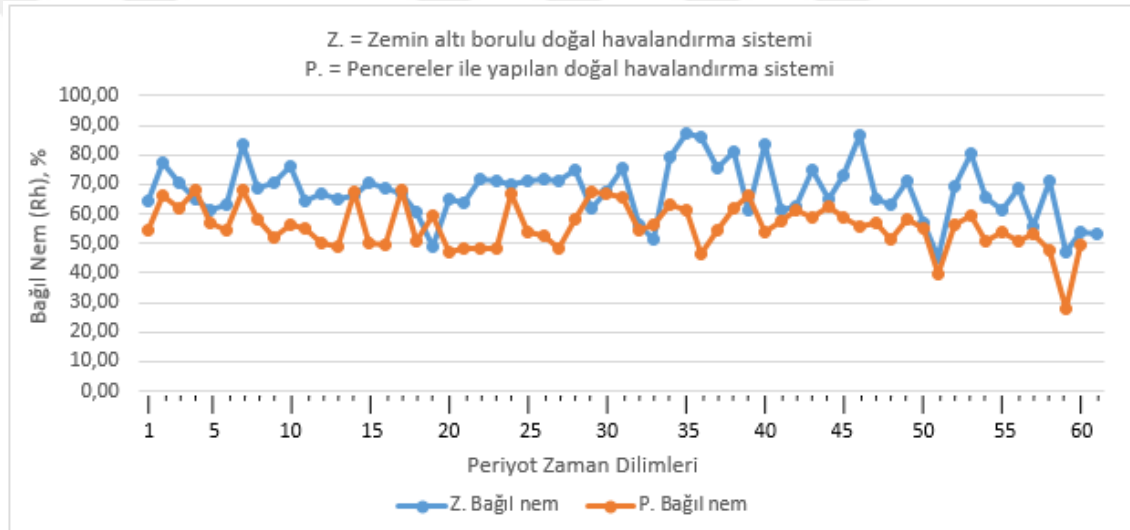
Şekil 4.37. Araştırma süresince ahır içi ortalama sıcaklık değişimleri

pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi sıcaklıklar arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması sıcaklık değerleri sırasıyla (**Ek 4e**) 14.05°C, 1.58°C ve 7.14°C, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise bu değerler sırasıyla 10.44°C, -2.11°C ve 3.66°C bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de minimum ortalama ve pencereler ile yapılan havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması sıcaklık değerleri buzağıkların vücut ısılarını koruyabilecekleri düzeyde elde edilmiştir. Ekmekyapar (1991), Özcan ve Gürçay (2000), Altunçekiç ve Koyuncu (2010)'da buzağıkların -8°C ile 27°C aralığında vücut ısılarını koruyabildikleri vurgulanmaktadır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması sıcaklığı, Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989), Ekmekyapar (2001)'de belirtilen buzağı ahırlarında uygun sıcaklık değerleri 7°C ile 20°C aralığındadır. Her iki havalandırma sisteminde de maksimum ortalama sıcaklık değerleri optimum sıcaklık değerleri düzeyindedir. Ekmekyapar (1991), Kutlu ve Serbest (2014), Uğur (2016)'da buzağıklar için konfor bölge olarak adlandırılan optimum sıcaklığın 10°C ile 15°C aralığında olduğu belirtilmektedir. Sıcaklıkların araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 4.77,

pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 4.71 hesaplanmıştır. Sıcaklıkların ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %1 oranında daha az olduğu görülmüştür.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama bağıl nem değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.38’de verilmiştir.



Şekil 4.38. Araştırma süresince ahır içi ortalama bağıl nem değişimleri

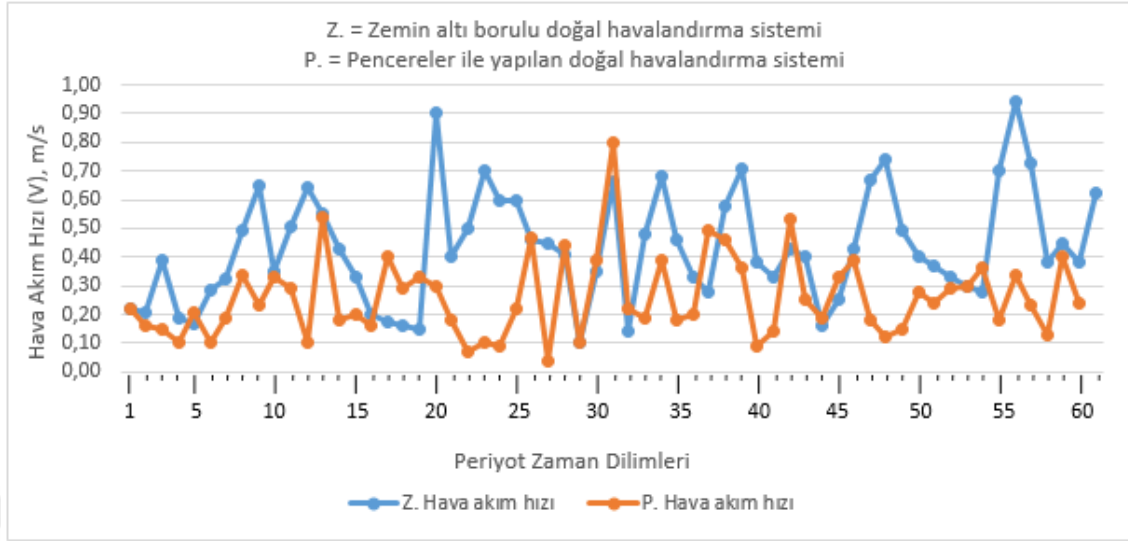
Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.143>0.05$, T-Testi; $P2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi bağıl nem değerleri arasındaki fark önemlidir (**Ek 5**).

Ahır içi bağıl nemin araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri sırasıyla %84.50, %49.60 ve %67.70 (**Ek 4e**) olurken pencereler ile yapılan

doğal havalandırma sisteminde sırasıyla %66.50, %42.00 ve %55.80 (**Ek 4e**) olmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de minimum ortalama bağıl nem değerleri uygun bağıl nem değerlerinin altında kalmıştır. Bu durum, ahır içi havasında toz ve zerrecikleri arttırarak buzağların ve çalışanların solunum yolu enfeksiyonlarına yol açabilir. Ortalamaların ortalaması bağıl nem değerleri her iki havalandırma sisteminde de, maksimum ortalama ise pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde uygun bağıl nem değerleri arasındadır. Nitekim Bodman *et al.* (1987), Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989)'da buzağı ahırlarında uygun bağıl nem değerlerinin %50 ile %75 aralığında olduğunu belirtmektedirler. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama bağıl nem değeri %80'in üzerine çıkmıştır. Bu durum yalıtımın yeterli olmadığı ahırlarda yapı elemanları iç yüzeylerinde çiğlenmeye ve yoğunlaşmış damlalar halinde hayvanların vücuduna düşerek hastalanmalarına neden olabilir. Yağanoğlu ve Okuroğlu (1989) buzağı ahırlarında bağıl nemin %80'in üzerine çıkmaması gerektiğini önermektedirler. Bağıl nemin araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 9.44, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 7.61'dir. Bağıl nemin araştırma süresince ortalamadan sapma riskinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %19 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ortalama hava akım hızı değerlerinin (**Ek 3a** ve **Ek 3b**); zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.39'da görülmektedir.

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P_1=0.233>0.05$, T-Testi; $P_2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hava akım hızları arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

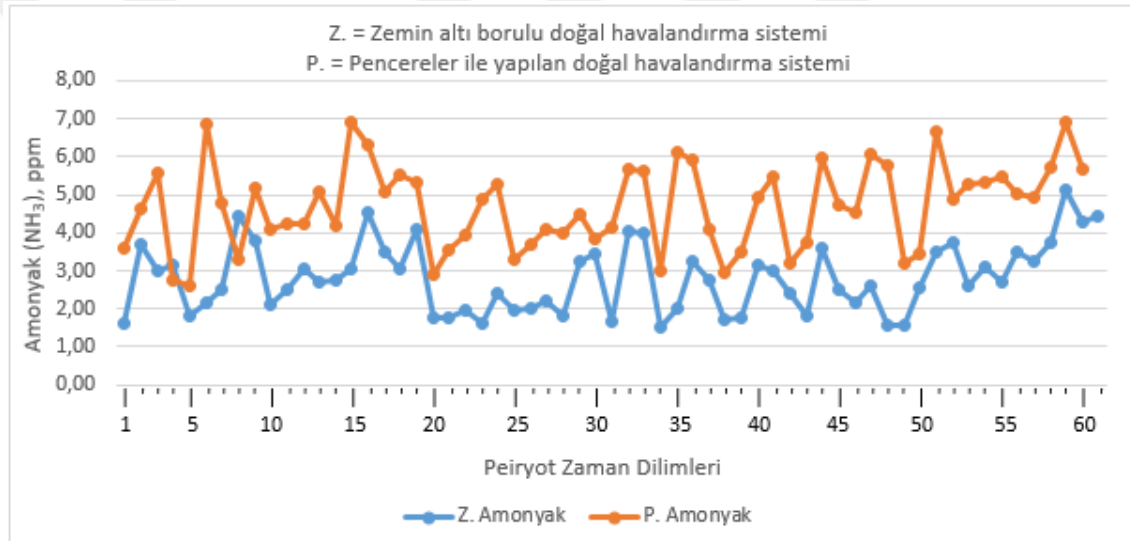


Şekil 4.39. Araştırma süresince ahır içi ortalama hava akım hızı değişimleri

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri sırasıyla 0.84 m/s, 0.14 m/s ve 0.43 m/s (**Ek 4e**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise sırasıyla 0.61 m/s, 0.07 m/s ve 0.26 m/s'dir (**Ek 4e**). Maksimum ortalama hava akım hızı zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde uygun hava akım hızı değerlerinin üzerine çıkmıştır. Bu durum hayvanlar üzerinde ceryan etkisi oluşturarak hastalanmalarına neden olabilir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama uygun hava akım hızı değerleri aralığındadır. Polat (2007)'de buzağı ahırlarında barınak içi uygun hava akım hızının 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında olduğu belirtilmektedir. Her iki havalandırma sisteminde de minimum ortalama ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ortalamaların ortalaması hava akım hızı değerleri 0.3 m/s'nin altında kalmıştır. Bu durum, ahırda koku sorununa, hayvanlarda ve çalışanlarda solunum yolu enfeksiyonlarına ve iç hastalıklara yol açabilir. Buzağının gelişme sürecini yavaşlatabilir. Okuroğlu (1987), Ekmekyapar (1991) ve Olgun (2009)'da buzağı ahırlarında barınak içi uygun hava akım hızının kış mevsiminde 0.3 m/s olduğu vurgulanmaktadır. Araştırma süresince hava akım hızı ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.19, pencereler ile

yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.14 olarak hesaplanmıştır. Hava akım hızının araştırma süresince ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %26 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ahır içi ortalama amonyak konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.40'da verilmiştir.



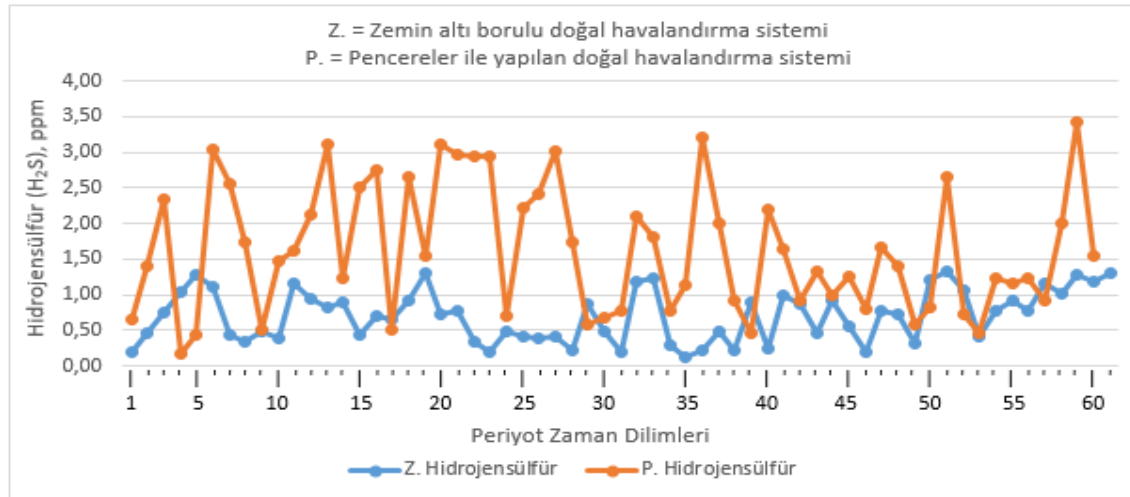
Şekil 4.40. Araştırma süresince ahır içi ortalama amonyak gazı değişimleri

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi amonyak gazı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.070>0.05$, T-Testi; $P2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi amonyak gazı değerleri arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

Amonyak gazının araştırma süresince maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4e**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.49 ppm, 1.51 ppm ve 2.81 ppm, pencereler ile yapılan doğal

havalandırma sisteminde sırasıyla 6.61 ppm, 2.89 ppm ve 4.70 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan NH_3 konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 10 ppm değerinin altında olduğu görülmektedir (Alagöz vd 1996; Akmirza 2012). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde rastlanan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması NH_3 konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %32, %48 ve %40 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Amonyak gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.91, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1.12'dir. Amonyak gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %20 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki ortalama hidrojen sülfür konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) değişimlerinin grafiği Şekil 4.41'de görülmektedir.



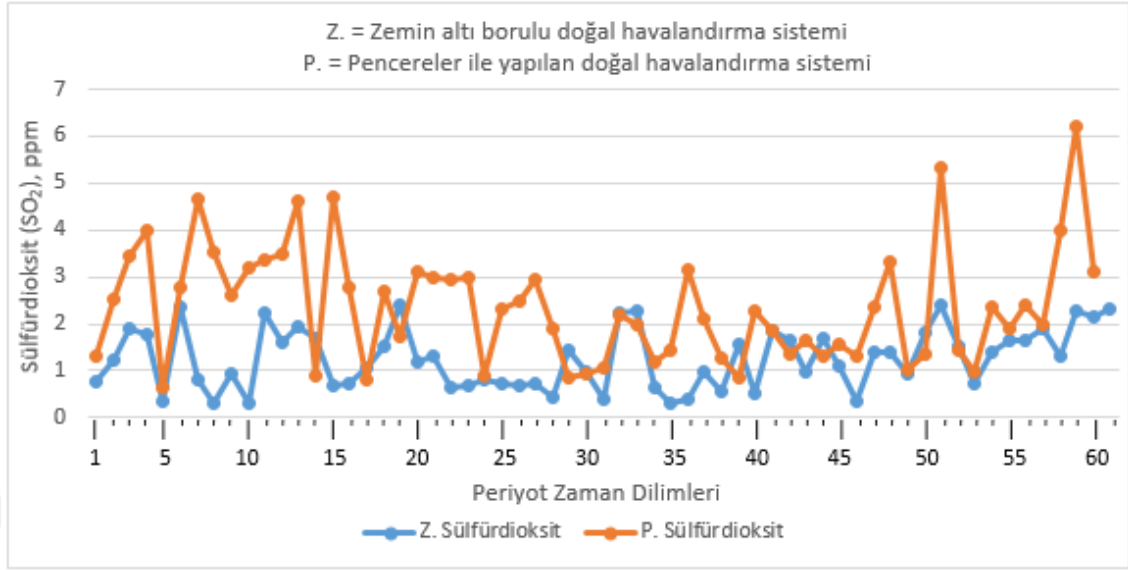
Şekil 4.41. Araştırma süresince ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı değişimleri

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hidrojen sülfür gazı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.093>0.05$, T-Testi; $P2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hidrojen sülfür gazı değerleri arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

Araştırma süresince hidrojen sülfür gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**EK 4e**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 1.31 ppm, 0.18 ppm ve 0.70 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 3.23 ppm, 0.37 ppm ve 1.63 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de karşılaşılan H_2S konsantrasyon değerleri hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10 ppm'in altındadır. Güner (2013), Şahanoğlu ve Koçak (2014)'de hidrojen sülfür gazının hayvan barınaklarında 10 ppm'in üzerinde olmaması gerektiği bildirilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması H_2S konsantrasyon değerlerinin, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %59, %51 ve %57 oranında daha düşük konsantrasyonlarıyla karşılaşılmıştır. Hidrojen sülfür gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**EK 4e**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.36, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 0.89 olarak hesaplanmıştır. Araştırma süresince ortalamadan sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %60 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Ortalama sülfür dioksit konsantrasyonunun (**EK 3a** ve **EK 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.42'de verilmiştir.

