



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OZON GAZININ ALMAN HAMAM BÖCEĞİ
(*BLATELLA GERMANICA* L.) 'NİN NİMF VE ERGİN
DÖNEMİNE KARŞI TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

UĞUR GÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2017

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OZON GAZININ ALMAN HAMAM BÖCEĞİ (*BLATELLA
GERMANICA* L.) 'NİN NİMF VE ERGİN DÖNEMİNE
KARŞI TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ**

UĞUR GÜZ

Bu tez,

Bitki Koruma Anabilim Dalında

YÜKSEK LİSANS

derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2017

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi UĞUR GÜZ tarafından hazırlanan “**Ozon Gazının Alman Hamam Böceği (*Blatella germanica* L.) ‘nin Nimf ve Ergin Dönemine Karşı Toksisitesinin Belirlenmesi**” adlı bu tez, jürimiz tarafından 10/07/2017 tarihinde oy birliği ile Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan TUNAZ (DANIŞMAN)

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER (ÜYE)

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Yrd. Doç Dr. Özgür SAĞLAM (ÜYE)

Bitki Koruma Anabilim Dalı, NKÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Uğur GÜZ

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2015 /1-5 YLS

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

OZON GAZININ ALMAN HAMAM BÖCEĞİ (*BLATELLA GERMANICA* L.) 'NİN NİMF VE ERGİN DÖNEMİNE KARŞI TOKSİSİTESİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UĞUR GÜZ

ÖZET

Laboratuvar koşulları altında yapılan bu çalışmada ozon gazının iki farklı konsantrasyonunun (16.7 ve 33.3 mg/L) farklı uygulama sürelerinde (10, 20, 30, 40 ve 50 dakika) *Blatella germanica*'nın nimf ve erginlerine karşı etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda ozon gazının *B. germanica* 1-3. dönem nimf ve erginlerinde ölüm, felç-ölüm oranı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak ozon gazı *B. germanica* nimf ve erginlerinde her iki konsantrasyonda ve tüm uygulama sürelerinde felç-ölüm oranı; ölüm oranına nazaran daha yüksek çıkmıştır. Ozon gazının 33.3 mg/L konsantrasyonu 40 ve 50 dakika *B. germanica* nimf ve erginlerine uygulandığında 24 saat sonra tüm hamam böceklerinin ölümü gerçekleşmiştir. Diğer yandan ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonu 50 dakika süreyle *B. germanica* nimf ve erginlerine uygulandığında 24 saat sonra *B. germanica* erginlerin % 90'nını öldürürken, nimflerin tamamının öldüğü saptanmıştır. Ozon gazı Alman hamam böceğine uygulama süreleri açısından değerlendirildiğinde, ergin hamam böceklerine ozon gazının 33.3 mg/L konsantrasyonu 10 ve 20 dakika uygulaması 24 saat sonra erginlerin % 65'ni, 30 dakika uygulaması erginlerin % 90'nını ve 50 dakika uygulaması erginlerin % 100'nü öldürmüştür. Ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonunda ise uygulama süreleri arttıkça 24 sonunda ergin ölümleri kademeli olarak yükselmiş ve 50 dakika uygulama süresi sonunda ergin ölümü % 90' a ulaşmıştır. Ozon gazının uygulama süreleri bakımından nimflere etkisi ise 33.3 mg/L konsantrasyonda nimfler 10 dakika uygulamada 24 saat sonra % 83, 20 dakika uygulamada % 90 ve 30-50 dakika uygulamalarında %100 ölümle sonuçlanmıştır. Ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonunda ise nimfler 10 dakika uygulamada 24 saat sonra % 73, 20-30 dakika uygulamada % 83, ve 40-50 dakika uygulamada % 100 ölümle sonuçlanmıştır. Tüm bu sonuçlar ozon gazının yüksek konsantrasyonu (33.3 mg/L) *B. germanica* nimf ve erginlerine 40-50 dakika uygulandığında bu böceği başarıyla kontrol edebileceği göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ozon gazı, *Blatella germanica*, ölüm, biyolojik etkinlik

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı,

Temmuz / 2017

Danışman: Prof. Dr. HASAN TUNAZ

Sayfa sayısı: 32

**DETERMINATION OF TOXICITY OF GASEOUS OZONE AGAINST NYMPH
AND ADULT STAGES OF GERMAN COCKROACH
(*BLATELLA GERMANICA* L.)**

MSc THESIS

UĞUR GÜZ

SUMMARY

In this study under, the effects of two different concentrations of ozone gas (16.7 and 33.3 mg / L) against *Blatella germanica* nymph and adults at different exposure times (10, 20, 30, 40 and 50 minutes) were investigated laboratory conditions. It was determined that the ozone gas had important effect on mortality of *B.germanica* nymphs and adults. In general, ozone gas caused higher paralysis-mortality rates of *B.germanica* nymphs and adults than mortality rates of *B.germanica* nymphs and adults at both concentrations and all exposure times. A concentration of 33.3 mg / L of ozone gas with 40 and 50 minute exposure times killed all cockroach nymphs and adults after 24 hours. On the other hand, 16.7 mg / L concentration of ozone gas with 50 minute exposure time killed 90% of the *B.germanica* adults whereas killed 100% of the nymphs after 24 hours. When the ozone gas is evaluated in terms of exposure time to *B.germanica* adults, the concentration of 33.3 mg / L of ozone gas with 10-20 minute exposure times caused 65 % the adult mortality, with 30 minute exposure time caused 90% adult mortality and with 50 minute exposure times caused 100 % adult mortality after 24 hours. At a concentration of 16.7 mg / L of ozone gas, as the exposure times increased, the adult mortalities gradually increased after 24 hours and the adult mortality reached 90% with 50 minute exposure times. In terms of the exposure time of the ozone gas to nymphs of *B.germanica* the concentration of 33.3 mg / L. with 10 minute exposure times resulted 83% mortality, with 20 minute exposure times resulted 90 % mortality and with 30-50 minute exposure times resulted 100 % mortality after 24 hours. 16.7 mg / L of ozone gas, the nymphs resulted in 73% mortality with 10 minute exposure times, 83% mortality with 20-30 minute exposure times, and 100% mortality with 40-50 minute exposure times after 24 hours. All these results show that the ozone gas (33.3 mg / L) with 40-50 minute exposure times can successfully control *B.germanica* adults and nymphs.

Keywords: Ozone gas, *Blatella germanica*, mortality, biological efficacy

University of Kahramanmaras Sutcu Imam

Institute of Natural and Applied Science

Plant Protection Department

July/ 2017

Supervisor: Prof. Dr. HASAN TUNAZ

Number of pages: 32

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans programı süresince yardımlarını esirgemeyen, her yönden bana her zaman destek olan, bölümümüzün laboratuvar ve diğer imkânlarını sunan, Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi değerli danışman hocam Prof. Dr. Hasan TUNAZ' a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarımıdaki yardımlarından dolayı, Araştırma Görevlisi İnanç DOĞANAY'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Uğur Güz

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	i
SUMMARY.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1.Biyolojik testlerde kullanılan Alman hamam böceği (<i>Blatella germanica</i> (L.)).....	7
3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan ozon üretim sistemi.....	8
3.1.3.Ozon gazı fumigasyon çemberi.....	9
3.2. Metot.....	10