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi sülfür dioksit gazı değerlerine



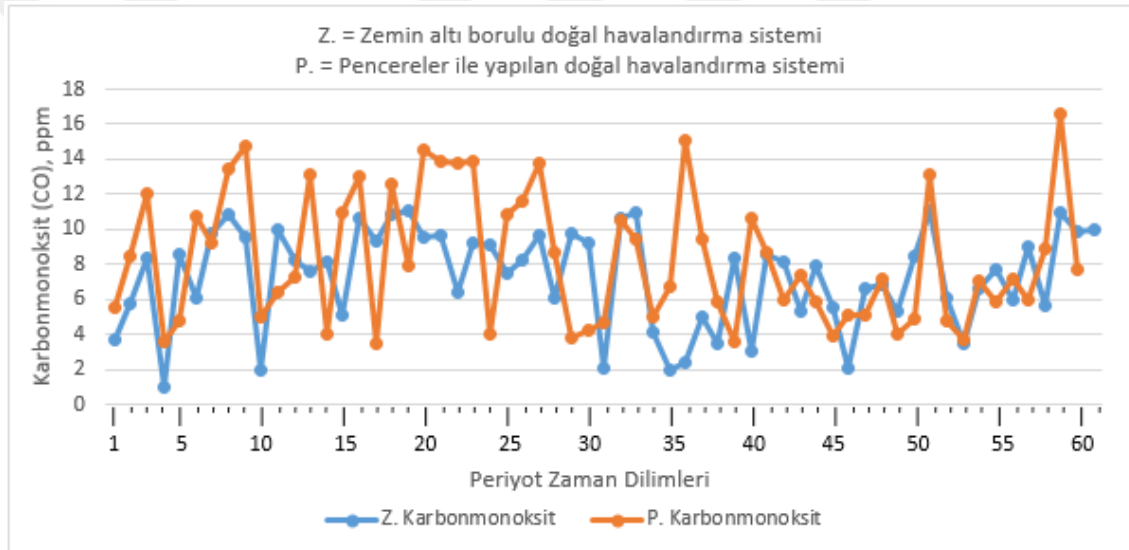
Şekil 4.42. Araştırma süresince ahır içi ortalama sülfürdioksit gazı değişimleri

uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.065>0.05$, T-Testi; $P2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi sülfürdioksit gazı değerleri arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

Sülfürdioksit gazının araştırma süresince görülen konsantrasyonlarının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2.41 ppm, 0.31 ppm ve 1.26 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 4.31 ppm, 0.79 ppm ve 2.38 ppm'dir. Her iki havalandırma sisteminde de SO₂ konsantrasyon değerleri 5 ppm'in altındadır. Keçebaş vd (2010), Çağatan (2011)'de hayvan barınaklarında sülfürdioksit gazının 5 ppm'in üzerine çıkması durumunda canlılar için zehir etkisi yapabildiği belirtilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde elde edilen maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması SO₂ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %44, %61 ve %47 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Sülfürdioksit gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 0.64, pencereler ile yapılan doğal

havalandırma sisteminde 1.22'dir. Araştırma süresince ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %48 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, ortalama karbonmonoksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**) araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimlerinin grafiği Şekil 4.43'de görülmektedir.



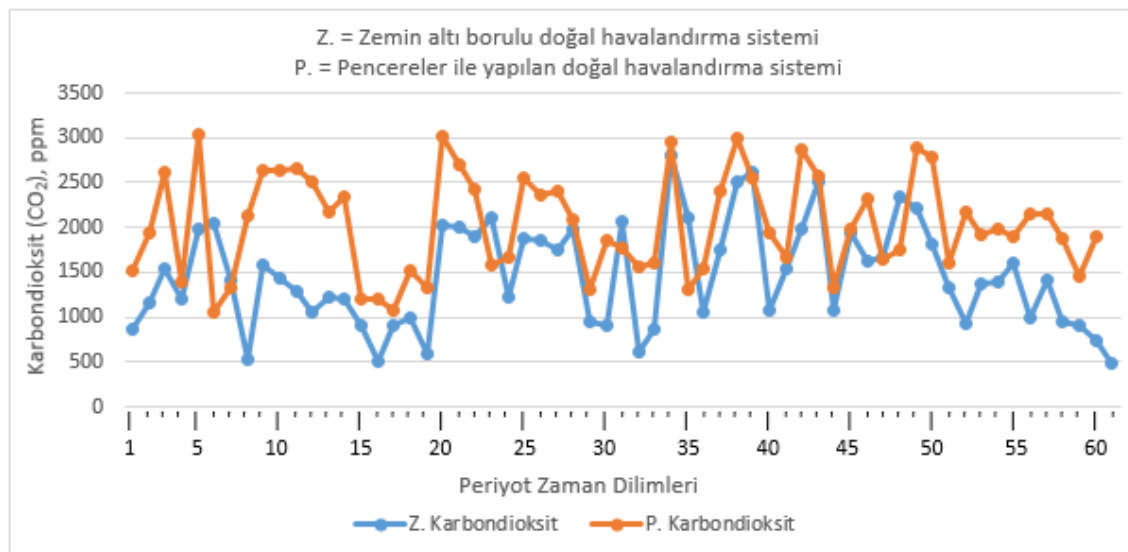
Şekil 4.43. Araştırma süresince ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı değişimleri

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi karbonmonoksit gazı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.059>0.05$, T-Testi; $P2=0.087>0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi hidrojen sülfür gazı değerleri arasındaki fark önemsizdir (**EK 5**).

Araştırma süresince karbonmonoksit gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4e**) zemin altı borulu doğal

havalandırma sisteminde sırasıyla 11.14 ppm, 1.76 ppm ve 7.29 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 15.29 ppm, 3.52 ppm ve 8.32 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CO konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen 50 ppm'in altında olduğu görülmüştür (Okuroğlu 1987; Yağanoğlu 1987; Alagöz vd 1996). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %27, %50 ve %12 oranında daha az olduğu gözlenmiştir. Karbonmonoksit gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 2.79, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 3.74 olarak hesaplanmıştır. Araştırma süresince ortalama sapma riskinin zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde %25 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.44'de ortalama karbondioksit konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için ahır içerisindeki değişimleri görülmektedir.



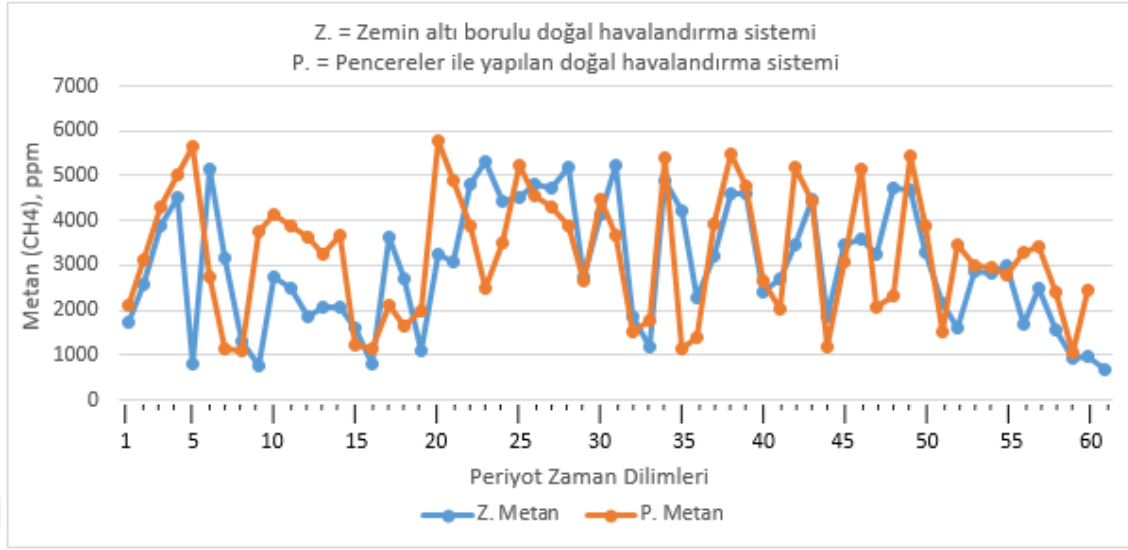
Şekil 4.44. Araştırma süresince ahır içi ortalama karbondioksit gazı değişimleri

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi karbondioksit gazı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.856>0.05$, T-Testi; $P2=0.000<0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi karbondioksit gazı değerleri arasındaki fark önemlidir (**EK 5**).

Karbondioksit gazının araştırma süresince maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2344.00 ppm, 549.00 ppm ve 1462.00 ppm (**Ek 4e**), pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 2993.00 ppm, 1221.00 ppm ve 2030.50 ppm'dir (**Ek 4e**). Her iki havalandırma sisteminde de CO_2 konsantrasyon değerlerinin 5000 ppm'in altında olduğu görülmektedir. Anonymous (1996), Zeybek (2013) ve Dartan (2014)'de karbondioksit gazının hayvan barınaklarında 5000 ppm'den fazla olmaması önerilmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde karşılaşılan maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CO_2 konsantrasyonlarının, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %22, %55 ve %28 oranında daha az olduğuna rastlanılmıştır. Karbondioksit gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 576.63, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 558.21 olarak hesaplanmıştır. Araştırma süresince ortalama sapma riskinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %3 oranında daha az olduğu belirlenmiştir.

Ahır içi ortalama metan konsantrasyonunun (**Ek 3a** ve **Ek 3b**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince her bir periyot zaman dilimleri için değişimlerinin grafiği Şekil 4.45'de verilmiştir.

Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi metan gazı değerlerine



Şekil 4.45. Araştırma süresince ahır içi ortalama metan gazı değişimleri

uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçlarına göre (Varyans analizi; $P1=0.951>0.05$, T-Testi; $P2=0.321>0.05$ olduğundan) zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi metan gazı değerleri arasındaki fark önemsizdir (**EK 5**).

Araştırma süresince metan gazının maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması konsantrasyon değerleri (**Ek 4e**) zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5025.00 ppm, 922.00 ppm ve 2980.30 ppm, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde sırasıyla 5621.00 ppm, 1099.00 ppm ve 3232.52 ppm bulunmuştur. Her iki havalandırma sisteminde de CH₄ konsantrasyon değerlerinin hayvan barınaklarında izin verilen en yüksek değer olan 10000 ppm'in altında olduğu görülmüştür (Anonymous 1996; Kılıç 2013; Balça-Silva *et al.* 2015). Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde maksimum ortalama, minimum ortalama ve ortalamaların ortalaması CH₄ konsantrasyon değerlerinin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre sırasıyla %11, %16 ve %8 oranında daha az olduğu saptanmıştır. Metan gazı konsantrasyonlarının araştırma süresince ortalamalarının standart sapma değerleri (**Ek 4e**), zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde 1394.38, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde 1387.43 olarak hesaplanmıştır. Araştırma süresince ortalamadan sapma riskinin

pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde %1 oranında daha az olduğu saptanmıştır.

4.3. Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminde Barınak İçi ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağlı Nem ve Hava Akım Hızı Değerlerinin Karşılaştırılması

Bu kısımda; araştırmanın yürütüldüğü buzağı ahırında, 2014 Aralık, 2015 Ocak, Şubat, Mart aylarında zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde, barınak içerisinde ve dış havada ölçülen sıcaklık, bağlı nem ve hava akım hızı değerlerine ilişkin Bağımsız Örneklem Testi analiz sonuçları karşılaştırılarak her iki havalandırma sisteminde iç havanın sıcaklık, bağlı nem ve hava akım hızının, dış hava sıcaklığı, bağlı nemi ve hava akım hızından etkilenme oranları araştırılmıştır.

Aralık ayında; ahır içerisinde ve dış havada, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.000$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6a**). $P1=P3$ ve $P2=P4$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklıklarından önemli derecede, aynı oranda etkilenmiştir.

Ahır içerisinde ve dış havada Aralık ayında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağlı nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağlı nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.002$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6a**). $P1<P3$ ve $P2=P4$ olduğundan her iki havalandırma

sisteminde de iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazladır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde Aralık ayında ahır içerisinde ve dış havada, ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.000$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6a**). $P1=P3$ ve $P2=P4$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde iç hava akım hızı, dış hava akım hızından önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme oranları arasında fark görülmemiştir. Her iki havalandırma sisteminde de iç hava akım hızı, dış hava akım hızından aynı oranda etkilenmiştir.

Ocak ayında; ahır içerisinde ve dış havada, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.420$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.398$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6b**). $P1>P3$ ve $P2=P4$ olduğundan iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde daha fazla bulunmuştur.

Ahır içerisinde ve dış havada Ocak ayında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.085$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6b**). $P1<P3$ ve $P2=P4$ olduğundan iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazladır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde Ocak ayında ahır içerisinde ve dış havada, ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.000$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6b**). $P1=P3$ ve $P2=P4$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde iç hava akım hızı, dış hava akım hızından önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme oranları arasında fark görülmemiştir. Her iki havalandırma sisteminde de iç hava akım hızı, dış hava akım hızından aynı oranda etkilenmiştir.

Şubat ayında; ahır içerisinde ve dış havada, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.534$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.441$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6c**). $P1>P3$ ve $P2=P4$ olduğundan iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından önemli derecede etkilenmiş olup iç hava sıcaklığındaki etkilenme pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde daha fazla saptanmıştır.