	<u>Sayfa No</u>
3.2.1. Biyolojik testler.....	10
3.2.1.1. Boş hacim uygulamaları.....	10
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizi.....	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	13
4.1. Boş Hacimde Ozon Gazı Uygulamasına Ait Biyolojik Testler.....	13
4.1.1. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> erginlerinin ölüm oranları.....	13
4.1.2. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> erginlerinin felç-ölüm oranları	16
4.1.3. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> nimflerinin ölüm oranları.....	19
4.1.4. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonunda maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> nimflerinin felç-ölüm oranları.....	22
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	25
6. KAYNAKLAR.....	28
7. ÖZGEÇMİŞ.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. <i>Blatella germanica</i> (L.)'nin yumurta paketi, ergin ve nimf dönemleri.....	7
Şekil 3.2. Ozon gazı fumigasyon sistemi.....	9
Şekil 3.3. Ozon gazı fumigasyon çemberi	10
Şekil 3.4. Boş hacimde <i>Blatella germanica</i> 'ya karşı ozon gazı uygulaması.....	11
Şekil 4.1. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonunda maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> erginlerinin ölüm oranları(%).....	15
Şekil 4.2. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonunda maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> erginlerinin felç-ölüm oranları (%).....	18
Şekil 4.3. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonunda maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> nimflerinin ölüm oranları (%).....	21
Şekil 4.4. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonunda maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> nimflerinin felç-ölüm oranları (%).....	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde <i>Blatella germanica</i> erginlerinden elde edilen ölüm oranları (%)	14
Çizelge 4.2. Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde <i>Blatella germanica</i> erginlerinden elde edilen felç-ölüm oranları (%)	17
Çizelge 4.3. Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde <i>Blatella germanica</i> nimflerinden elde edilen ölüm oranları (%).....	20
Çizelge 4.4. Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde <i>Blatella germanica</i> nimflerinden elde edilen felç-ölüm oranları (%)	23

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mg	: Miligram
ml	: Mililitre
L	: Litre
ppm	: Milyonda bir birim
g	: Gram
cm	: Santimetre
cm²	: Santimetrekare
m²	: Metrekare
mm	: Milimetre
µl	: Mikrolitre
µg	: Mikrogram
kg	: Kilogram
LD₅₀	: Ağız veya temas yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında popülasyonun %50' sini öldürmek için gerekli doz miktarı
LC₅₀	: Deney hayvanların %50' sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
°C	: Santigrat derece



1.GİRİŞ

Hamam böcekleri çok eski çağlardan beri değişmeden kalan bir böcek türüdür (Appel, 1995). Dünyada yaklaşık 3500 hamam böceği türü bulunmaktadır (Atkinson ve ark,1991). Hamam böceklerinin çoğu türü dış ortamlarda yaşayan böcek türleridir. Ancak, birkaç hamam böceği türü insanların yaşam alanlarında bulunmaktadır. İnsanların yaşam alanlarında bulunan hamam böceği türlerinden birisi Alman hamam böceği, *Blatella germanica* (L.) dünyanın her yerinde bulunan en yaygın hamam böceği türlerinden birisidir. Ev gibi kapalı alanlara sıcaklık ve nem bu tür için uygun olduğunda çok rahat yayılmaktadır (Cochran ve ark. 1980).

Hamam böceklerinin insanlara psikolojik zararının yanı sıra en önemli zararı tıbbi bir zararlı olmasıdır. Hamam böcekleri insanlarda hastalık oluşturan bakteri, fungus, helmint, protoza, virüs gibi birçok hastalığa vektörlük yapmaktadır (Mullen ve ark. 2002). Hamam böcekleri hastalık taşımalarının yanı sıra insanlara zararlı olan ve dünyada git gide yayılan alerjiye neden olmaktadır. Hamam böcekleri ayrıca alerji ile birlikte birçok insanda astıma sebep olmaktadır (Roberts, 1996). İşte bu yüzden hamam böcekleri psikolojik zararının yanı sıra insanlarda önemli hastalıkların potansiyel vektörüdür ve mücadelesi ciddi anlamda yapılmalıdır.

Dünyada Alman hamam böceğinin mücadelesi geleneksel olarak inorganik ve sentetik organik insektisitlerle yapılmaktadır (Rust ve ark., 1993). Mücadelede kullanılan kimyasallar genellikle farklı formülasyonlardaki organik fosfatlı, karbamatlı ve böcek büyüme düzenleyici insektisitlerdir. Bu ilaçlar Alman hamam böceği mücadelesinde yarıklara ve kapalı yerlere püskürtme, toz ve çekici tuzak şeklinde uygulanmaktadır. Hamam böceği mücadelesinde bu şekilde yoğun insektisit kullanılması bir çok problemi de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerden birincisi Alman hamam böceğinin organik fosfatlı, karbamatlı ve sentetik pirotroidli ilaçlara dayanıklılık geliştirmesidir (Pimentel ve ark., 1992; Mansour ve ark., 2004; Jialian ve ark., 2007). Dayanıklılık probleminin yanı sıra yoğun kimyasal ilaç kullanımı insana ve hedef olmayan organizmalara büyük zararlar vermektedir. Alman hamam böceği mücadelesinde yoğun kimyasal ilaç kullanımının bütün bu olumsuz etkilerinden dolayı çevreye, insan ve hayvana zararlı olmayan alternatif mücadele yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Ozon, üç atomlu oksijen (O₃) molekülünün bir formudur. Ozon gök gürültülü fırtınasını izleyen havada taze temiz koku ile karakterize edilen mavimsi veya renksiz bir

gaz olarak üretilir. Ozon dengesiz bir gazdır ve 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çabucak oksijene dönüştürür. Bu yüzden kullanım esnasında üretilmelidir ve üretildikten sonra muhafaza edilemez. Ozonun birçok insanın çok düşük konsantrasyonlarda (hacim olarak 0,02 ppm) bile fark edebildiği dikkat çeken keskin karakteristik bir kokusu vardır (Kim ve ark., 2003). Ticari olarak çoğunlukla ozon saf oksijen veya hava kaynaklı bir korona akımı jeneratörü ile üretilmektedir (Kim ve ark., 2003).

Etkili bir oksidan olan ozonun bir çok yararı vardır. Ozon sudaki pestisit, inorganik ve organik bileşiklerin giderilmesinde koku, tad ve rengin giderilmesinde ve ayrıca dezenfeksiyonda kullanılır. Tarım alanlarında ozon uygulamaları ise; kolay bozunan ürünlerin ve işleme ekipmanlarının yüzey dekontaminasyonu, su ve ambalaj malzemelerinin dezenfeksiyonu şeklinde sıralanmaktadır (Mendez ve ark., 2003). Ozon gaz halindedir ve fumigasyon ve sanitasyon maddesi olarak kullanılır. Gıda uygulamalarında ozon kullanımı ile ilgili bazı çalışmalar ise; proses su sterilizasyonu ve geri dönüşüm (Xu, 1999), bakteriyel gelişimin inhibisyonu (Sharma ve ark., 2002; Achen ve Yousef 2001; Kim ve Yousef 2000), küflerden kaynaklı bozulmaların engellenmesi (Palou ve ark., 2002; Perez ve ark., 1999) kuru incirlerde mikropların temizliği (Öztekin ve ark. 2006), meyve ve sebzelerin hijyeni (Beltran ve ark., 2005; Escriche ve ark, 2001), çelik yüzeylerde mikrobik popülasyonu azaltmak (Güzel Seydim ve ark. 2004), depo zararlılarının mücadelesi (Işıkber ve Öztekin, 2009; Mendez ve ark., 2003; Kells ve ark., 2001), sentetik kimyasalların parçalanması şeklindedir (Meunpol ve ark., 2003; Hwang ve ark., 2001; Kim ve ark., 2000; Ong ve ark., 1996).

Ozon gazının böceklerle mücadelesi depolanmış ürün zararlıları ile başlamıştır. Mendez ve ark. (2003) böceklenmiş mısırı 50 ppm ozon gazıyla 3 gün süreyle fümige etmiştir. Çalışma sonunda *Plodia interpunctella* Hübn.'nin larvaları, *Sitophilus zeamais* Motsch.'nin erginleri, ve *Tribolium castaneum* Herbst.'nin erginleri üzerinde ozon gazı %92-100 arasında ölüme sebep olmuştur. Bunların yanı sıra danelerde bulunan *Aspergillus parasiticus* (L.) ve diğer küfleri de azaltmıştır. Yine ozon gazı 45 ppm konsantrasyonda *T. confusum* ve *T. castaneum*, un erginlerini büyük oranda öldürmüştür (Erdman, 1980). Bir diğer çalışmada ozon gazı 300 ppm gibi yüksek konsantrasyonda ve 4 saat gibi kısa uygulama süresinde *Plodia interpunctella* Hübn.'nin pupalarını yüksek oranda öldürmüştür (Leesch, 2003). Isıkber ve Öztekin (2009) ozon gazını bazı depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde test etmiştir. Bunlar böceklere ürünlü ve ürünsüz ortamda ozon gazı uygulamasıdır. Ürünsüz ortamda (boş hacim) ozon gazı ile fumigasyon çalışmalarından elde edilen toksisite verileri *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nin gelişme dönemlerinin

ozon gazına duyarlılıkları arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ürünsüz ortamda (boş hacim) ozon uygulaması *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nın yumurta dönemi hariç tüm dönemlerin %100 ölümüne neden olmuştur. Çalışmada elde edilen toksisite sonuçları *T. confusum*'un genellikle *E. kuehniella*'ya göre ozon gazına daha dayanıklı olduğunu göstermiştir. Başka bir çalışma 115 ppm gibi yüksek ozon konsantrasyonuna 2 saat maruz bırakılan *S. oryzae* ve *R. dominica* erginlerinin sırasıyla %100 ve yaklaşık %60'ının öldüğünü belirtmişlerdir. Çalışmada sürenin etkisinde ise 6 saatlik ozon uygulamasının *T. confusum* erginlerinin %100, 2 saatlik ozon uygulamasının *T. confusum* erginlerinin çok düşük ölümüne neden olduğunu belirtilmiştir (Anthanassiou ve ark. 2008). Bu çalışmalar göstermiştir ki ozon gazının depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde kullanılabileceğini ancak ozon gazının etkinliğinin böcek türünden türüne ve böcek dönemine göre değişeceğini göstermiştir.

Günümüze kadar ozon gazının Alman hamam böceklerine karşı öldürücü etkisi ile ilgili bir çalışma mevcut değildir ve bu yüzden olası kullanım olanağı bilinmemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada Alman Hamam Böceği (*B. germanica*)'nin nimf ve ergin kontrolünde ozon gazından yararlanılarak bunu sağlayacak optimum ozon konsantrasyonu ve ozonlama süresi belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kells ve ark. (2001), mevcut çalışmada ozon gazı depolanmış mısırlarda fümigant olarak kullanılmıştır. Yaklaşık 9 ton mısıra 50 ppm ozon gazı 3 gün boyunca uygulandığında % 92-100 oranında *T. castaneum*, *S. zeamais* ve *P. interpunctella* ölümü gözlenmiştir. Ayrıca mısırdaki % 63 oranında *Aspergillus parasiticus* fungus kontaminasyonunda azalma olduğu bildirilmiştir.

Mendez ve ark. (2003), ozon gazının depolanmış buğday ve bu buğday üzerinde bulunan böceklerin mücadelesi üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmada tekrar eden ve yüksek konsantrasyonda ozon uygulamasının buğday kalitesini zarar vermediği belirtilmiştir. Yüksek konsantrasyonda kesikli uygulamada ozon gazının buğday kalitesine etki etmeden depolanmış böceklerin mücadelesinin yapılabileceğini bildirmişler.

Sousa ve ark. (2008), yürütülen çalışmada Brezilyanın 6 bölgesinden toplanan *T. castaneum*' un 16, *Rhyzopertha dominica* (F.)'nın 12 ve *Oryzaephilus surinamensis* (L.)' in 9 popülasyonunda ozon gazı toksisitesi çalışılmışlardır. Ayrıca bu çalışmada bu böceklerin ozon gazı ve fosfine çapraz dayanıklılığını test etmişlerdir. Çalışma sonucunda test edilen tüm böceklerin ozon gazına duyarlı olduğu ve ozon gazı ve fosfine karşı çapraz dayanıklılık tespit edilememiştir. Çalışma sonucunda bu bölgede fosfine karşı dayanıklı olan bu gibi depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde karşı ozon gazının fosfine alternatif olabileceği bildirmişlerdir.

Işıkber ve Öztekin (2009), ozon gazının iki depolanmış ürün zararlısı *Ephestia kuehniella* ve *T. confusum*' a karşı etkisini ortaya koymuşlardır. Çalışmada iki farklı ozon fümigasyon metodu kullanılmıştır. Test edilen böceklere ürünlü ve ürünsüz ortamda ozon gazı uygulamasıdır. Ürünlü ortamda (boş hacim) ozon gazı ile fümigasyon çalışmalarından elde edilen toksisite verileri *E. cautella* ve *P. interpunctella*' nın gelişme dönemlerinin ozon gazına duyarlılıkları arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ürünlü ortamda (boş hacim) ozon uygulaması *E. cautella* ve *P. interpunctella*' nın yumurta dönemi hariç tüm dönemlerin %100 ölümüne neden olmuştur. Çalışmada elde edilen toksisite sonuçları *T. confusum* 'un genellikle *E. kuehniella* 'ya göre ozon gazına daha dayanıklı olduğunu göstermiştir.

Hardin ve ark., (2010), ozon gazının depolanmış ürün zararlılarının mücadelesi için umut var olduğunu bildirmişlerdir. Ozon gazının böceklere toksik olmasının yanı sıra sabit

olmayan bir gaz olduğunu ve bu nedenle mutlaka entomolojik olarak öldürücü konsantrasyonun sürekli korunması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada ozon uygulama sırasında sıcaklığın etkisi çalışılmıştır. Çalışma sonucunda buğday ve mısırdaki ozon uygulamasında sıcaklıktan önemli derece etkilenmediği belirtilmiştir.

McDonough ve ark. (2011), farklı uygulama aralıklarında depolanmış ürün zararlılarının ozon gazına karşı duyarlılığını test etmişlerdir. Bu çalışmada ozon teknolojisinin depolanmış ürün zararlılarının entegre mücadelesi içinde yer alabileceği belirtilmiştir. Çalışma sonucunda kısa uygulama periyodu ve yüksek ozon konsantrasyonunda *T. castaneum* ve *P. interpunctella*, *S. zeamais* ve *S. oryzae* 'nın tüm dönemleri test edilmiştir. Çalışmada en dayanıklı türün *T. castaneum* olduğu bu türün pupa ve yumurtalarını % 100 öldürmek için 1800 ppm ozon gazının 3 saat uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak çalışmada yüksek ozon gazı konsantrasyonu uygulama zamanını önemli derecede düşürdüğü belirtilmiştir.

Hansen ve ark. (2013), tarafından yürütülen çalışmada ozon gazı ile iki depolanmış ürün zararlısının *Sitophilus granarius* (L.) ve *P. interpunctella* mücadelesinde düşük ve yüksek sıcaklığın etkisi test edilmiştir. Böcekler için düşük sıcaklık olarak 7.3 ve 7.9 °C sıcaklık aralığı ve yüksek sıcaklık olarak 29.6 and 31.6 °C sıcaklık aralığı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ozon gazı ile bu zararlılarının mücadelesinde sıcaklığın önemli olmadığı belirtilmiştir. Yüksek ozon konsantrasyonu uygulamasında yüksek sıcaklıkta ve 8 gün sonunda *S. granarius* 'un tüm dönemleri ; *P. interpunctella* için ise yumurta hariç tüm dönemleri ölmüştür. Düşük ozon konsantrasyonunda tüm sıcaklıklarda her böcek türünde de canlı böcekler tespit edilmiştir.