Ahır içerisinde ve dış havada Şubat ayında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.000$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6c**). $P1=P3$ ve $P2=P4$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme oranları arasında fark görülmemiştir. Her iki havalandırma sisteminde de iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden aynı oranda etkilenmiştir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde Şubat ayında ahır içerisinde ve dış havada, ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız

Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.000$, T-Testi; $P4=0.008$ 'dir (**Ek 6c**). $P1=P3$ ve $P2<P4$ olduğundan iç hava akım hızı, dış hava akım hızından önemli derecede etkilenmiş olup iç hava akım hızı, dış hava akım hızından zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazla oranda etkilenmiştir.

Mart ayında; ahır içerisinde ve dış havada, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.002$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6d**). $P1<P3$ ve $P2=P4$ olduğundan iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından her iki havalandırma sisteminde önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme oranı zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazla olmuştur.

Ahır içerisinde ve dış havada Mart ayında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.215$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P3=0.413$, T-Testi; $P4=0.000$ 'dır (**Ek 6d**). $P1<P3$ ve $P2=P4$ olduğundan iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden önemli derecede etkilenmiştir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde iç hava bağıl neminin dış hava bağıl neminden daha fazla etkilendiği saptanmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde Mart ayında ahır içerisinde ve dış havada, ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P1=0.000$, T-Testi; $P2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen hava akım hızı

değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_3=0.000$, T-Testi; $P_4=0.000$ 'dır (**Ek 6d**). $P_1=P_3$ ve $P_2=P_4$ olduğundan her iki havalandırma sisteminde iç hava akım hızı, dış hava akım hızından önemli derecede ve aynı oranda etkilenmiştir.

Araştırma süresince; ahır içerisinde ve dış havada, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_1=0.002$, T-Testi; $P_2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen sıcaklık değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_3=0.016$, T-Testi; $P_4=0.000$ 'dır (**Ek 6e**). $P_1<P_3$ ve $P_2=P_4$ olduğundan iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından her iki havalandırma sisteminde araştırma süresince önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazla bulunmuştur.

Ahır içerisinde ve dış havada araştırma süresince, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_1=0.000$, T-Testi; $P_2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen bağıl nem değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_3=0.007$, T-Testi; $P_4=0.000$ 'dır (**Ek 6e**). $P_1<P_3$ ve $P_2=P_4$ olduğundan iç hava bağıl nemi, dış hava bağıl neminden önemli derecede etkilenmiş olup iç hava bağıl nemi, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde daha fazla etkilenmiştir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde araştırma süresince ahır içerisinde ve dış havada, ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_1=0.000$, T-Testi; $P_2=0.000$, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminin uygulandığı günlerde ölçülen hava akım hızı değerlerine uygulanan Bağımsız Örneklem test sonuçları Varyans analizi; $P_3=0.000$, T-Testi; $P_4=0.000$ 'dır (**Ek 6d**). $P_1=P_3$ ve $P_2=P_4$ olduğundan her iki

havalandırma sisteminde iç hava akım hızı, dış hava akım hızından önemli derecede etkilenmiş olup etkilenme oranları arasında fark görülmemiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma; zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin Erzurum ili kış koşullarında buzağı ahırında etkinliğini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Pencerelele ile yapılan doğal havalandırma sistemi ile birlikte zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi 150 m² taban alanına sahip 48 başlık buzağı ahırında uygulanmış olup bu iki doğal havalandırma sisteminde ahır içinde ve dış havada ölçümü gerçekleştirilen parametreler karşılaştırılmıştır.

Araştırma materyali olarak kullanılan buzağı ahırında günlük ortalama ahır içi sıcaklığı; Aralık ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %19'unda 10°C ile 15°C arasında, %81'inde 7°C ile 20°C arasında, %19'unda 7°C'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %7'sinde 10°C ile 15°C arasında, %27'sinde 7°C ile 20°C arasında, %73'ünde 7°C'nin altında kalmıştır. Ocak ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %7'sinde 10°C ile 15°C arasında, %33'inde 7°C ile 20°C arasında, %67'sinde 7°C'nin altında, %33'ünde 0°C'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %6'sında 7°C ile 20°C arasında, %94'ünde 7°C'nin altında, %62'sinde 0°C'nin altında bulunmuştur. Şubat ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %21'inde 10°C ile 15°C arasında, %36'sında 7°C ile 20°C arasında, %64'ünde 7°C'nin altında, %22'sinde 0°C'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde zamanın %100'ünde 7°C'nin altında, %42'sinde 0°C'nin altında belirlenmiştir. Mart ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %37'sinde 10°C ile 15°C arasında, %87'sinde 7°C ile 20°C arasında, %13'ünde 7°C'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %20'sinde 10°C ile 15°C arasında, %60'ında 7°C ile 20°C arasında, %40'ında 7°C'nin altında görülmüştür. Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %21'inde 10°C ile 15°C, %60'ında 7°C ile 20°C arasında, %40'ında 7°C'nin, %8'inde 0°C'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ise %7'sinde 10°C ile

15°C arasında, %23'ünde 7°C ile 20°C arasında, %77'sinde 7°C'nin, %26'sında 0°C'nin altında saptanmıştır.

Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ölçülen sıcaklık değerleri ile pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak Şubat ayında önemsiz, Aralık, Ocak, Mart aylarında ve araştırma süresince önemli bulunmuştur. SPSS programında sıcaklıkların Varyans ve T-Testi analizleri sonucu aritmetik ortalama ile standart sapmalarına göre; zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi sıcaklığı dış hava sıcaklığından pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre olumlu yönde daha fazla etkilenmiştir. Ahırda yetiştirilen buzağların uygun bir ortamda barındırılmaları ve bakıcıların sağlığı için ahır içi sıcaklığının uygun sınırlara getirilmesi açısından ekonomik ilkeler göz önünde bulundurmak koşulu ile zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi genel olarak daha uygun olup, bu sistem geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Aralık ayı boyunca ahır içi günlük ortalama bağıl nem değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %81'inde %50 ile %75 arasında, %19'unda %75'in, %7'sinde de %80'in üzerinde; pencerelerle yapılan doğala havalandırma sisteminde toplam zamanın %60'ında %50 ile %75 arasında, %40'ında da %50'nin altında kalmıştır. Ocak ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %86'sında %50 ile %75 arasında, %7'sinde %75'in üzerinde, %7'sinde de %50'nin altında; pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %63'ünde %50 ile %75 arasında, %37'sinde de %50'nin altında bulunmuştur. Şubat ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %57'sinde %50 ile %75 arasında, %43'ünde %75'in, %28'inde de %80'in üzerinde; pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %72'sinde %50 ile %75 arasında, %28'inde de %50'nin altında belirlenmiştir. Mart ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %63'ünde %50 ile %75 arasında, %0'ında %75 ile %80 arasında, %13'ünde %80'in üzerinde, %24'ünde de %50'nin altında; pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın

%74'ünde %50 ile %75 arasında, %26'sında da %50'nin altında görülmüştür. Araştırma süresince ahır içi günlük ortalama bağıl nem değerleri zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %75'inde %50 ile %75 arasında, %10'unda %50'nin altında, %15'inde %75'in, %11'inde de %80'in üzerinde; pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %80'inde %50 ile %75 arasında, %20'sinde %50'nin, %3'ünde de %40'ın altında saptanmıştır.

Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde belirlenen bağıl nem değerleri arasındaki fark Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında ve araştırma süresince istatistiksel olarak önemlidir. Bağıl nem değerlerine SPSS programında uygulanan Varyans ve T-Testi analizleri sonucuna göre; zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi bağıl nemi dış hava bağıl neminden pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre olumlu yönde daha fazla etkilenmiştir. Bu verilere göre buzağların büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkileyecek olan barınak içi uygun bağıl neme sahip buzağı ahırının oluşturulması açısından zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre daha uygun olduğu söylenebilir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, Aralık ayı boyunca ahır içi günlük ortalama hava akım hızı; toplam zamanın %63'ünde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %37'sinde 0.3 m/s'nin altında; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %20'sinde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %80'inde ise 0.3 m/s'nin altında kalmıştır. Ocak ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %66'sında 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %26'sında 0.3 m/s'nin altında, %8'inde de 0.7 m/s'nin üzerinde; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %38'inde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %56'sında 0.3 m/s'nin altında, %6'sında ise 0.7 m/s'nin üzerinde bulunmuştur. Şubat ayı boyunca zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %64'ünde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %28'inde 0.3 m/s'nin altında, %8'inde de 0.7 m/s'nin üzerinde; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %42'sinde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %58'inde ise 0.3 m/s'nin altında belirlenmiştir. Mart ayı boyunca zemin altı borulu

doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %75'inde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %7'sinde 0.3 m/s'nin altında, %18'inde de 0.7 m/s'nin üzerinde; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %34'ünde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %66'sında ise 0.3 m/s'nin altında görülmüştür. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde, araştırma süresince ahır içi günlük ortalama hava akım hızı; toplam zamanın %67'sinde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %25'inde 0.3 m/s'nin altında, %8'inde de 0.7 m/s'nin üstünde; pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde toplam zamanın %34'ünde 0.3 m/s ile 0.7 m/s arasında, %64'ünde 0.3 m/s'nin altında, %2'sinde ise 0.7 m/s'nin üstünde saptanmıştır.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde ahır içi hava akım hızı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak Şubat ayında önemsiz, Aralık, Ocak, Mart aylarında ve araştırma süresince önemlidir. Elde edilen bu sonuçlara göre; buzağı ahırlarında, buzağuların ve çalışanların sağlığı için yeterli havalandırmanın sağlanması amacıyla ekonomik ilkeler de göz önünde bulundurmak koşulu ile, ahır içi hava akım hızı açısından genel olarak zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Buzağı ahırında, günlük ortalama ahır içi amonyak gazı konsantrasyonu, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde zamanın tamamında 10 ppm değerinin altında kalmıştır. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde amonyak gazı konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince önemli bulunmuştur. Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi ortalama amonyak gazı konsantrasyonu pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre %40 oranında daha az olmuştur. Ahır içi havasının kirletilmesine önemli katkı sağlayan gazlardan birisi olan amonyak gazı konsantrasyonunun azaltılması açısından ekonomik ilkeler de

göz önünde bulundurmak koşulu ile zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince buzağı ahırında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde günlük ortalama ahır içi hidrojen sülfür gazı konsantrasyonu zamanın tamamında 10 ppm'den daha düşük düzeyde bulunmuştur. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde hidrojen sülfür gazı konsantrasyonları arasındaki fark Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince istatistiksel olarak önemlidir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi ortalama hidrojen sülfür gazı konsantrasyonu pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre araştırma süresince %57 oranında daha azdır. Kirletici gazlardan hidrojen sülfürün azaltılması açısından ekonomik ilkeler göz önünde bulundurmak koşulu ile zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında ve araştırma süresince ahır içi günlük ortalama sülfür dioksit gazı, zamanın tamamında 5 ppm değerinin altında görülmüştür. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde belirlenen sülfür dioksit gazı konsantrasyonları arasındaki fark Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında ve araştırma süresince istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ölçülen ahır içi ortalama sülfür dioksit gazı konsantrasyonu araştırma süresince pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre %47 oranında daha az saptanmıştır. Barınak içi çevre koşullarının kontrolünde göz önüne alınması gereken sülfür dioksit gazı konsantrasyonunun azaltılması açısından ekonomik ilkelere bağlı olarak zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Günlük ortalama ahır içi karbonmonoksit gazı konsantrasyonu buzağı ahırında Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde zamanın tamamında 50 ppm değerinin altında kalmıştır. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde karbonmonoksit gazı konsantrasyonları arasındaki fark istatistiksel olarak Şubat ayı boyunca önemli Aralık, Ocak, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince önemsiz çıkmıştır. Araştırma süresince zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi ortalama karbonmonoksit gazı konsantrasyonu pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre %12 oranında düşüktür. Hayvan barınaklarında ahır içi havasının kirletilmesine önemli katkı sağlayan gazlardan birisi olan karbonmonoksit gazı konsantrasyonunun azaltılması açısından ekonomik ilkeleri göz önünde bulundurmak koşulu ile genel olarak zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Günlük ortalama ahır içi karbondioksit gazı konsantrasyonu Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince buzağı ahırında, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde zamanın tamamında 5000 ppm'den daha düşük düzeyde bulunmuştur. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde karbondioksit gazı konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak Ocak ve Şubat ayları boyunca önemsiz, Aralık, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince önemli olduğu saptanmıştır. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi ortalama karbondioksit gazı konsantrasyonu pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre araştırma süresince %28 oranında daha az belirlenmiştir. Hayvan barınaklarında kirletici gazlardan karbondioksitin azaltılması açısından, ekonomik ilkelerde göz önünde bulundurularak zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi genel olarak buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ve pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince ahır içi günlük ortalama metan gazı, zamanın tamamında 10000 ppm değerinin altında görülmüştür. Ahır içerisinde, zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi ile pencerelerle yapılan doğal havalandırma sisteminde metan gazı konsantrasyonları arasındaki fark Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince istatistiksel olarak önemsizdir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde ahır içi ortalama metan gazı konsantrasyonu araştırma süresince, pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre %8 oranında daha düşüktür. Barınak içi çevre koşullarının kontrolünde göz önüne alınması gereken metan gazı konsantrasyonunun azaltılması açısından ekonomik ilkelere bağlı olarak zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi geliştirilerek buzağı ahırlarında alternatif havalandırma sistemi olarak önerilebilir.

Genel olarak; yeterli miktarda havalandırmanın yapıldığı buzağı ahırında belirlenen ahır içi ortalama sıcaklık, bağıl nem ve hava akım hızı değerleri, zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı durumlarda Aralık, Ocak, Şubat, Mart ayları boyunca ve araştırma süresince zamanın daha fazla bir diliminde pencereler ile yapılan doğal havalandırma sistemine göre, uygun değerler arasında kalmak üzere, daha yüksek olmuştur. Ahır içi ortalama zararlı gaz konsantrasyonları ise pencereler ile yapılan doğal havalandırma sisteminde daha fazladır. Her iki havalandırma sisteminde de araştırma süresince zamanın tamamında zararlı gazların konsantrasyonları hayvan barınaklarında izin verilen değerlerin altında kalmıştır.

Hayvan başına üretimin artırılmasında hayvanın genetik yapısı %30 oranında etkili olurken beslenme, barındırma ve çevre koşulları %70 oranında etkilidir (Okuroğlu ve Yağanoğlu 2015). Barınak içi çevre koşulları içerisinde ele alınması gereken unsurların başında barınak içi sıcaklığı, bağıl nemi, hava akım hızı ve zararlı gazların varlığı gelmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucunda; Erzurum ili iklim koşullarında buzağı ahırında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin, pencerelerle yapılan doğal havalandırma sistemine göre barınak içi sıcaklık,

bağıl nem, hava akım hızı ve barınak içi kirletici unsurlara ilişkin parametreleri istatistiksel olarak daha olumlu bir şekilde etkilediği, zararlı gazların konsantrasyonlarının her iki havalandırma sisteminde de izin verilen üst sınırın altında kaldığı görülmektedir. Zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminde barınağın uzun duvarlarından birinin dış yüzeyinden alınıp barınak tabanını enlemesine katederek diğer uzun duvarın iç yüzeyinden barınak içerisine girmesi sonucu; barınak içi sıcaklığı nedeniyle dış hava, pencerelerle barınak içine doğrudan alınan dış havaya göre daha ılık duruma gelmektedir. Bu durum; barınak içinde havanın daha homojen dağılmasına, sıcaklık, bağıl nem ve hava akım hızının daha uygun sınırlarda olmasına katkıda bulunabilmektedir.