Işıkber ve Athanassiou (2014), tarafından derleme niteliğindeki çalışmada ozon gazının böcekler ve mikroorganizmaların mücadelesinde kullanımı tartışılmıştır. Özellikle depolanmış ürün zararlılarının mücadelesinde ozon gazının alternatif bir mücadele yöntemi olacağı üzerinde durulmuştur. Ozon gazının mücadelede alternatif olma nedeni olarak; ürün üzerinde kalıntı bırakmaması, havalandırmaya ya da gazı uzaklaştırmaya gerek kalmaması gösterilmiştir.

Sousa ve ark. (2016), *S. zeamais* 'in iki popülasyonuna ozon gazı ile seleksiyon baskısı uygulanarak bu böcek popülasyonunun ozon gazına karşı muhtemel dayanıklılığını test etmişlerdir. Çalışma sonunda ozon gazı ile seleksiyon baskısı uygulanan bu böceklerde ozon gazına karşı dayanıklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

Subramanyam ve ark. (2017), *R. dominica*'nın erginlerine 0.42 ve 0.84 g/m³ ozon gazı konsantrasyonlarını sırası ile 36 ve 30 saat uygulamışlardır ve ayrıca LT₉₉ ve LD₉₉ hesaplaması yapılmıştır. Uygulamadan sonra 5 gün boyunca ölü-canlı sayımı yapmışlardır. Ergin ölümü için birinci günde 0.42 ve 0.84 g/m³, deki LT₉₉ değeri sırasıyla 67 ve 42 saattir. Beşinci gün sonunda LT₉₉ ve LD₉₉ değeri birinci güne göre yaklaşık %52-54 azalmıştır. Çalışma sonucunda bu böceğin erginlerinin düşük ozon konsantrasyonunda ve uzun maruz kalma süresine daha duyarlı olduğu ortaya çıkarmışlardır.

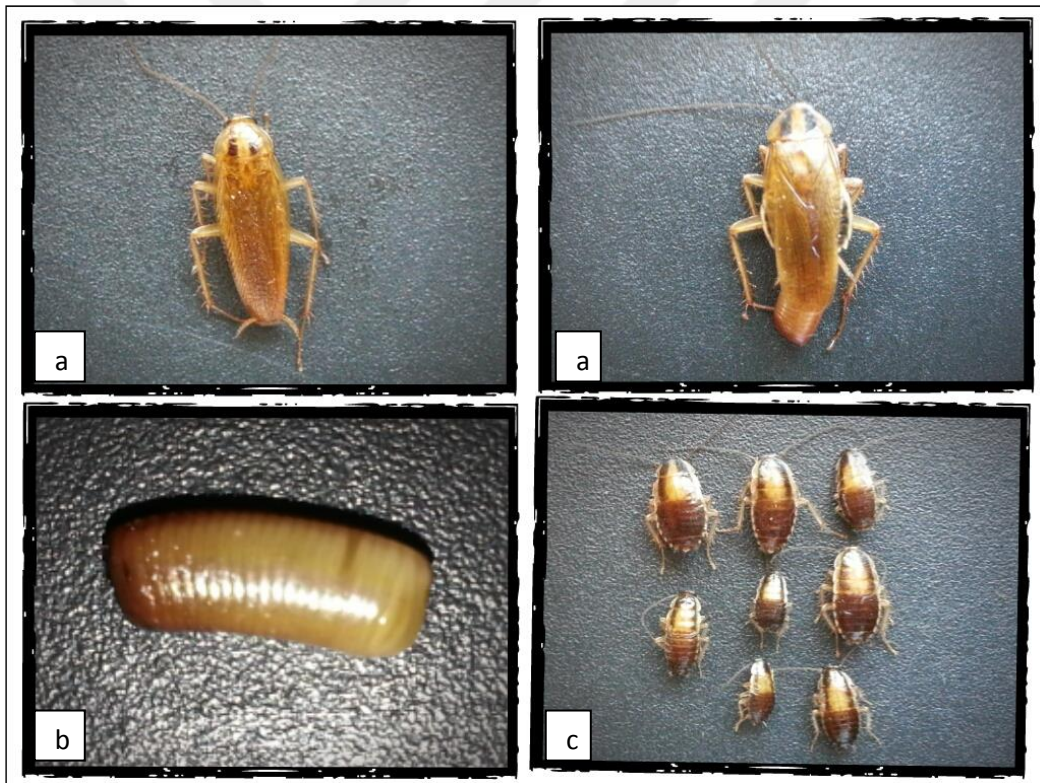


3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan Alman hamam böceği (*Blattella germanica* (L.))

Şube	:	Arthropoda
Sınıf	:	Insecta
Takım	:	Blattodea
Familya	:	Blattellidae
Cins	:	<i>Blattella</i>
Tür	:	<i>Blattella germanica</i> (L.)



Şekil.3.1. *Blattella germanica* (L.)' nın ergin birey(a) , yumurta(b) ve nimfleri(c)

Alman hamam böceği plastik kutular (50 l) içerisinde 26 ± 1 °C sıcaklık ve $\%60\pm 5$ nispi nemde iklim odalarında yetiştirilmiştir. *B. germanica*' ya besin olarak köpek maması ve su ihtiyacı olarak ağzı tülle kapatılmış küçük şişeler kova içine yerleştirilerek

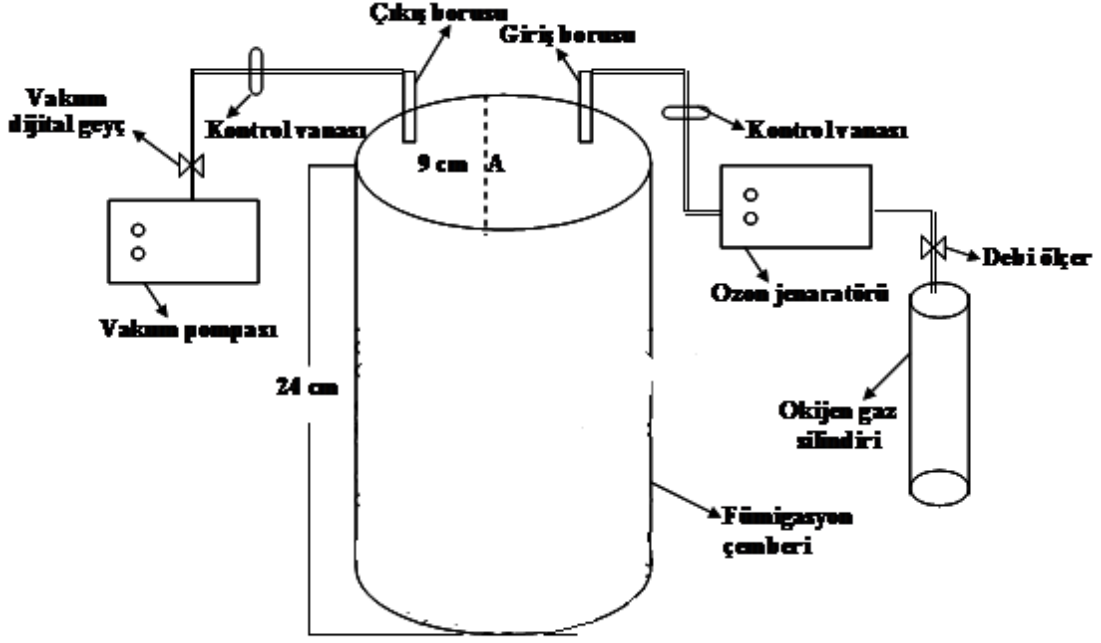
giderilmiştir. Biyolojik testlerde *B. germinca* 'nın ergin ve 1-3. nimf dönemleri kullanılmıştır.