Özellikle soğuk bölgelerde, diğer hayvan barınaklarında da zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin sonuçları araştırılmalı ve uygulanmaya konulmalıdır. Bu havalandırma sisteminin hayvan barınaklarında sadece kış mevsimi için değil geçiş ve yaz mevsimlerindeki etkileri de saptanmalıdır. Yeni yapılacak hayvan barınaklarında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulanması durumunda, dış havayı barınak içine alan boruların büyüklükleri, geçiş mevsimi havalandırma miktarına göre belirlenmeli, kış havalandırması için de boruların ağızlarına barınağa giren hava miktarını ayarlayabilen ayarlı kapaklar konmalıdır.

Araştırmanın yürütüldüğü zaman periyodu içerisinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesine bağlı Ziraat İşletme Müdürlüğünde buzağların yetiştirilmesinden sorumlu personeller ve veteriner hekim, araştırma materyali olarak kullanılan buzağı ahırındaki çalışma koşullarının ve buzağların sağlık durumlarının, Ziraat İşletme Müdürlüğüne bağlı zemin altı borulu doğal havalandırma sistemine sahip olmayan buzağı ahırına göre daha olumlu ve koku sorununun daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bu ahırda sağlık sorunları yaşayan buzağlar, iyileştirilmesi için tedavi süreci tamamlanıncaya kadar veteriner hekim kontrolünde zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulandığı buzağı ahırına getirilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Ziraat İşletme Müdürlüğünden sorumlu akademik ve idari personel; araştırmanın yürütüldüğü zaman periyodu içerisinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi sırasında elde edilen olumlu

sonuçlara göre, çevrede hayvancılık işletmelerine sahip girişimcilerin yeni yaptırmak istedikleri ahırlarda zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin uygulanmasını istemişlerdir. Nitekim Erzurum ili Aşkale ve Pasinler ilçesinde yeni yapılan büyükbaş hayvan barınaklarında işletme sahiplerinin isteği doğrultusunda zemin altı borulu doğal havalandırma sistemi uygulanmaktadır.



KAYNAKLAR

- Akman, N., 2003. Pratik Sığır Yetiştiriciliği. Türk Ziraat Mühendisleri Birliği Vakfı Yayını, II. Baskı, 35-48 s, Ankara.
- Akmirza, İ., 2012. Gıda Endüstrisi Kaynaklı Koku Emisyonlarının Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Alagöz, T., Kumova, Y., Atılgan, A., Akyüz, A., 1996. Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Zararlı Atıklar ve Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerine Bir Araştırma. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, 441-448 s, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi., Mersin.
- Alkan, Z., 1972. Zirai İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:18, Erzurum.
- Allen, J., 1990. Bright Ideas Boost Yields. Journal of Dairy Farmer, May 1990 (34), 36-37.
- Altınçekiç, Ş. Ö., Koyuncu, M., 2010. Nakil Koşullarının Hayvan Refahı Üzerine Etkileri. Hayvansal Üretim Dergisi, 51 (1), 48-56.
- Altun, M. C., 2004. Yapı ve Yapım Yöntemleri Ders Notları. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul. (Basılmamış Kaynak).
- Anonim, 1987. Hayvan Barınakları-Gübrelik İnşa Kuralları. TS 5244 Nisan 1987, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2010a. Aşkale Kaymakamlığı Hayvancılığı Geliştirme Semineri. 10 Mart 2010. Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, Erzurum. <http://www.erkurum.tarim.gov.tr> (14.11.2015).
- Anonim, 2010b. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Lalahan Hayvancılık Merkezi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 70, Ankara. <http://www.lalahanhmae.gov.tr> (28.03.2015).
- Anonim, 2010c. Hayvan Barınakları. Ahırlar, Konya. <http://www.birlesimtarim.com/bilgi-hayvan.barinaklari..ahirlar..nasil.olmalidir-40-tr.html> (10.03.2015).
- Anonim, 2012. Kapalı Ortamlarda Radon Gazı. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Teknik Rapor, 2012, Ankara. <http://www.taek.gov.tr>. (16.01.2015).
- Anonim, 2016a. Sağlık Bakanlığı, Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım, Ankara. www.saglik.gov.tr (29.02.2016).
- Anonim, 2016b. Hayvancılıkta Barınak Çeşitleri, Adana. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekras.asp?id=15>. (25.05.2016).
- Anonim, 2016c. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=Erzurum> (26.05.2016).
- Anonim, 2016d. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi Web Sitesi, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>. (30.06.2016).
- Anonim, 2016e. İzoder TS 825 Hesap Programı, Ankara. <http://www.izoder.org.tr/dosyalar/hesapdegerleri.pdf> (27.11.2016).

- Anonim, 2017a. Solunum Sistemi Hastalıkları. Veteriner Fakültesi Ders Notları, İstanbul. <http://baytarizm.blogspot.com.tr/2012/12/solunum-sistemi-hastalklar-1-ksm.html> (28.01.2017).
- Anonim, 2017b. Ege Vet Hayvancılık. İç Parazitlerle Mücadele, Bornova, İzmir. http://www.egevet.com.tr/teknik_detay.aspx?id=490 (01.02.2017).
- Anonymous, 1996. Manure Production and Characteristic, Standard of ASAE. Engineering Practice. Nature Biyoteknoloji, 1996 (19), 741-745.
- Anonymous, 1997. Dairy Freestall Housing and Equipment. Midwest Plan Service, MWPS-7, Iowa State University, 136 s, Ames, Iowa.
- Arslan, C., 2009. Düvelerde Beslenme Davranışları. Kafkas Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 15 (4), 641-648.
- Atakişi, E., Kırmızıgül, A.H., Atakişi, O., Sarı, E.K., Ögün, M., Maraşlı, Ş., Özcan, A., Karapehlivan, M., Büyük, F., Çelebi, Ö., 2014. Leptospirozlu Sığırlarda Plazma Nitrik Oksit (NO), ve Tümör Nekrozis Faktör- α (TNF- α) Düzeyleri ile Adenozin Deaminaz (ADA), Gama Glutamil Transferaz (GGT) Aktiviteleri ve Perifer Kan Lökositlerinde Alfa Naftil Asetat Esteraz (ANAE) Yöntemiyle Lenfosit Oranlarının Belirlenmesi. Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 20 (3), 451-455.
- Atılğan, A., Alagöz, T., Saltuk, B., Erkan, M., 2005. Hayvan Barınaklarında Gübre Depolarının Mevcut Durumu ve Geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (2), 37-46.
- Avcı, M.O., 2009. Aydın İli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki Barınaklarda İklimsel Çevre Koşulları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Ayağ, B. S., Konyalı, A., 2009. Yeni Doğan Çiftlik Hayvanlarında Adaptasyon Parametreleri. Hayvansal Üretim Dergisi, 50 (1), 191-193.
- Aydın, İ., Derinöz, B., 2013. Balıkesir Merkez İlçede Ticari Süt Hayvancılığın Çevresel Etkileri. Marmara Coğrafya Dergisi 28 (1), 117-138. İstanbul – Issn:1303-2429 E-Issn 2147-7825.
- Ayık, M., 1985. Hayvancılıkta Mekanizasyon. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 950. Ankara.
- Balaban, A., Şen, E., 1988. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1083, Ankara.
- Balça-Silva, J., Matias, D., Do Carmo, A., Girão, H., Moura-Neto, V., Sarmento-Ribeiro A.B., Lopes, M.C., 2015. Tamoxifen in Combination with Temozolomide Induce a Synergistic Inhibition of PKC-Pan in GBM Cell Lines. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 1850 (4), 722-732.
- Beauchemin, K.A., Janzen, H.H., Little, S.M., Mcallister T.A., Mccinn, S.M., 2010. Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions From Beef Production in Western Canada: a Case Study. Agricultural Systems, 103 (6), 371-379.
- Bircan, K., 2003. Aydın İlindeki Tarımsal Firmaların Neden Olduğu Çevre Kirliliği ve Bu Kirliliğin Sosyal Sorumluluk İçerisinde Çözülmesi ve Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Bodman, G.R., Johnson, D.W., Jedele, D.G., Meyer, V.M., Murphy, J.P., Person, H.L., 1987. Beef Housing and Equipment Handbook. MWPS-6, 111 p, Iowa State University, Ames, Iowa.

- Boersema, S.J., Silva, J.C., Mee, J., Noordhuizen, J., 2010. Infectious Calf Diarrhoea and Septicemia in Farm Health and Productivity Management of Dairy Young Stock. Wageningen Academic Publishers, ISBN: 978-90-8686-129-3 1st ed., Netherland.
- Brose, G., Hartung, E., Jungbluth, T., 1998. Influences on and Measurement of Ammonia and Greenhouse Gas Emissions From Dairy Houses. International Conference on Agricultural Engineering, 1998-E-054, Oslo/Norway.
- Bucklin, R.A., Bray, D.R., Beede, D.K., 1992. Methods to Relieve Heat Stress for Florida Dairies. Cooperative Extension Service. Circular 782 s, University of Florida, Florida.
- Büyükaşahin, A., Bilecen, N.T., 2017. Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47 (2), 129-145.
- Büyükkönsal, S., 2010. Siyah Alaca Buzağılarda Sütten Kesim Yaşının Canlı Ağırlık, Yem Tüketimi ve Vücut Ölçüleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Can, M.E., Saltuk, B., Alagöz T., Gümüş, Z., 2010. Adana İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Projeleme Standartları ile Karşılaştırılması. I.Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2010, Kahramanmaraş.
- Çağatan, K., 2011. İstanbul Atatürk Havalimanı İçin Uçak Emisyonlarının Belirlenmesi ve Çevresel Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çukur, F., Saner. G., 2005. Konvansiyonel ve Ekolojik Hayvancılık Sistemlerinin Sürdürülebilirliği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1), 39-44.
- Dale, A., Moore, K.H., Sandra, P., William M.S., 2007. Dairy Calf Housing and Environment: The Science Behind Housing and On-Farm Assessments. National Integrated Food Safety Initiative 2007-01877, Washington.
- Dartan, G., 2014. Fosfojips Atığının Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ediz, İ.G., Yuvka, Ş., Beyhan, S., Çolpan, R., 2001. GLİ Tunçbilek-Ömerler Bölgesinde Mekanize Üretimde Toz Sorunu. Türkiye 17 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 19-22 Haziran 2001, Ankara.
- Ekmekyapar, T., 1991. Tarımsal Yapılar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 306, Erzurum.
- Ekmekyapar, T., 2001. Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 698, Erzurum.
- Eleroğlu, H., Yalçın, H., 2004. Zeolitle Karıştırılan Altlığın Etlik Piliçlerde Besi Performansı ile Bazı Altlık Parametreleri Üzerine Etkileri. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 5 (1), 31-40
- Ergon, M.C., 2000. Hastanelerde İnşaat ve Tesisat Sistemleri Kaynaklı Enfeksiyon Etkileri. Hastane Enfeksiyonları Dergisi, 4 (1), 164-170.
- Esmay, M.L., Dixon, J.E., 1986. Environmental Control for Agricultural Buildings. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Günel, İ., Kocaman, R., 2007. Tekirdağ İli Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Bulunan Koyun Ağıllarının Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geliştirilebilir Olanaklarının Araştırılması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (3), 339-346.

- Güner, U., 2013. Limnoloji. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No: 609, 23 s, Edirne.
- Gürdil, B., 2005. Agricultural and Social Complexity in the Late Ubaid Period: A Study of the Built Environment of Değirmentepe in East Anatolia (Turkey). Diss. Ph. D. Dissertation. University of California, Los Angeles.
- Hellickson, W.A., Walker, J.N., 1983. Ventilation of Agricultural Structures, ASAE Monograph, 6.St. Joseph, Michigan.
- Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M., Schlotterbeck, R.L., 2011. Comparisons of Housing, Bedding and Cooling Options for Dairy Calves. Journal of Dairy Science, 94 (1), 2138–2146.
- Holmes, B.J., Graves, R.E., 1994. Natural Ventilation for Cow Comfort and Increased Profitability. Proc. of the Third Daire Housing Conference, ASAE. S: 558-568, Orlando.
- Jungbluth T., Hartung E., Brose, G., 2001. Greenhouse Gas Emissions from Animal Houses and Manure Stores. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 60 (1), 133-145.
- Karaman, S., 2006. Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 9 (2), 133-139.
- Karaman, S., Cemek, B., 2006. Tokat İli Ova Köylerindeki Konutların Özellikleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006 (1), 45-55.
- Karaman, S., Ergüneş, G., Tarhan, S., 2005. Tokat Yöresindeki Kafes Sistemli Kümeslerin Yapısal ve Çevre Koşulları Yönünden Durumu ve Geliştirilme Olanakları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2), 67-76.
- Kartal, T.Z., Yanar, M., 2011. Effect of Floor Types on the Growth Performance and Some Behavioural Traits of Brown Swiss Calves. Veterinarija ir Zootechnika (Vet. Med. Zoot.). T., 55 (77), 20-24.
- Kayılı, S., Eralp, O.C., 2011. Fire Dinamics Simulatör Programıyla Yeraltı Toplu Taşıma Sistemleri İstasyonlarında Yangın ve Havalandırma Simulasyonu. TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Mühendis ve Makine Dergisi, 612 (52), 42-51.
- Keçebaş, A., Kayfeci M., Gedik, E., 2010. Afyonkarahisar'da Ölçülen Sülfür Dioksit ve Partikül Madde Değişimleri Üzerine Değerlendirme. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Mühendis ve Makine Dergisi, 610 (51), 14-19.
- Kılıç, A., 1986. Buzağı Yetiştiriciliği ve Buzağı Barınakları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 466, İzmir.
- Kılıç, İ., 2013. Hayvan Barınaklarından Kaynaklanan Hava Kirleticiler ile İlgili Dünyadaki Yasal Düzenlemelerin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (2), 111-120.
- Kılıç, İ., Arıcı, İ., 2013. Hayvan Barınaklarında Açığa Çıkan Hava Kirleticilerin Çevre, Hayvan ve Çalışan Sağlığı Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 23 (3), 279-288.
- Kılıç, İ., Şimşek, E., 2009. Hayvan Barınaklarından Kaynaklanan Gaz Emisyonları ve Çevresel Etkileri. Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 14 (2), 151-160.