3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan ozon gazı üretim sistemi

Biyolojik testlerde kullanılan ozon gazı üretim sistemi 5 farklı üniteden oluşmaktadır. Bunlar;

1. Saf oksijen kullanılması durumunda 10 g/h, kuru hava kullanılması durumunda 5 g/h ozon üretme kapasitesine sahip bir *ozon jeneratörü* (OZO 1VTTL – Ozomax/Kanada),
2. Oksijen gazı akış hızının ayarlanmasını sağlayan bir elektronik debi ölçer (flowmetre),
3. Fumigasyon çemberi içerisindeki havayı çekmeye yarayan vakum pompası,
4. Ürün ve böceklerin yerleştirildiği ve ozon fümigasyonunun yapıldığı ozon fumigasyon çemberi ,
5. Oksijen tüpü

Ozon jeneratörü saf oksijen veya kurutulmuş ortam havası ile çalıştırılabilmektedir. Ancak ortam havasındaki nem miktarının yüksek olması cihazda kısa devrenin oluşmasına neden olmaktadır. Ozon üretiminde dış ortam havasının kullanılabilmesi için havanın mutlaka kurutulması gerekir. Bu işlem için gerekli hava nemi giderme ünitesi ise ek bir maliyet oluşturur. Ortam havasının diğer bir olumsuzluğu da düşük oksijen oranına bağlı olarak jeneratörün ozon üretim kapasitesinin azalmasıdır. Belirtilen bu nedenlerden ötürü araştırmada gereksinim duyulan ozonun saf oksijenden üretilmesi uygun görülmüştür. Bu amaçla çıkışında bir regülatör ve analog basınç ölçer olan sanayi tipi oksijen tüplerinden yararlanılmıştır. Ozon jeneratörü saf oksijen ile 2 atm basınç ile beslenecek şekilde regülatör ayarı yapılmıştır.



Şekil 3.2. Ozon gazı fümigasyon sistemi. A: 3 l' lik fümigasyon çemberi; (Işıkber ve ark.,2015'dan alınmıştır.)

3.1.3. Ozon gazı fumigasyon çemberi

Boş hacim uygulamalarında biyolojik testlerin tamamında 9 cm çapındaki metal kapaklı 3 litrelik cam kavanozlar kullanılmıştır. Bu kapakların üzerinde 0.5 cm çapında ve 3 cm uzunluğunda 2 adet giriş borusu bulunmaktadır. Her rekorun uç kısmına 5 cm uzunluğunda silikon hortum bağlanmış olup, hortumlardan biri vakum pompasına diğeri ise ozon jeneratörüne bağlanmıştır (Şekil 3.2). Hortumun bir ucu biyolojik testlerin yürütüldüğü cam kavanoz içerisindeki havayı boşaltırken, diğeri delikten ortama ozon gazı verilmesi sağlanmıştır. Böylece ozon gazı belirli aralıklarla cam kavanoz içerisinde sirküle edilmiştir. Ozon gaz konsantrasyonunun ayarlanması ise saf oksijen gazının akış hızına göre ayarlanmıştır. Oksijen tüpü ile ozon jeneratörü arasına yerleştirilen debi ölçer (flowmetre) sayesinde oksijen gazının akış hızı yönetilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Ozon gazı fumigasyon çemberi

3.2. Metot

3.2.1. Biyolojik testler

3.2.1.1. Boş hacim uygulamaları

Boş hacim uygulamalarında biyolojik testler 3 l'lik metal kapaklı cam kavanozlarda (fümigasyon çemberi) 26 ± 1 sıcaklıkta ve $\%65 \pm 5$ nispi nemde yürütülmüştür. Tüm testlerde *B. germanica*'nın 1-3. dönem yaştaki erginleri kullanılmıştır. Biyolojik testlerde kullanılan nimf ve erginler ozon fumigasyonunun yürütüldüğü 3 l'lik kavanozların içerisine bırakılmış ve şişelerin içerisine 2-3 adet köpek maması eklenmiştir. Kavanozların içindeki ortam neminin $\% 65\pm 5$ seviyesinde sabit tutmak için 100 g $MgNO_2$ (Magnezyum Nitrat)' a 10 ml saf su konarak solüsyon hazırlanmıştır. Bu solüsyona 5 x 2 cm ebadındaki kurutma kağıdı yarısına kadar ıslatılarak kavanoz içerisine yerleştirilmiştir. Ozon gazına maruz bırakılan bireylerin cam kavanozlara yerleştirilmeleriyle birlikte testlerde kullanılan kavanozların içerisindeki hava vakum pompası (KNF, Almanya) yardımıyla 760 mm Hg düşük basınca ulaşana kadar boşaltılmıştır. Kavanozların içerisindeki havanın boşaltılmasıyla birlikte kavanozların kapaklarındaki hortumlar plastik klipsler yardımıyla kapatılarak kavanozların içerisine gaz giriş- çıkışı engellenmiştir. Biyolojik testlerde kullanılan kavanozların içerisindeki havanın alınmasından sonra flowmetre yardımıyla oksijen gazının ozon jeneratörüne ulaştırılıp, ozon gazı üretilmesi sağlanmıştır. Farklı

konsantrasyonlarda ozon gazı üretilmesi amacıyla oksijen gaz akışı 5 ve 10 l/saat olarak ayarlanmış ve akış hızı flowmetre ekranından takip edilmiştir. İstenilen akış hızına ulaşıldığında kavanozların kapaklarındaki klipsler açılarak üretilen ozon gazı fumigasyon çemberine yöneltilmiş ve kavanozun içindeki basınç normal basınç koşullarına ulaşıncaya kadar ozon gazı ile doldurulmuştur.



Şekil 3.4. Boş hacimde *Blatella germanica*'ya karşı ozon gazı uygulaması.

Ozon gazının stabil bir gaz olmayışı, sıcaklık ve nemin etkisiyle hızlı bir şekilde oksijen formuna dönüşmesi nedeniyle biyolojik testlerin tamamında kesikli ozon gazı uygulaması yapılmıştır. Boş hacim uygulamalarında uygulama süreleri 10, 20, 30, 40 ve 50 dakika olarak belirlenmiş ve 40 ve 50 dakikalık uygulamalarda 30 dakika'da bir kez testlerin yürütüldüğü kavanozların içerisindeki hava vakum pompası yardımıyla boşaltılıp, tekrar ozon gazı uygulanmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü her tekerrürde 10 birey olarak yürütülmüş olup her bir deneme için 3 kontrol bırakılmıştır.

Uygulama sürelerinin tamamlanmasıyla birlikte ozon gazı uygulanan kavanozları çeker ocak içerisinde havalandırılmış ve böcekler kavanozların içerisinden çıkarılmıştır. Ozon gazına maruz bırakılan ergin ve nimfler 1 l'lik cam kavanozların içerisine alınmış ve ozon gazına maruz kalmamış 2-3 adet köpek maması da şişelere eklenmiştir. Denemelerin açılmasına müteakip 1 saat, 6 saat ve 24 saat sonra ölü, canlı ve felç bireyler sayılmıştır.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizi

Ozon gazının *B. germanica* erginler ve nimfler için 1, 6 ve 24 saat sonra ölü-canlı sayımı yapılmıştır) üzerindeki etkisini belirlemek için yürütölen biyolojik testlerden elde edilen ergin ve nimflerin canlı ve ölü bireyler sayıları kullanılarak her biyolojik uygulama için ölüm oranları (%) ortaya konmuştur. Her uygulama için elde edilen ölüm oranları Arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde çoklu karşılaştırmalı DUNCAN testine göre yapılmıştır. (SAS., 2009).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Boş Hacimde Ozon Gazı Uygulamasına Ait Biyolojik Testler

4.1.1.Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı Ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin ölüm oranları

Bir saat sonunda yapılan ölü-canlı sayımına göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin ($F_{4,20}= 1.97$; $P=0.1381$) ve ozon gazı konsantrasyonunun ($F_{1,20}=1.10$; $P=0.3070$) *B. germanica* erginlerinin ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmadığı ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ($F_{4,20}= 1.31$ $P=0.3001$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan 6 ve 24 saat sonunda yapılan ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin (6 saat için: $F_{4,20}= 6.88$; $P<0.01$ ve 24 saat için $F_{4,20}= 32.78$; $P<0.0001$) ve ozon gazı konsantrasyonunun (6 saat için: $F_{1,20}=5.75$; $P<0.05$ ve 24 saat için: $F_{1,20}=18.20$; $P<0.001$) *B. germanica* erginlerinin ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun 6 saat için istatistiksel açıdan önemsiz olurken ($F_{4,20}= 1.16$ $P=0.3594$), diğer yandan 24 saat için ($F_{4,20}= 4.54$ $P<0.01$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

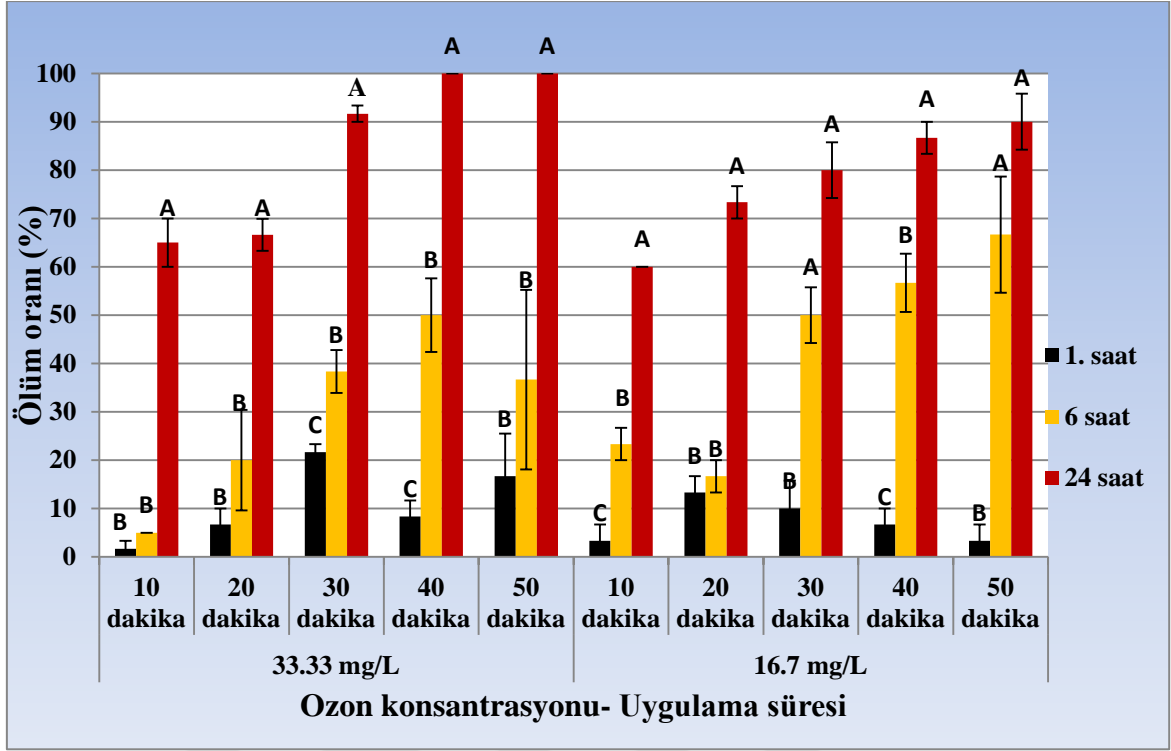
B. germanica erginleri ile yürütülen testlerde ozon gazı konsantrasyonunun 16.7 mg/L'den 33.3 mg/L konsantrasyonuna yükseltilmesiyle sadece 40 dakikalık uygulamada ve 24 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımında ölüm oranı istatistiksel seviyede artış gösterirken, diğer uygulama sürelerinde ölüm oranları arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. dikey olarak incelendiğinde 24 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımına göre her iki ozon gazı konsantrasyonunda da uygulama süresi yükseltildiğinde ölüm oranı yükselmiştir. Her iki konsantrasyonda da 40 ve 50 dakikalık maruz bırakma süresinde % 100 yakın ergin ölümü gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1 Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde *Blatella germanica* erginlerinden elde edilen ölüm oranları (%).

Uygulama sonrası ölü-canlı sayım süreleri	Maruz bırakma Süresi	Ölüm oranı ± S.hata		F ve P değeri
		33.3 mg/L	16.7 mg/L	
1 saat	10 dakika	1.6±1.6	3.3±3.3	-
	20 dakika	6.6±3.3	13.3±3.3	-
	30 dakika	21.6±1.6	10±5.7	-
	40 dakika	8.3±3.3	6.6±3.3	-
	50 dakika	16.6±8.8	3.3±3.3	-
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F= - P= -	F= - P= -	Doz F _{1,20} =1.10; P=0.3070 Sure F _{4,20} = 1.97; P=0.1381 Doz*Sure F _{4,20} = 1.31 P=0.3001
6 saat	10 dakika	5±0 Ab	23.3±3.3 BCa	F _{1,4} = 51.25 P<0.01
	20 dakika	20±10 Aa	16.6±3.3 Ca	F _{1,4} = 0.05 P=0.8958
	30 dakika	38.3±4.4 Aa	50±5.7 ABa	F _{1,4} = 2.58 P=0.1837
	40 dakika	50±7.6 Aa	56.6±6.0 Aa	F _{1,4} = 0.048 P=0.05261
	50 dakika	36.6±18.5 Aa	66.6±9.2 Aa	F _{1,4} = 1.86 P=0.2446
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,10} =2.22 P=0.1393	F _{4,10} =12.60 P<0.001	Doz F _{1,20} =5.75; P<0.05 Sure F _{4,20} = 6.88; P<0.01 Doz*Sure F _{4,20} = 1.16 P=0.3594
24 saat	10 dakika	65±5 Ca	60±0 Ba	F _{1,4} =1.05 P=0.3633
	20 dakika	66.6±3.3 Ca	73.3±3.3 ABa	F _{1,4} =2 P=0.2307
	30 dakika	91.6±1.6 Ba	80±5.7 ABa	F _{1,4} =4.15 P=0.1114
	40 dakika	100±0 Aa	86.6±3.3 ABb	F _{1,4} =60.88 P<0.01
	50 dakika	100±0 Aa	90±5.7 Aa	F _{1,4} =3.64 P=0.1289
	Kontrol	0±0	0±0	
	P ve F değeri	F _{4,10} =98.20 P<0.0001	F _{4,10} =4.65 P<0.05	Doz F _{1,20} =18.20; P<0.001 Sure F _{4,20} = 32.78; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 4.54 P<0.01

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre verilmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.1. Boş hacimde farklı uygulama sürelerinin iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin ölüm oranları (%).

Her iki konsantrasyonda ve tüm uygulama sürelerinde 1 ve 6 saat sonunda ölü-canlı sayım sonuçlarına göre ergin ölümleri oranları % 65 ve altında olurken 24 saat sonra ergin ölüm oranı uygulama süresine bağlı olarak % 60 ila % 100 arasında olmuştur. (Şekil 4. 1).