- Kılınç, Ö.O., 2013. İlave Organik ve İnorganik Selenyum Preparatlarının ve İlave Vitamin E'nin Yumurta Tavuklarında Verim ve Bazı Kan Parametrelerine, Yumurta Selenyum İçeriğine ve Plazma Glutasyon Peroksidaz Enzim Aktivitesine Etkisinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kızıoğlu, F.M., 1996. Şanlıurfa Merkez İlçeye Bağlı Büyük Akziyaret Köyünde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerdeki Ahırların Durumu ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kocaman, B., Esenbuğa, N., Yıldız, A., Laçın, E., Macit, M., 2006. Effect of Environmental Conditions in Poultry Houses on the Performance of Laying Hens. *International Journal of Poultry Science* 5 (1), 26-30.
- Kocaman, B., Yaganoglu, A.V., Yanar, M., 2005. Combination of Fan Ventilation System and Spraying of Oil-Water Mixture on The Levels of Dust and Gases In Caged Layer Facilities in Eastern Turkey. *Journal Of Applied Animal Research*, 27 (2), 109-111.
- Kocaman, İ., 2008. Kırklareli Yöresi İçin Farklı Kapasiteli Bağlı-Duraklı Süt Sığırı Barınak Projelerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 81-100.
- Kocaman, İ., Konukcu, F., İstanbulluoğlu, A., 2007. Hayvan barınaklarında ısı ve nem dengesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (1), 134-140.
- Kutlu, H.R., Serbester, U., 2014. Recent Advances in Ruminant Nutrition. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2 (1), 18-37.
- Maghirang, R.G., Christianson, L.L., Riskowski, G.L., Manbeck, H.B., 1995. Dust Control Strategies for Livestock Buildings-A Review. *Journal of Ashrae Transactions Sd-15* (1), 1161-1168.
- Maghirang, R.G., Manbeck, H.B., Roush, W.B., Muir, F.V., 1991. Air Contaminant Distributions in a Commercial Laying House. *Transactions of The Asae Vol 3* (5), 2171-2180.
- Mutlu, A., 1999. Adana İli ve Çevresindeki Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Müller, D.A., Nicolas, R., 2007. Superconducting Interfaces Between Insulating Oxides. *Journal of Science* 317 (1), 1196-1199.
- Okuroğlu, M., 1982. Doğu Anadolu Bölgesi Ticari Tavukçuluk İşletmelerinde Kümeslerin Durumu, Özellikleri ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (1-2), 11-29.
- Okuroğlu, M., 1987. Hayvan Barınaklarında Zararlı Gazlar, Toz ve Etkileri. *Et ve Balık Endüstrisi Kurumu Dergisi*, 8 (49), 19-24.
- Okuroğlu, M., 1988. Erzurum Kış koşullarında Değişik Sıcaklık ve Bağıl Nemde Simental Irkı Sığırların Süt Üretimi ve Yem Tüketimi. III. Ulusal Kültürteknik kongresi, 20-23 eylül 1988, İzmir.
- Okuroğlu, M., 1989. Erzurum İli Merkez İlçede Kamu Kuruluşları Desteğiyle Yapılan Süt Sığırı Ahırlarının Yapısal Durumu ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 80-100.

- Okuroğlu, M., Delibaş, L., 1986. Hayvan Barınaklarında Uygun Çevre Koşulları. Hayvancılık Sempozyumu, 43-52 s, 5-8 Mayıs 1986. Tokat.
- Okuroğlu, M., Yağanoğlu, A.V., 2015. Kültürteknik. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 157, 183-188 s, Erzurum.
- Olgun, M., 2009. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1577, 144 s, Ankara.
- Olgun, M., Çelik M.Y., Polat, H.E., 2006. Economical Supporting System Design for Laying Hen Poultry Houses. International Journal of Poultry Science, 5 (10), 921-926.
- Olgun, M., Kodal, S., 1989. Dış Ortam Havasına İlişkin Proje Değerlerinin Barınaklarda Isı Dengesinin Sağlanması Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1137, Bilimsel Aratırma ve İnceleme: 625 s, Ankara.
- Ongley, E. D., 1996. Control of Water Pollution from Agriculture. FAO, Publication No: 55, 83 p, Roma, Italy.
- Örüng, İ., Memiş, S., Şahin, S., Okuroğlu, M., 2009. Barınak Tabanına Yerleştirilen Borulu Havalandırma Sisteminin Kış Aylarındaki Havalandırmanın Etkinliği Üzerine Bir Çalışma. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 27-29 Mayıs 2009, Kahramanmaraş.
- Özcan, C., Gürçay, M., 2000. Enterotoxaemia Incidence in Small Ruminants in Elazığ and the Surrounding Provinces in 1994-1998. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24 (3), 283-286.
- Özdemir, M.Y., Karaman, S., 2008. Tokat Merkez İlçedeki Süt Sığırı Ahırlarının Yapısal ve Çevre Koşulları Yönünden Yeterliliklerinin ve Geliştirme Olanaklarının Araştırılması. Gaziomanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (2), 27-36.
- Özhan, M., Tüzemen, N., Yanar, M., 2001. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:134, 604 s, Erzurum.
- Özkütük, K., 1990. Hayvan Ekolojisi. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 79, 136 s, Adana.
- Özyürek, S., Koçyiğit, R., Tüzemen, N., 2013. Buzağı Yetiştiriciliğinde Buzağı Barınaklarının Önemi. Alinteri Dergisi, 24 (B), 46-52.
- Penner, J.E., Andreae, M., Annegarn, A., Barrie, L., Feichter, J., Hegg, D., Jayaraman, A., Leatch, R., Murphy, D., Nganga, J., Pitari G., 2001. Aerosols, Their Direct and Indirect Effects. Contributions of Working Group I To The Third Assessment Report of The Intergovernmental Panel On Climate Change (Eds.). Cambridge University Press. 881 p, Cambridge, U. K.
- Peralta, B., Casas, M., De Deus, N., Martin, M., Ortuno, A., Perez-Martin, E., Mateu, E., 2009. Anti-HEV Antibodies in Domestic Animal Species and Rodents From Spain Using a Genotype 3-Based ELISA. Veterinary Microbiology, 137 (1), 66-73.
- Petrovski, K., 2015. The Farm Audit: Health and Management of the Calf. Bovine Medicine, Wiley Publisher Press. 3, 361-362 p, ISBN: 1118948521, 9781118948521, South Australia.
- Polat, H.E., 2007. Ankara İli Büyükbaş Hayvancılık İşletmelerinde Atık Yönetim Sistemlerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

- Sağsöz, Y., Yıldız, A., Sabuncuoğlu, N., Çoban, Ö., Laçın, E., 2005. Esmer ve Şarole x Esmer Buzağların Büyüme ve Yemden Yararlanma Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36 (1), 53-58.
- Sargın, S., G. Öngen, 2003. Kanatlı Yemi Katkısı Olarak Kullanılan Ksilanaz Enziminin Katı Kültür Fermantasyon Yöntemi ile Üretiminde Ölçek Büyütme Çalışmaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (3), 145-152.
- Selçuk, U., 2011. Serbest Duraklı Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Mimari Yerleşim Planı Oluşturma İlkeleri ve Üreticiler İçin Öneri Mahiyetinde Tip Yerleşim Planlarının Geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi, 1 (2), 29-42.
- Sen, I., Constable, P.D., 2013. General Overview to Treatment of Strong Ion (Metabolic) Acidosis in Neonatal Calves with Diarrhea. Eurasian Journal of Veterinary Science, 29 (3), 114-120.
- Soyak, A., 2006. Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerin Siyah Alaca Süt Sığırı Popülasyonunun Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ.
- Soyer, G., 2014. Aydın İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Gübre Yönetim Uygulamaları ve Bitkisel Üretimde Gübre Kullanım Olanaklarının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Söğüt, B., İnci H., Şengül, T., 2010. Organik Kanatlı Hayvan Üretiminde Yem ve Cıvıv. Türkiye 1. Organik Hayvancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı, Yayın No: 332520, 336-342 s, Kelkit, Gümüşhane.
- Şafak, E., 2007. Structural Monitoring: What Is It, Why Is It done, How Is It Done and What Is It Worth? Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, Istanbul, Turkey.
- Şahanoğlu, E., Koçak, S., 2014. Afyonkarahisar İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Refahının Barınak ve Yetiştirme Şartları Yönünden Değerlendirilmesi. Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi, 54 (2), 47-55.
- Şahin, Ş., Öner, Y., Elmacı, C., 2013. Esmer ve Siyah Alaca Irkı Sığırlarda Bazı Ekonomik Özellikler ile İlişkili Gen Bölgelerinin PCR-RFLP Tekniği ile İncelenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 19 (1), 235-244.
- Şeker, İ., Tasalı H., Güler, H., 2012. Muş İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapılan İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi 26 (1), 9-16.
- Şen, İ., Güzelbekteş, H., Yıldız, R., 2013. Neonatal Buzağı İshalleri: Patofizyoloji, Epidemiyoloji, Klinik, Tedavi ve Koruma. Veteriner Bilimleri Türkiye Klinikleri Dergisi, 4 (1), 71-78.
- Şener, A.G., 2013. Zeolit Süspansiyonunun Farklı Değerlikli Katyonlara Sahip İnorganik Tuzlar ile Koagülasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Şimşek, E., 1996. Büyük Damızlık Süt Sığırcılığı İşletmesi Optimum Tasarımı. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Şimşek, E., Kılıç, İ., Yashoğlu, E., Arıcı İ., 2012. Süt Sığırı Ahırlarında Hava Kirleticilerin Günlük ve Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Ege Üniversitesi, 24-25 Mayıs, Bornova, İzmir.

- Şimşek, E., Yashoğlu, E., Kılıç, İ., Balci, F., 2010. Yumurta Tavuğu Kümeslerinde Hava Kalitesi Parametrelerinin Analizi Üzerine Bir Çalışma. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 27-29 Mayıs Kahramanmaraş.
- Tan, Ş., 2015. SPSS ve Excel Uygulamalı Temel İstatistik I. Pagem Akademi Yayıncılık, I. Baskı, 56 s, Ankara.
- Teksöz, E., 2007. Yoğun Bakım Havalandırmaları ve İzolasyon Ünitelerinde Havalandırmalar. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, Dezenfeksiyon Antisepsi Sterilizasyon Derneği, 4-8 Nisan, Antalya.
- Toker, M.T., Akden, R.C., Ayhan, V., Boyar, S., Bayhan, A.K., Ünal, H.B., Yılmaz, H.İ., 2010. Açık Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Tasarımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 1 (2), 759-765 s, 11-15 Ocak, Ankara.
- Topaçoğlu, Y., 2013. Seralarda Doğal Havalandırma Etkinliğinin Sayısal Yöntemler Kullanılarak Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Uğur, F., 2016. Genel Hayvan Yetiştirme. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Lisans Ders Notu, 98 s, Çanakkale.
- Uğurlu, N., 1993. Konya Yöresi Büyükbaş Hayvan Barınaklarının Yapısal Durumu ve Sorunlarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seçuk Üniversitesi, Konya.
- Uğurluoğlu, E., 2015. Doğal Gaz Yakılan Bir Ocakta Katı Yüzeyin Emisyon ve Verim Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Uluata, A.R., Smith, R.J., 1975. Basic Principles of Natural Ventilation for Dairy Stables. Agricultural Engineering Department of Iowa State University, 165-177 s, Ames, Iowa.
- Usta, S., 2011. Serbest Duraklı Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Mimari Yerleşim Planı Oluşturma İlkeleri ve Üreticiler İçin Öneri Mahiyetinde Tip Yerleşim Planlarının Geliştirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi, 1 (2), 29-42.
- Uyar, Ö., 2015. Biyofiltrelerle Amonyak Emisyonlarının Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Uzmay, C., Kaya, A., Kaya, İ., Akbaş, Y., 2001. İzmir İli Holstein Damızlık Süt Sığırı Yetiştirici Birliği İşletmelerinde Mastitisin Yaygınlık Düzeyi ve Etkileyen Etmenler Üzerine Araştırmalar ve Yönetim Uygulamaları ile Subklinik Mastitis Arası İlişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38 (2-3), 71-78.
- Ünal, N., Ertuğrul, O., Alpan, O., 2001. Growth and Survival of Simmental Calves Reared Outdoors in Individual Hutches. Turkey Journal Veterinary Animal Science, 25 (2001), 789-795.
- Webster, J., 1984. Calf Husbandry, Health and Welfare. Granada Publishing, London.
- Yağanoğlu, A.V., 1981. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletmesindeki Süt Sığırı Ahırının Sorunları ve Geliştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Yağanoğlu, A.V., 1987. Kümeslerde Zararlı Gazlar, Koku ve Toz Oluşumu, Zararlı Etkileri ve Giderme Yolları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı-Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Tavukçuluk Dergisi, 58 (1987), 3-34.
- Yağanoğlu, A.V., 1988a. Hayvan Barınaklarında Doğal Havalandırma Sistemlerinin Planlanmasında Modellerden Yararlanma, III. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Ege Üniversitesi, 20-23 Eylül 1988, Kongre Tebliği, Bornova, İzmir.
- Yağanoğlu, A.V., 1988b. Kapalı Hayvan Barınaklarında Değişik Tip Hava Çıkış Açıklıklarının Havalandırmaya Olan Etkisinin Modelde İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Tavukçuluk Dergisi, 61 (1988), 3-16.
- Yağanoğlu, A.V., 1990. Rüzgar Hızı ve Yönü ile Hava Çıkış Açıklığı Tipinin Havalandırmaya Olan Etkisinin Kapalı Sığır Barınağı Modelinde İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (1), 60-82.
- Yağanoğlu, A.V., 2000. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü ve Doğu Anadolu Bölgesine Yönelik Kültürteknik Çalışmaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31 (1-4), 69-86.
- Yağanoğlu, A.V., Okuroğlu, M., 1989. Erzurum Koşullarında Yapılmış Bireysel ve Grup Bölmeli Buzağı Barınağının Planlama ve Çevre Koşulları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (1), 1-25.
- Yağanoğlu, A.V., Okuroğlu, M., Şahin, Ü., 2001. Kültürteknik (Çözümlü Problemler). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 213, 140-144 s, Erzurum.
- Yaman, C., 2009. Siemens Gebze Tesisleri Yeşil Bina. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 6-9 Mayıs, İzmir.
- Yaşa, E., 2015. Avlulu Binalarda Doğal Havalandırma ve Soğutma Açısından Rüzgar Etkisi İle Oluşacak Hava Akımlarına Yüzey Açıklıklarının Etkisinin Deneysel İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yıldırım, F.K., Ergenekon, T., 2004. Mühendisler, Mimarlar, Bilirkişiler ve Hakemler için Mevzuat El Kitabı. Teknik Yayınevi, Yayın No: 680, 15 (1), 2012-2013 s, Ankara.
- Yıldız, B., 2013. Çankırı İli Süt Sığırı Barınaklarının Yapısal Özellikleri ve Yeni Barınak Modellerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Yıldız, A., Laçın, E., Esenbuğa, N., Kocaman, B., Macit, M., 2013. Farklı Mevsimlerde Kafes Seviyesinin Yumurtacı Tavukların Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 8 (2), 145-152.
- Yılmazoğlu, M.Z., 2010. Yeraltı Isı Enerjisini Depolama Yöntemleri ve Binalarda Uygulanması. Politeknik Dergisi, 13 (1), 33-42.
- Yurtseven, B., 2011. Kuaterner Amin Bileşikleri ile Modifiye Edilen Klinoptilolit Cr (vi) Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Zeybek, S., 2013. Akut İshalli Neonatal Buzağlarda İntravenöz İzotonik Sodyum Bikarbonat Uygulamasının Venöz Asit Baz Durumu ve Renal Fonksiyon Üzerine Zamana Bağlı Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Zhang, Y., 1999. Engineering Control Of Dust In Animal Facilities. Proc. of The International Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities, 30may-2june 1999, Aarhus, Denmark. Danish Instute of Agricultural Sciences, 22-29 p, Horsens, Denmark.
- Zhang, G, Strom, J.S., Rom, H.B., Morsing, S., Dahl, P., Wang, C., 2005. Emission Of Ammonia and Other Contaminant Gases From Naturally Ventilated Dairy Cattle Buildings. Journal of Biosystems Engineering, 92 (3), 355-364.
- Zhang, Q, Zhou, X.J., Cicek, N., Tenuta, M., 2007. Measurement of Odour and Greenhouse Gas Emissions in Two Swine Farrowing Operations, Canadian Biosystems Engineering, 49 (6), 13-20.
- Zhao, Q., Tong, L., Swami, A., Chen, Y., 2007. Decentralized Cognitive MAC for Opportunistic Spectrum Access in Ad Hoc Networks. A POMDP Framework. Ieee Journal On Selected Areas in Communications, 25 (3), 589-600.