4.1.2. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı Ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin felç-ölüm oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde yirmi dört saat sonunda yapılan felç-ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin ($F_{4,20}=4.38$; $P<0.0001$) *B. germanica* erginlerinin felç-ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahipken ozon gazı konsantrasyonunun ($F_{1,20}=4.01$; $P=0.0588$) *B. germanica* erginlerinin felç-ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmadığı ve fakat bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ($F_{4,20}=13.32$ $P<0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Diğer yandan 1 ve 6 saat sonunda yapılan felç-ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin (1 saat için: $F_{4,20}=11.47$; $P<0.0001$ ve 6 saat için $F_{4,20}=31.80$; $P<0.0001$) ve ozon gazı konsantrasyonunun (1 saat için: $F_{1,20}=19.61$; $P<0.001$ ve 6 saat için: $F_{1,20}=11.96$; $P<0.01$) *B. germanica* erginlerinin felç-ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (1 saat için: $F_{4,20}=0.55$ $P=0.7356$ ve 6 saat için: $F_{4,20}=1.94$ $P=0.1432$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

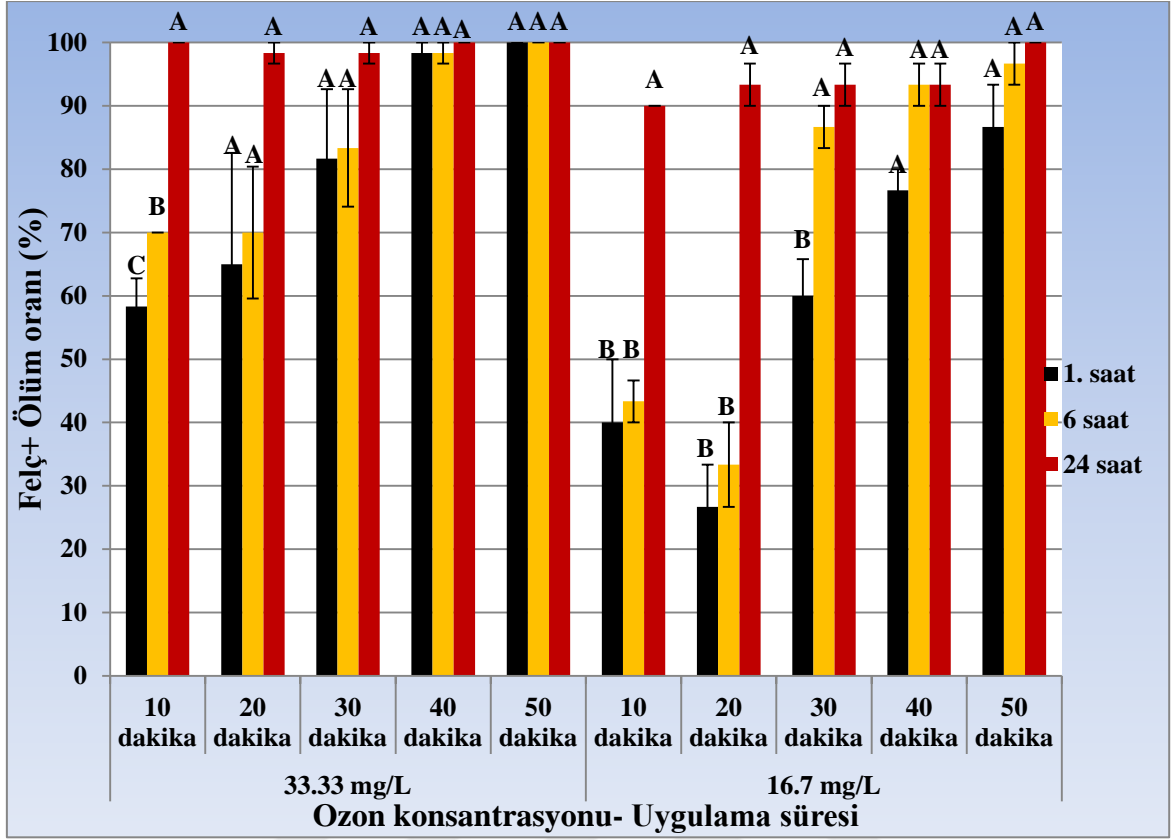
B. germanica erginleri ile yürütülen testlerde ozon gazı konsantrasyonunun 16.7 mg/L'den 33.3 mg/L konsantrasyonuna yükseltilmesiyle sadece uygulamadan 1 saat sonra 40 dakikalık uygulama süresinde ve uygulamadan 6 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımında 10 ve 20 dakikalık uygulama sürelerindeki ve uygulamadan 24 saat sonra 10 dakikalık uygulama süresindeki felç-ölüm oranları istatistiksel seviyede artış gösterirken, diğer uygulama sürelerinde ölüm oranları arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. dikey olarak incelendiğinde her iki ozon gazı konsantrasyonunda da uygulama süresi yükseltildiğinde genel olarak felç-ölüm oranı yükselmiştir. Her ne kadar yüksek ozon gazı konsantrasyonunda ergin böceklerin felç ölüm oranı daha yüksek olmasına rağmen, her iki konsantrasyonda da 40 ve 50 dakikalık uygulama sürelerinde % 100 yakın ergin felç-ölüm oranı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2: Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde *Blatella germanica* erginlerinden elde edilen Felç-ölüm oranları (%).

Uygulama sonrası ölü- canlı sayım süreleri	Maruz bırakma Süresi	<i>B. germanica</i> Erginlerinde Felç+Ölüm oranı ± S.hata		F ve P değeri
		33.3 mg/L Ca	16.7 mg/L DCa	
1 saat	10 dakika	58.3±4.4 Ca	40±10 DCa	F _{1,4} = 2.72 P=0.1745
	20 dakika	65±17.5 BCa	26.6±6.6 Da	F _{1,4} = 3.09 P=0.1534
	30 dakika	81.6±10.9 BACa	60±5.7 BCa	F _{1,4} = 3.22 P=0.1472
	40 dakika	98.3±1.6 Aa	76.6±3.3 ABb	F _{1,4} = 25.53 P<0.01
	50 dakika	100±0 Aa	86.6±6.6 Aa	F _{1,4} = 4 P=0.1161
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,10} =4.50 P<0.05	F _{4,10} =9.25 P<0.01	Doz F _{1,20} =19.61 ; P<0.001 Sure F _{4,20} =11.47 ; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 0.55 P=0.7356
6 saat	10 dakika	70±0 Ba	43.3±3.3 Bb	F _{1,4} = 66.11 P<0.01
	20 dakika	70±10.4 Ba	33.3±6.6 Bb	F _{1,4} = 8.27 P<0.05
	30 dakika	83.3±9.2 Ba	86.6±3.3 Aa	F _{1,4} = 0.03 P=0.8622
	40 dakika	98.3±1.6 ABa	93.3±3.3 Aa	F _{1,4} = 1.13 P=0.3474
	50 dakika	100±0 Aa	96.6±3.3 Aa	F _{1,4} = 1 P=0.3739
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,10} =10.98 P<0.01	F _{4,10} =23.14 P<0.001	Doz F _{1,20} =11.96 ; P<0.01 Sure F _{4,20} =31.80 ; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 1.94 P=0.1432
24 saat	10 dakika	100±0 a	90±0 b	F _{1,4} = Infity P<0.0001
	20 dakika	98.3±1.6 a	93.3±3.3 a	F _{1,4} = 1.13 P=0.3474
	30 dakika	98.3±1.6 a	93.3±3.3 a	F _{1,4} = 1.13 P=0.3474
	40 dakika	100±0 a	93.3±3.3 a	F _{1,4} = 4 P=0.1161
	50 dakika	100±0 a	100±0 a	F _{1,4} = - P= 0
	Kontrol	0±0	0±0	
	P ve F değeri	F _{4,10} = - P= -	F _{4,10} = - P= -	Doz F _{1,20} =4.01 ; P=0.0588 Sure F _{4,20} =4.38 ; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 13.32 P<0.0001

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre verilmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.2. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin felç-ölüm oranları (%).