EKLER

EK 1. Araştırma Ahırında Dış Havaya İlişkin Ölçülen Sıcaklık, Bağıl Nem ve Hava Akım Hızı Değerleri

Tarih	Sıcaklık (°C)			Bağıl nem (%)			Hava akım hızı (m/s)		
	Ölçüm saatleri			Ölçüm saatleri			Ölçüm saatleri		
Aralık	08-10	13-15	18-20	08-10	13-15	18-20	08-10	13-15	18-20
1	1.30	-0.20	-1.70	90.00	93.00	80.00	4.80	4.80	8.20
2	-4.40	-3.30	-2.10	74.00	88.00	95.00	3.20	5.60	3.40
3	3.10	3.20	1.40	88.00	85.00	91.00	8.30	4.20	2.40
4	1.80	2.50	1.10	91.00	88.00	94.00	1.20	1.00	0.70
5	1.90	2.80	1.10	94.00	89.00	98.00	2.00	2.90	1.30
6	1.90	2.80	0.70	87.00	78.00	89.00	2.70	4.30	3.10
7	2.70	2.20	1.10	84.00	86.00	91.00	6.30	6.60	5.50
8	2.40	2.70	2.90	93.00	93.00	93.00	4.50	3.40	3.40
9	4.90	6.30	4.50	86.00	81.00	82.00	5.10	6.00	4.80
10	2.20	4.10	2.00	88.00	86.00	95.00	2.20	1.50	1.20
11	1.60	2.40	1.40	84.00	80.00	93.00	1.40	2.00	1.40
12	0.90	1.70	0.80	85.00	82.00	91.00	5.10	5.00	3.70
13	0.70	0.90	-0.90	94.00	93.00	98.00	3.90	2.40	0.20
14	0.30	1.10	-0.60	94.00	93.00	94.00	2.00	4.40	2.10
15	-1.70	-0.80	-4.00	99.00	86.00	96.00	0.80	1.90	0.70
16	-1.70	-1.20	-8.10	83.00	81.00	90.00	0.00	0.70	1.90
17	-4.60	-3.50	-5.20	86.00	89.00	96.00	0.70	0.70	0.70
18	-0.40	-0.30	-1.20	81.00	74.00	83.00	0.70	1.20	2.50
19	-1.10	-0.70	-1.20	88.00	93.00	98.00	1.00	1.20	0.00
20	-0.40	-0.30	-1.50	76.00	76.00	81.00	2.70	1.80	1.70
21	-1.80	-1.30	-6.40	74.00	88.00	97.00	1.50	0.90	0.70
22	-3.60	-2.20	-4.00	85.00	94.00	92.00	0.50	1.70	2.20
23	-7.40	-4.50	-6.10	78.00	75.00	85.00	1.70	5.30	2.30
24	-1.20	0.20	-0.60	77.00	75.00	76.00	4.80	6.30	3.70
25	-1.20	-2.00	-9.00	82.00	80.00	92.00	1.50	2.70	1.40
26	-5.20	-2.70	-8.00	82.00	77.00	89.00	3.10	1.60	0.50
27	-0.30	2.80	0.20	65.00	63.00	76.00	2.80	4.30	2.10
28	1.50	0.20	-0.80	80.00	97.00	96.00	4.50	3.40	0.00
29	0.50	3.10	0.90	86.00	77.00	79.00	3.20	4.80	3.20
30	3.90	4.80	3.40	74.00	70.00	74.00	2.00	4.80	2.90
31	4.10	3.70	2.50	58.00	58.00	62.00	4.30	4.10	5.60

Ocak									
1	2.70	3.20	0.70	60.00	71.00	86.00	3.50	3.70	0.60
2	0.40	0.20	-2.10	86.00	89.00	98.00	1.00	2.00	1.30
3	-2.80	-2.40	-2.20	99.00	98.00	86.00	0.00	0.00	1.70
4	-3.10	-1.80	-2.80	85.00	72.00	77.00	0.60	4.20	4.80
5	0.50	-0.20	0.50	69.00	86.00	78.00	5.10	4.50	6.10
6	3.40	2.40	-0.10	60.00	59.00	81.00	10.20	7.70	5.40
7	-1.20	-1.70	-6.30	76.00	70.00	99.00	5.70	5.10	3.20
8	-8.80	-9.10	-10.90	77.00	72.00	73.00	3.20	5.00	9.50
9	-10.90	-11.60	-19.70	63.00	66.00	76.00	6.20	5.60	2.30
10	-15.00	-12.80	-14.40	68.00	70.00	79.00	0.60	0.50	0.60
11	-9.60	-10.40	-11.70	64.00	71.00	73.00	1.00	3.70	1.50
12	-7.20	-6.20	-7.30	72.00	78.00	80.00	0.60	1.20	2.10
13	-7.60	-6.10	-14.00	69.00	72.00	82.00	1.80	1.00	1.60
14	-8.70	-6.50	-13.60	69.00	73.00	76.00	1.70	2.10	0.50
15	-7.70	-4.90	-4.60	80.00	76.00	89.00	1.20	2.30	2.00
16	-3.40	-2.30	-6.00	83.00	79.00	99.00	1.00	2.10	0.60
17	-8.20	-9.50	-16.30	93.00	91.00	90.00	1.70	2.30	1.30
18	-13.40	-10.30	-15.80	91.00	86.00	86.00	2.00	1.30	1.00
19	-10.30	-8.10	-15.40	86.00	85.00	85.00	0.00	0.70	1.30
20	-10.60	-8.10	-15.40	79.00	77.00	84.00	0.00	0.30	0.60
21	-10.60	-7.30	-11.20	75.00	78.00	88.00	0.30	0.80	0.00
22	-6.90	-4.30	-13.40	79.00	75.00	84.00	0.50	0.70	0.00
23	-9.50	-1.30	-15.60	81.00	80.00	85.00	0.00	1.00	0.60
24	-10.00	-7.30	-15.60	90.00	83.00	80.00	1.30	2.60	0.60
25	-11.00	-4.80	-13.20	90.00	79.00	86.00	0.00	0.70	0.50
26	-7.90	-4.00	-4.50	78.00	92.00	99.00	0.00	1.80	0.60
27	-3.70	-3.50	-6.20	91.00	89.00	97.00	1.00	1.00	3.00
28	-6.70	-3.60	-4.20	90.00	90.00	99.00	1.00	5.10	0.80
29	-8.10	-8.60	-14.80	95.00	93.00	86.00	1.00	0.50	0.10
30	-14.00	-8.80	-9.10	85.00	93.00	88.00	0.10	0.10	0.00
31	-12.90	-8.40	-4.20	88.00	92.00	92.00	1.00	0.00	3.50
Şubat									
1	1.43	2.30	1.30	76.00	78.00	75.00	2.20	4.10	6.50
2	-2.56	-0.10	-7.30	85.00	80.00	86.00	1.00	1.00	0.20
3	-2.97	2.96	2.50	73.00	62.00	63.00	0.80	3.70	2.50
4	0.00	-0.10	-7.00	98.00	93.00	95.00	2.70	0.20	0.00
5	-9.97	-8.20	-16.20	90.00	92.00	85.00	0.00	1.40	0.00
6	-12.00	-13.60	-19.10	89.00	87.00	83.00	0.00	0.00	0.00
7	-12.40	-6.60	-5.40	82.00	90.00	95.00	0.00	0.20	0.70

8	-3.80	-1.00	-3.40	92.00	76.00	99.00	1.70	0.40	0.40
9	-0.10	-1.00	-2.20	96.00	99.00	99.00	2.00	1.20	0.00
10	-0.70	0.60	0.70	93.00	73.00	70.00	1.40	0.90	0.90
11	1.20	-2.00	-11.30	69.00	94.00	89.00	2.00	2.60	1.20
12	-3.60	-3.20	-14.30	84.00	87.00	87.00	0.50	0.00	0.00
13	-8.40	-5.10	-14.50	93.00	80.00	86.00	0.00	4.20	1.40
14	-14.70	-9.10	-17.80	84.00	90.00	84.00	0.00	0.00	0.70
15	-16.90	-11.40	-18.40	85.00	87.00	80.00	1.00	0.80	0.00
16	-13.30	-8.20	-8.70	88.00	92.00	92.00	0.00	0.00	0.70
17	-7.40	-3.90	-5.40	92.00	96.00	99.00	0.60	2.30	0.00
18	-5.50	-2.10	-11.00	87.00	73.00	88.00	2.00	1.80	1.40
19	-4.50	-1.80	-3.20	78.00	81.00	91.00	6.00	5.80	3.70
20	-5.10	-3.20	-2.60	81.00	85.00	83.00	6.10	6.30	8.10
21	-4.00	-3.50	-12.90	73.00	74.00	86.00	4.30	2.70	1.40
22	-11.50	-7.90	-19.10	82.30	86.70	83.00	0.00	0.00	0.00
23	-15.40	-6.90	-18.50	82.30	83.00	83.00	0.00	0.80	0.70
24	-11.50	-6.50	-5.90	80.00	84.30	95.30	0.00	0.90	1.20
25	-3.30	-1.50	-4.80	90.70	92.00	99.00	1.70	2.00	0.20
26	-1.00	-0.30	-0.50	86.00	86.00	98.00	0.30	2.20	0.20
27	-4.80	-3.50	-11.10	98.00	89.00	86.00	5.40	4.90	1.50
28	-6.90	-2.30	-4.60	79.00	97.00	99.00	0.50	1.70	0.70
Mart									
1	-3.60	-1.90	-5.70	98.00	99.00	99.00	0.00	0.00	1.00
2	-2.60	-1.10	-5.10	96.00	88.00	98.00	0.20	0.00	0.00
3	-1.00	1.20	-6.00	92.00	66.00	93.00	1.00	2.00	0.60
4	-1.30	-1.30	-7.40	77.00	93.00	92.00	0.20	1.90	6.40
5	-9.70	-4.40	-17.40	70.10	61.00	82.00	0.80	2.50	0.90
6	-11.30	-5.80	-14.00	68.00	69.00	88.00	0.20	0.20	0.30
7	-6.60	-2.30	-12.70	72.00	77.00	88.00	0.00	0.00	0.20
8	-6.40	-2.00	-9.90	74.00	77.00	87.00	0.20	1.20	2.00
9	-4.70	1.00	-7.90	75.00	64.00	94.00	0.80	0.70	0.00
10	-5.20	-0.70	-7.40	73.00	64.00	90.00	0.00	2.90	1.20
11	-1.30	0.80	1.00	65.00	60.00	73.00	8.00	6.50	2.70
12	3.30	6.00	2.90	59.00	44.00	79.00	3.70	2.90	4.30
13	3.20	4.00	-2.40	69.00	66.00	88.00	3.90	1.70	0.70
14	1.30	3.30	-0.90	73.00	71.00	91.00	1.30	3.40	1.30
15	-3.00	3.60	-2.80	79.00	84.00	96.00	1.00	3.20	1.80
16	2.00	2.10	-0.10	89.00	80.00	89.00	6.10	5.40	2.90
17	0.20	1.30	-3.10	81.00	72.00	91.00	1.00	2.80	2.00
18	0.50	3.10	-3.30	74.00	58.00	90.00	4.40	2.90	0.00

19	1.50	1.80	0.00	67.00	83.00	99.00	7.20	3.40	2.70
20	1.20	3.30	1.10	92.00	78.00	78.00	1.00	1.70	0.80
21	2.60	1.90	-0.30	57.00	77.00	97.00	5.90	4.90	6.60
22	1.40	1.60	-1.80	78.00	73.00	68.00	5.30	4.70	5.80
23	-0.60	1.70	-1.10	65.00	57.00	68.00	5.10	4.60	4.10
24	-0.10	2.00	-0.20	93.00	79.00	99.00	3.60	2.50	4.70
25	2.00	4.50	1.10	78.00	65.00	75.00	7.20	4.90	4.60
26	3.60	6.50	-1.50	64.00	50.00	83.00	2.30	3.00	1.30
27	5.30	8.60	1.70	59.00	30.00	72.00	2.70	4.40	1.70
28	6.20	7.50	6.50	49.00	48.00	44.00	2.00	2.50	3.20
29	6.40	8.10	4.40	78.00	59.00	86.00	1.70	3.00	2.70
30	5.10	3.70	2.40	69.00	83.00	83.00	2.70	5.20	3.60
31	6.50	7.60	1.10	60.00	55.00	84.00	4.70	4.80	2.30

EK 2. Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencerele İle Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ölçülen Dış Hava Koşullarına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Saat 08:00-10:00 Arası Ölçülen Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.09 0.763	0.18	119	0.856	0.18	1.01	-1.8	2.2
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü		0.18	119	0.856	0.18	1.01	-1.8	2.2

Saat 13:00-15:00 Arası Ölçülen Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.06 0.799	0.47	119	0.634	0.41	0.86	-1.3	2.1
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü		0.47	119	0.634	0.41	0.86	-1.3	2.1

Saat 18:00-20:00 Arası Ölçülen Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.15 0.698	0.11	119	0.910	0.13	1.18	-2.2	2.5
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü		0.11	119	0.910	0.13	1.18	-2.2	2.5

Saat 08:00-10:00 Arası Ölçülen Bağıl Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Bağıl Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.23	0.628	-0.6	119	0.531	-1.2	1.9	-5.1	2.7
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-0.6	119	0.531	-1.2	1.9	-5.1	2.7

Saat 13:00-15:00 Arası Ölçülen Bağıl Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Bağıl Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	1.0	0.303	-0.7	119	0.484	-1.6	2.28	-6.1	2.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-0.7	118	0.483	-1.6	2.28	-6.1	2.9

Saat 18:00-20:00 Arası Ölçülen Bağıl Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Bağıl Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	1.7	0.186	-0.0	119	0.999	-0.0	1.72	-3.4	3.4
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-0.0	119	0.999	-0.0	1.72	-3.4	3.4

Saat 08:00-10:00 Arası Ölçülen Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	3.5	0.064	1.2	119	0.221	0.49	0.40	-0.3	1.3
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			1.2	112	0.221	0.49	0.39	-0.3	1.3

Saat 13:00-15:00 Arası Ölçülen Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.01	0.915	1.9	119	0.060	0.65	0.34	-0.0	1.3
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			1.9	119	0.059	0.65	0.34	-0.0	1.3

Saat 18:00-20:00 Arası Ölçülen Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.96	0.329	0.30	119	0.759	0.11	0.36	-0.6	0.8
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			0.30	115	0.759	0.11	0.36	-0.6	0.8

EK 3.

Ek 3a. Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sisteminde Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Sıcaklık, Bağıl Nem, Hava Akım Hızı, Amonyak, Hidrojensülfür, Sülfürdioksit, Karbonmonoksit, Karbondioksit ve Metan Parametrelerinin Günlük Ortalama Değerleri

Tarih Aralık	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
1	7.20	64.50	0.22	1.64	0.20	0.77	3.69	862	1730
3	11.90	77.20	0.21	3.68	0.46	1.25	5.80	1160	2560
5	10.00	70.40	0.39	3.00	0.75	1.89	8.37	1540	3900
7	8.40	64.70	0.19	3.17	1.04	1.78	1.00	1200	4523
9	16.20	61.00	0.17	1.81	1.29	0.34	8.61	1973	802
11	9.80	63.10	0.29	2.15	1.10	2.37	6.03	2053	5140
13	5.50	83.30	0.33	2.49	0.43	0.82	9.78	1413	3185
15	6.20	68.90	0.49	4.45	0.33	0.29	10.90	524	1320
17	7.90	70.50	0.65	3.77	0.49	0.93	9.54	1593	750
19	5.70	76.20	0.35	2.10	0.38	0.32	1.91	1432	2752
21	7.00	64.50	0.51	2.51	1.15	2.23	9.95	1288	2497
23	8.80	67.00	0.64	3.07	0.93	1.59	8.22	1052	1873
25	7.50	65.00	0.55	2.69	0.81	1.96	7.55	1223	2077
27	7.60	66.00	0.43	2.77	0.89	1.71	8.16	1198	2058
29	9.00	70.80	0.33	3.05	0.44	0.68	5.13	918	1621
31	13.90	68.60	0.20	4.55	0.69	0.74	10.67	510	795
Tarih Ocak	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
2	8.10	66.90	0.18	3.51	0.64	1.05	9.30	910	3630
4	7.80	60.80	0.16	3.07	0.92	1.51	10.90	998	2710
6	10.80	49.00	0.15	4.10	1.30	2.40	11.10	600	1100
8	0.10	64.90	0.90	1.74	0.72	1.20	9.60	2020	3230
10	0.20	63.70	0.40	1.75	0.78	1.30	9.70	2007	3060
12	1.00	71.70	0.50	1.94	0.35	0.65	6.40	1900	4810
14	-0.50	71.40	0.70	1.60	0.20	0.67	9.20	2100	5300
16	6.10	69.80	0.60	2.41	0.48	0.83	9.15	1224	4450
18	1.10	71.00	0.60	1.96	0.42	0.74	7.50	1887	4510
20	1.40	71.70	0.46	2.03	0.39	0.69	8.30	1847	4800
22	2.20	71.40	0.45	2.21	0.40	0.71	9.70	1741	4740
24	0.40	75.00	0.41	1.81	0.22	0.43	6.10	1980	5200
26	8.10	61.70	0.10	3.24	0.88	1.44	9.80	958	2730
28	7.80	67.60	0.35	3.45	0.49	0.99	9.20	898	4120
30	-0.20	75.50	0.66	1.68	0.20	0.40	2.05	2060	5210

Tarih Şubat	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
1	9.90	56.10	0.14	4.05	1.18	2.23	10.61	620	1870
3	11.90	51.50	0.48	3.99	1.22	2.29	10.95	862	1187
5	-1.70	79.20	0.68	1.51	0.28	0.65	4.15	2800	4910
7	1.70	87.50	0.46	2.00	0.13	0.31	1.99	2103	4229
9	9.30	86.30	0.33	3.24	0.21	0.41	2.38	1052	2261
11	5.30	75.30	0.28	2.73	0.49	0.98	5.02	1756	3197
13	-0.40	80.80	0.58	1.71	0.23	0.57	3.46	2515	4610
15	-0.50	61.00	0.71	1.74	0.89	1.56	8.38	2624	4599
17	8.70	83.80	0.38	3.13	0.25	0.53	3.01	1071	2416
19	6.90	61.20	0.33	3.02	0.99	1.85	8.59	1543	2682
21	3.90	62.80	0.43	2.40	0.87	1.66	8.13	1981	3459
23	0.10	74.60	0.40	1.83	0.47	0.97	5.31	2516	4473
25	10.12	64.70	0.16	3.58	0.92	1.69	7.96	1072	1848
27	4.00	73.00	0.25	2.50	0.55	1.11	5.59	1947	3453

Tarih Mart	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
1	7.50	86.90	0.43	2.14	0.19	0.36	2.06	1635	3596
3	8.30	65.30	0.67	2.63	0.78	1.41	6.61	1675	3265
5	3.40	63.30	0.74	1.57	0.73	1.38	6.87	2350	4733
7	3.20	71.20	0.49	1.59	0.32	0.93	5.35	2222	4702
9	7.60	57.10	0.40	2.56	1.21	1.81	8.51	1821	3300
11	11.60	45.50	0.37	3.51	1.33	2.39	11.03	1320	2159
13	13.70	69.50	0.33	3.75	1.06	1.51	6.03	931	1625
15	9.60	80.70	0.30	2.62	0.41	0.71	3.44	1366	2862
17	10.40	65.80	0.28	3.10	0.77	1.39	6.59	1386	2821
19	9.10	61.00	0.70	2.72	0.91	1.63	7.67	1595	3013
21	13.10	69.00	0.94	3.49	0.78	1.63	5.99	985	1706
23	10.50	55.50	0.73	3.25	1.15	1.90	9.01	1412	2490
25	13.90	71.40	0.38	3.76	1.01	1.31	5.62	953	1565
27	15.30	47.30	0.45	5.13	1.28	2.29	10.94	910	942
29	15.50	54.00	0.38	4.31	1.19	2.17	9.88	733	982
31	16.90	53.20	0.62	4.43	1.31	2.31	9.96	495	660

Ek 3b. Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminde Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Sıcaklık, Bağıl Nem, Hava Akım Hızı, Amonyak, Hidrojensülfür, Sülfürdioksit, Karbonmonoksit, Karbondioksit ve Metan Parametrelerinin Günlük Ortalama Değerleri

Tarih Aralık	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
2	4.00	54.30	0.22	3.58	0.65	1.31	5.54	1510	2093
4	7.40	66.40	0.16	4.61	1.41	2.51	8.51	1944	3130
6	6.60	61.80	0.15	5.55	2.35	3.45	12.00	2613	4288
8	9.30	67.90	0.10	2.74	0.17	4.01	3.57	1384	5016
10	9.60	56.80	0.21	2.6	0.44	0.64	4.81	3031	5641
12	5.80	54.40	0.10	6.86	3.03	2.79	10.70	1057	2724
14	4.50	68.30	0.19	4.80	2.55	4.67	9.25	1333	1153
16	4.10	57.90	0.34	3.30	1.74	3.54	13.40	2126	1103
18	3.70	51.80	0.23	5.17	0.51	2.61	14.80	2645	3763
20	3.80	56.30	0.33	4.10	1.48	3.21	4.98	2640	4120
22	3.80	55.00	0.29	4.22	1.61	3.35	6.36	2664	3890
24	4.00	50.10	0.10	4.26	2.13	3.50	7.25	2515	3620
26	2.60	48.70	0.54	5.10	3.12	4.62	13.10	2183	3267
28	4.40	67.50	0.18	4.21	1.22	0.91	4.00	2335	3681
30	12.10	50.00	0.20	6.90	2.50	4.70	10.95	1196	1228

Tarih Ocak	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
1	8.10	49.80	0.16	6.32	2.75	2.79	13.00	1210	1128
3	4.20	68.00	0.40	5.09	0.50	0.80	3.50	1075	2092
5	5.00	50.60	0.29	5.50	2.65	2.71	12.60	1511	1647
7	4.30	59.60	0.33	5.31	1.54	1.72	7.90	1332	1975
9	-6.20	47.00	0.30	2.90	3.10	3.10	14.50	3025	5800
11	-3.40	48.10	0.18	3.57	2.96	2.98	13.92	2702	4890
13	-1.80	48.40	0.07	3.95	2.93	2.95	13.76	2424	3868
15	2.40	48.20	0.10	4.90	2.95	2.97	13.87	1573	2485
17	-0.10	66.60	0.09	5.26	0.71	0.91	4.06	1662	3491
19	-4.20	54.00	0.22	3.30	2.23	2.33	10.83	2561	5212
21	-2.30	52.50	0.47	3.70	2.42	2.49	11.60	2365	4573
23	-1.60	48.40	0.04	4.10	3.01	2.96	13.81	2399	4302
25	-1.50	58.10	0.44	4.00	1.73	1.88	8.68	2095	3866
27	2.30	67.40	0.10	4.49	0.57	0.87	3.81	1308	2645
29	-1.60	66.60	0.39	3.85	0.67	0.95	4.23	1853	4480
31	-0.70	65.70	0.80	4.15	0.78	1.05	4.70	1765	3679

Tarih Şubat	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
2	5.40	54.50	0.22	5.69	2.10	2.21	10.47	1557	1512
4	5.10	56.30	0.19	5.61	1.82	1.99	9.39	1610	1765
6	-4.40	63.00	0.39	3.01	0.78	1.19	4.99	2950	5417
8	6.90	61.20	0.18	6.10	1.13	1.43	6.76	1310	1150
10	6.10	46.40	0.20	5.90	3.20	3.15	15.10	1550	1399
12	-0.60	54.40	0.49	4.10	1.99	2.12	9.43	2410	3910
14	-4.70	62.00	0.46	2.95	0.92	1.29	5.83	2995	5500
16	-2.40	66.10	0.36	3.52	0.45	0.86	3.61	2560	4750
18	2.60	54.00	0.09	4.93	2.19	2.26	10.66	1950	2662
20	4.60	57.50	0.14	5.47	1.65	1.86	8.65	1664	2012
22	-3.90	61.30	0.53	3.20	0.91	1.37	5.94	2875	5180
24	-1.80	59.10	0.25	3.74	1.32	1.64	7.39	2574	4410
26	6.80	62.50	0.19	5.97	1.00	1.31	5.91	1325	1167
28	2.30	59.00	0.33	4.75	1.25	1.55	3.95	1978	3075

Tarih Mart	T (°C)	Rh (%)	V (m/s)	NH₃ (ppm)	H₂S (ppm)	SO₂ (ppm)	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	CH₄ (ppm)
2	5.40	55.50	0.39	4.52	0.80	1.31	5.10	2322	5160
4	10.90	56.90	0.18	6.05	1.67	2.37	5.13	1650	2070
6	0.20	51.20	0.12	5.79	1.39	3.31	7.17	1760	2309
8	0.70	57.90	0.15	3.21	0.58	1.01	3.98	2896	5460
10	1.60	55.20	0.28	3.47	0.83	1.35	4.93	2786	3898
12	11.40	39.70	0.24	6.68	2.64	5.32	13.10	1601	1504
14	6.70	56.40	0.29	4.87	0.72	1.45	4.83	2163	3466
16	8.20	59.20	0.30	5.29	0.47	0.99	3.69	1914	2997
18	8.20	50.90	0.36	5.31	1.22	2.36	7.10	1980	2935
20	8.80	53.80	0.18	5.46	1.16	1.88	5.90	1906	2768
22	7.10	50.70	0.34	5.01	1.24	2.40	7.18	2144	3283
24	6.80	53.20	0.23	4.92	0.91	1.98	5.95	2151	3432
26	9.60	47.90	0.13	5.71	1.99	4.01	8.92	1869	2402
28	14.00	27.70	0.40	6.90	3.43	6.20	16.61	1451	1040
30	9.40	49.50	0.24	5.65	1.55	3.11	7.66	1893	2468

EK 4.

Ek 4a. Aralık Ayı, Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Parametrelere Ait İstatistikî Değerler

		Havalandırma	
Parametreler		Zemin altı borulu	Pencereler ile
Sıcaklık (°C)	Max. Ort.	16.20	12.10
	Min. Ort.	5.50	2.60
	Ort. O.	8.91	5.71
	Std. Sap.	2.94	2.74
Bağıl nem (%)	Max. Ort.	83.30	68.30
	Min. Ort.	61.00	48.70
	Ort. O.	68.86	57.81
	Std. Sap.	5.87	6.92
Hava hızı (m/s)	Max. Ort.	0.65	0.54
	Min. Ort.	0.17	0.10
	Ort. O.	0.37	0.22
	Std. Sap.	0.16	0.12
Amonyak (ppm)	Max. Ort.	4.55	6.90
	Min. Ort.	1.64	2.60
	Ort. O.	2.93	4.53
	Std. Sap.	0.85	1.27
Hidrojen Sülfür (ppm)	Max. Ort.	1.29	3.12
	Min. Ort.	0.20	0.17
	Ort. O.	0.71	1.66
	Std. Sap.	0.33	0.95
Sülfür dioksit (ppm)	Max. Ort.	2.37	4.70
	Min. Ort.	0.29	0.64
	Ort. O.	1.23	3.05
	Std. Sap.	0.70	1.29
Karbonmonoksit (ppm)	Max. Ort.	10.90	14.80
	Min. Ort.	1.00	3.57
	Ort. O.	7.20	8.61
	Std. Sap.	3.02	3.72
Karbon dioksit (ppm)	Max. Ort.	2053.00	3031.00
	Min. Ort.	510.00	1057.00
	Ort. O.	1246.19	2078.40
	Std. Sap.	433.50	634.88
Metan (ppm)	Max. Ort.	5140.00	5641.00
	Min. Ort.	750.00	1103.00
	Ort. O.	2348.93	3247.80
	Std. Sap.	1305.67	1372.97

Ek 4b. Ocak Ayı, Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Parametrelere Ait İstatistikî Değerler

Parametreler		Havalandırma	
		Zemin altı borulu	Pencereler ile
Sıcaklık (°C)	Max. Ort.	10.80	8.10
	Min. Ort.	-0.50	-6.20
	Ort. O.	3.63	0.18
	Std. Sap.	3.95	3.84
Bağıl nem (%)	Max. Ort.	75.50	68.00
	Min. Ort.	49.00	47.00
	Ort. O.	67.47	56.19
	Std. Sap.	6.79	8.22
Hava hızı (m/s)	Max. Ort.	0.90	0.80
	Min. Ort.	0.10	0.04
	Ort. O.	0.44	0.27
	Std. Sap.	0.23	0.20
Amonyak (ppm)	Max. Ort.	4.10	6.30
	Min. Ort.	1.60	2.90
	Ort. O.	2.43	4.40
	Std. Sap.	0.82	0.92
Hidrojen Sülfür (ppm)	Max. Ort.	1.30	3.10
	Min. Ort.	0.20	0.50
	Ort. O.	0.56	1.97
	Std. Sap.	0.31	1.02
Sülfür dioksit (ppm)	Max. Ort.	2.40	3.10
	Min. Ort.	0.40	0.80
	Ort. O.	1.00	2.09
	Std. Sap.	0.52	0.90
Karbonmonoksit (ppm)	Max. Ort.	11.10	14.50
	Min. Ort.	2.05	3.50
	Ort. O.	8.53	9.67
	Std. Sap.	2.28	4.32
Karbon dioksit (ppm)	Max. Ort.	2100.00	3025.00
	Min. Ort.	600.00	1075.00
	Ort. O.	1542.00	1928.75
	Std. Sap.	536.90	593.04
Metan (ppm)	Max. Ort.	5300.00	5800.00
	Min. Ort.	1100.00	1128.00
	Ort. O.	3973.33	3508.31
	Std. Sap.	1201.32	1374.47

Ek 4c. Şubat Ayı, Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Parametrelere Ait İstatistikî Değerler

Parametreler		Havalandırma	
		Zemin altı borulu	Pencereler ile
Sıcaklık (°C)	Max. Ort.	11.90	6.90
	Min. Ort.	-1.70	-4.70
	Ort. O.	4.94	1.57
	Std. Sap.	4.60	3.39
Bağıl nem (%)	Max. Ort.	87.50	66.10
	Min. Ort.	51.50	46.40
	Ort. O.	71.27	58.38
	Std. Sap.	11.68	5.03
Hava hızı (m/s)	Max. Ort.	0.71	0.53
	Min. Ort.	0.14	0.09
	Ort. O.	0.40	0.29
	Std. Sap.	0.17	0.14
Amonyak (ppm)	Max. Ort.	4.05	6.10
	Min. Ort.	1.51	2.95
	Ort. O.	2.67	4.64
	Std. Sap.	0.86	1.19
Hidrojen Sülfür (ppm)	Max. Ort.	1.22	3.20
	Min. Ort.	0.13	0.45
	Ort. O.	0.62	1.48
	Std. Sap.	0.38	0.73
Sülfür dioksit (ppm)	Max. Ort.	2.29	3.15
	Min. Ort.	0.31	0.86
	Ort. O.	1.20	1.73
	Std. Sap.	0.68	0.58
Karbonmonoksit (ppm)	Max. Ort.	10.95	15.10
	Min. Ort.	1.99	3.61
	Ort. O.	6.11	7.72
	Std. Sap.	2.99	3.12
Karbon dioksit (ppm)	Max. Ort.	2800.00	2995.00
	Min. Ort.	620.00	1310.00
	Ort. O.	1747.29	2093.43
	Std. Sap.	721.71	616.79
Metan (ppm)	Max. Ort.	4910.00	5500.00
	Min. Ort.	1187.00	1150.00
	Ort. O.	3228.14	3136.36
	Std. Sap.	1211.56	1678.91

Ek 4d. Mart Ayı, Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Parametrelere Ait İstatistikî Değerler

Parametreler		Havalandırma	
		Zemin altı borulu	Pencereler ile
Sıcaklık (°C)	Max. Ort.	16.90	14.00
	Min. Ort.	3.20	0.20
	Ort. O.	10.60	7.27
	Std. Sap.	4.06	3.95
Bağıl nem (%)	Max. Ort.	86.90	59.20
	Min. Ort.	45.50	27.70
	Ort. O.	63.54	51.05
	Std. Sap.	11.35	8.07
Hava hızı (m/s)	Max. Ort.	0.94	0.40
	Min. Ort.	0.28	0.12
	Ort. O.	0.51	0.26
	Std. Sap.	0.19	0.09
Amonyak (ppm)	Max. Ort.	5.13	6.90
	Min. Ort.	1.57	3.21
	Ort. O.	3.16	5.26
	Std. Sap.	0.99	1.01
Hidrojen Sülfür (ppm)	Max. Ort.	1.33	3.43
	Min. Ort.	0.19	0.47
	Ort. O.	0.90	1.37
	Std. Sap.	0.36	0.81
Sülfür dioksit (ppm)	Max. Ort.	2.39	6.20
	Min. Ort.	0.36	0.99
	Ort. O.	1.57	2.60
	Std. Sap.	0.58	1.55
Karbonmonoksit (ppm)	Max. Ort.	11.03	16.61
	Min. Ort.	2.06	3.69
	Ort. O.	7.22	7.15
	Std. Sap.	2.57	3.50
Karbon dioksit (ppm)	Max. Ort.	2350.00	2896.00
	Min. Ort.	495.00	1451.00
	Ort. O.	1361.81	2032.40
	Std. Sap.	516.71	402.19
Metan (ppm)	Max. Ort.	4733.00	5460.00
	Min. Ort.	660.00	1040.00
	Ort. O.	2526.31	3012.80
	Std. Sap.	1245.03	1198.99

Ek 4e. Araştırma Süresince Ahır İçerisinde Ölçümü Yapılan Parametrelere Ait İstatistiki Değerler

Parametreler		Havalandırma	
		Zemin altı borulu	Pencereler ile
Sıcaklık (°C)	Max. Ort.	14.05	10.44
	Min. Ort.	1.58	-2.11
	Ort. O.	7.14	3.66
	Std. Sap.	4.77	4.71
Bağıl nem (%)	Max. Ort.	84.50	66.50
	Min. Ort.	49.60	42.00
	Ort. O.	67.70	55.80
	Std. Sap.	9.44	7.61
Hava hızı (m/s)	Max. Ort.	0.84	0.61
	Min. Ort.	0.14	0.07
	Ort. O.	0.43	0.26
	Std. Sap.	0.19	0.14
Amonyak (ppm)	Max. Ort.	4.49	6.61
	Min. Ort.	1.51	2.89
	Ort. O.	2.81	4.70
	Std. Sap.	0.91	1.12
Hidrojen Sülfür (ppm)	Max. Ort.	1.31	3.23
	Min. Ort.	0.18	0.37
	Ort. O.	0.70	1.63
	Std. Sap.	0.36	0.89
Sülfür dioksit (ppm)	Max. Ort.	2.41	4.31
	Min. Ort.	0.31	0.79
	Ort. O.	1.26	2.38
	Std. Sap.	0.64	1.22
Karbonmonoksit (ppm)	Max. Ort.	11.14	15.29
	Min. Ort.	1.76	3.52
	Ort. O.	7.29	8.32
	Std. Sap.	2.79	3.74
Karbon dioksit (ppm)	Max. Ort.	2344.00	2993.00
	Min. Ort.	549.00	1221.00
	Ort. O.	1462.00	2030.50
	Std. Sap.	576.63	558.21
Metan (ppm)	Max. Ort.	5025.00	5621.00
	Min. Ort.	922.00	1099.00
	Ort. O.	2980.30	3232.52
	Std. Sap.	1394.38	1387.43

EK 5. Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencerele ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Araştırma Periyodu Süresince Ölçülen Ahır İçi Hava Koşullarına İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.015	0.901	4.089	357	0.000	3.55	0.86	1.8 5.3
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			4.090	356.989	0.000	3.55	0.86	1.8 5.3

Bağıl Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Bağıl Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	2.179	0.143	7.584	357	0.000	11.84	1.56	8.7 14.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			7.598	352.647	0.000	11.84	1.55	8.7 14.9

Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	5.328	0.233	5.601	357	0.000	0.17	0.03	0.1	0.2
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			5.615	317.937	0.000	0.17	0.03	0.1	0.2

Amonyak Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
NH ₃	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	3.338	0.070	-10.1	357	0.000	-1.9	0.18	-2.2	-1.5
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-10.1	351.392	0.000	-1.9	0.18	-2.2	-1.5

Hidrojen Sülfür Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
H ₂ S	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	50.009	0.093	-7.47	357	0.000	-0.9	0.12	-1.2	-0.7
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-7.42	315.576	0.000	-0.9	0.12	-1.2	-0.7

Sülfürdioksit Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
SO ₂	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	16.891	0.065	-6.30	357	0.000	-1.1	0.17	-1.4 -0.7
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-6.27	326.790	0.000	-1.1	0.18	-1.4 -0.7

Karbonmonoksit Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
CO	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	8.304	0.059	-1.72	357	0.087	-1.0	0.60	-2.2 0.2
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-1.72	347.062	0.088	-1.0	0.60	-2.2 0.2

Karbondioksit Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
CO ₂	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.033	0.856	-5.50	357	0.000	-568	103.19	-772 -364
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-5.50	355.970	0.000	-568	103.17	-772 -364

Metan Gazı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi										
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
									Alt Değer	Üst Değer
CH ₄	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.004	0.951	-0.99	357	0.321	-252	252.90	-753	249
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-0.99	356.984	0.321	-252	252.89	-752	249

EK 6.

Ek 6a. Aralık Ayında Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ahır İçinde ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağıl Nem, Hava Akım Hızı Değerlerine İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	20.3	0.000	8.65	94	0.000	9.3	1.0	7.1 11.4
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			8.65	69.52	0.000	9.3	1.0	7.1 11.4

Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	24.4	0.000	5.95	88	0.000	6.4	1.0	4.3 8.6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			5.95	59.96	0.000	6.4	1.0	4.3 8.6

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	14.1	0.000	-5.75	94	0.000	-16	2.7	-21 -10
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-5.75	80.802	0.000	-16	2.7	-21 -10

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	10.2	0.002	-13.0	88	0.000	-28	2.2	-33 -24
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-13.0	72.673	0.000	-28	2.2	-33 -24

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	89.0	0.000	-8.3	94	0.000	-3	0.3	-3.2 -1.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-8.3	48.970	0.000	-3	0.3	-3.2 -1.9

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	76.7	0.000	-9.8	88	0.000	-2	0.2	-2.8 -1.8
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-9.8	46.075	0.000	-2	0.2	-2.8 -1.8

Ek 6b. Ocak Ayında Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ahır İçinde ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağıl Nem, Hava Akım Hızı Değerlerine İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi			T-Testi Analizi					
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.6	0.420	9.7	88	0.000	11	1.2	9.0 13.0
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			9.7	85.788	0.000	11	1.2	9.0 13.0

Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi			T-Testi Analizi					
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.7	0.398	6.572	94	0.000	7.6	1.1	5.3 9.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			6.572	92.620	0.000	7.6	1.1	5.3 9.9

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	18.6	0.000	-4.8	88	0.000	-14	2.8	-19 -8.1
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-4.8	70.212	0.000	-14	2.8	-19 -8.1

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	3.0	0.085	-11.4	94	0.000	-27	2.4	-32 -23
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-11.4	88.283	0.000	-27	2.4	-32 -23

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	30.7	0.000	-4.1	88	0.000	-1.5	0.4	-2.2 -0.8
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-4.1	45.705	0.000	-1.5	0.4	-2.2 -0.7

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	63.1	0.000	-5.9	94	0.000	-1.6	0.3	-2.1 -1.1
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-5.9	49.653	0.000	-1.6	0.3	-2.1 -1.1

Ek 6c. Şubat Ayında Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencerele ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ahır İçinde ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağlı Nem, Hava Akım Hızı Değerlerine İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.4	0.534	8.698	82	0.000	11.8	1.4	9.1 14.5
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			8.698	81.364	0.000	11.8	1.4	9.1 14.5

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.3) P3	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.599	0.441	6.114	82	0.000	8.1	1.3	5.4 10.7
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			6.114	80.537	0.000	8.1	1.3	5.4 10.7

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	22.28	0.000	-5.11	82	0.000	-16	3.1	-22 -9.5
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-5.11	64.049	0.000	-15	3.1	-22 -9.5

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	17.03	0.000	-13.9	82	0.000	-29	2.1	-34 -25
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-13.9	66.964	0.000	-29	2.1	-34 -25

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	50.98	0.000	-5.1	82	0.000	-1.5	0.3	-2.1 -0.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-5.1	43.407	0.000	-1.5	0.3	-2.1 -0.9

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	16.89	0.000	-2.7	82	0.008	-0.7	0.2	-1.3 -0.2
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-2.7	43.212	0.009	-0.7	0.2	-1.3 -0.2

Ek 6d. Mart Ayında Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencereleer ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ahır İçinde ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağlı Nem, Hava Akım Hızı Değerlerine İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	14.8	0.000	8.60	94	0.000	11.3	1.3	8.6 14
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			8.60	83.414	0.000	11.3	1.3	8.6 14

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	10.7	0.002	6.03	88	0.000	8.03	1.3	5.4 10.6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			6.03	75.264	0.000	8.03	1.3	5.3 10.6

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	1.56	0.215	-3.8	94	0.000	-13	3.2	-19 -6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-3.8	92.427	0.000	-13	3.2	-19 -6

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	0.67	0.413	-9.3	88	0.000	-26	2.8	-32 -21
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-9.3	84.856	0.000	-26	2.8	-32 -21

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	72.59	0.000	-7.1	94	0.000	-2.3	0.3	-2.9 -1.6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-7.1	49.154	0.000	-2.3	0.3	-2.9 -1.6

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	76.18	0.000	-7.6	88	0.000	-2.2	0.3	-2.7 -1.6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-7.6	45.812	0.000	-2.2	0.3	-2.7 -1.5

Ek 6e. 2014 Aralık, 2015 Ocak, Şubat, Mart Aylarını Kapsayan Araştırma Süresince Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi ve Pencerelele ile Yapılan Doğal Havalandırma Sisteminin Uygulandığı Günlerde Ahır İçinde ve Dışında Ölçülen Sıcaklık, Bağlı Nem, Hava Akım Hızı Değerlerine İlişkin Bağımsız Örneklem T-Testi Sonuçları

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	9.62	0.002	15.8	364	0.000	11	0.7	9.5 12
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			15.8	350.79	0.000	11	0.7	9.5 12

Pencerelele ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Sıcaklık Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Sıcaklık	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	5.804	0.016	10.8	358	0.000	7.5	0.7	6.2 8.9
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			10.8	340.60	0.000	7.5	0.7	6.2 8.9

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	33.293	0.000	-9.48	364	0.000	-14	1.5	-17 -11
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-9.48	329.273	0.000	-14	1.5	-17 -11

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Bağlı Nem Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Bağılı Nem	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	7.434	0.007	-22.4	358	0.000	-28	1.2	-30 -26
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-22.4	351.229	0.000	-28	1.2	-30 -26

Zemin Altı Borulu Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre	Varyans Analizi		T-Testi Analizi						
	Frekans F	Anlamlılık (Sig.1) P1	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.2) P2	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı	
								Alt Değer	Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	249.782	0.000	-12.1	364	0.000	-2	0.16	-2.3 -1.6
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-12.1	189.890	0.000	-2	0.16	-2.3 -1.6

Pencereler ile Yapılan Doğal Havalandırma Sistemi Hava Akım Hızı Değerleri Analiz Sonuçları

Bağımsız Örneklem Testi									
Parametre		Varyans Analizi		T-Testi Analizi					
		Frekans F	Anlamlılık (Sig.3) P3	Frekans t	Serbestlik Derecesi df	Anlamlılık (Sig.4) P4	Ort. Fark	Std. Hata Farkı	Farkın %95 Güven Aralığı
									Alt Değer Üst Değer
Hava Akım Hızı	Varyansların Eşit Olduğu Kabulü	271.23	0.000	-12.4	358	0.000	-2	0.14	-2 -1.4
	Varyansların Eşit Olmadığı Kabulü			-12.4	187.046	0.000	-2	0.14	-2 -1.5

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Sivas'ta doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Sivas'ta tamamladım. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Meslek Yüksekokulu Elektrik Bölümünden 2000 yılında mezun oldum. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Programındaki öğrenimime 2002 yılında başladım ve Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden 2006 yılında mezun oldum. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'ndaki Yüksek Lisans öğrenimimi 2010 yılında bitirdim.

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde 2009-2016 yılları arasında Araştırma Görevlisi olarak çalıştım.

Ünal ŞİRİN