Her iki konsantrasyonda ve düşük (10 ve 20 dakika) uygulama sürelerinde uygulamadan 1 ve 6 saat sonraki sayımda ölü-canlı sayım sonuçlarına göre ergin felç-ölüm oranları yüksek uygulama sürelerine nazaran düşük olurken, yüksek ozon gazı uygulama sürelerinde uygulamadan 1 ve 6 saat sonraki sayımda felç-ölüm oranı yükselmiştir. Diğer yandan uygulama ki sayımdan 24 saat sonra her iki konsantrasyonda da ergin felç-ölüm oranı uygulama süresine bağlı olarak % 90 ila % 100 arasında olmuştur (Şekil 4. 2).

4.1.3. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı Ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* nimflerinin ölüm oranları

Çizelge 4.3 incelendiğinde yirmi dört saat sonunda yapılan ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin ($F_{4,20}=25.24$; $P<0.0001$) ve ozon gazı konsantrasyonunun ($F_{1,20}=5.50$; $P<0.05$) *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ($F_{4,20}= 3.78$ $P<0.05$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Diğer yandan uygulamadan 1 ve 6 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin (1 saat için: $F_{4,20}=32.87$; $P<0.0001$ ve 6 saat için $F_{4,20}=46.67$; $P<0.0001$) ve ozon gazı konsantrasyonunun (1 saat için: $F_{1,20}=16.23$; $P<0.001$ ve 6 saat için: $F_{1,20}=11.08$; $P<0.01$) *B. germanica* nimflerinin ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (1 saat için: $F_{4,20}= 0.52$ $P=0.7209$ ve 6 saat için: $F_{4,20}= 2.17$ $P=0.1092$) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

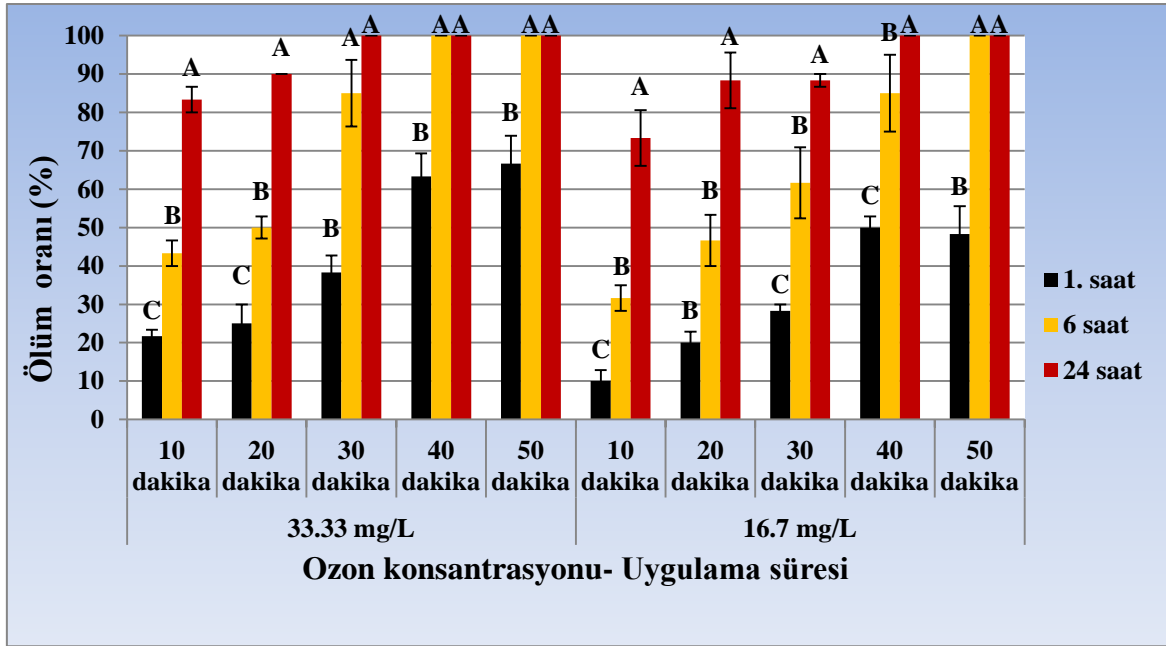
B. germanica nimfleri ile yürütülen testlerde ozon gazı konsantrasyonunun 16.7 mg/L'den 33.3 mg/L konsantrasyonuna yükseltilmesiyle sadece 1 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımında 10 dakikalık uygulama süresinde ve 24 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımında 30 dakikalık uygulama süresinde ölüm oranı istatistiksel seviyede artış gösterirken, diğer uygulama sürelerinde ölüm oranları arasında herhangi bir istatistiksel farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. dikey olarak incelendiğinde her iki ozon gazı konsantrasyonunda da uygulama süresi yükseltildiğinde ölüm oranı yükselmiştir. Her iki konsantrasyonda da 40 ve 50 dakikalık uygulama sürelerinde ve 6 ile 24 saat sonra yapılan ölü-canlı sayımında % 100 yakın nimf ölümü gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.3: Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde *Blatella germanica* nimflerinden elde edilen ölüm oranları (%).

Uygulama sonrası ölü-canlı sayım süreleri	Maruz bırakma Süresi	Ölüm oranı ± S.hata		F ve P değeri
		33.3 mg/L	16.7 mg/L	
1 saat	10 dakika	21.6±1.6 Ba	10±2.8 Cb	F _{1,4} =9.87 P<0.05
	20 dakika	25±5 Ba	20±2.8 Ba	F _{1,4} =0.66 P=0.4629
	30 dakika	38.3±4.4 Ba	28.3±1.6 Ba	F _{1,4} =4.55 P=0.0999
	40 dakika	63.3±6.0 Aa	50±2.8 Aa	F _{1,4} =3.85 P=0.1212
	50 dakika	66.6±7.2 Aa	48.3±7.2 Aa	F _{1,4} =3.15 P=0.1504
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,20} =14.94 P<0.0001	F _{4,20} =19.5 P<0.0001	Doz F _{1,20} =16.23; P<0.001 Sure F _{4,20} = 32.87; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 0.52 P=0.7209
6 saat	10 dakika	43.3±3.3 Ca	31.6±3.3 Da	F _{1,4} =6.03 P=0.07
	20 dakika	50±2.8 Ca	46.6±6.6 CDa	F _{1,4} = 0.21 P=0.6699
	30 dakika	85±8.6 Ba	61.6±9.2 Ca	F _{1,4} = 2.87 P=0.1656
	40 dakika	100±0 Aa	85±10 Ba	F _{1,4} = 7.08 P=0.0564
	50 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{1,4} = - P= -
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,20} = 27.14 P<0.0001	F _{4,20} = 21.95 P<0.0001	Doz F _{1,20} =11.08; P<0.01 Sure F _{4,20} = 46.67; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 2.17 P=0.1092
24 saat	10 dakika	83.3±3.3 Ca	73.3±7.2 Ba	F _{1,4} = 1.55 P= 0.2811
	20 dakika	90±0 Ba	88.3±7.2 Ba	F _{1,4} = 0.07 P= 0.8062
	30 dakika	100±0 Aa	88.3±1.6 Bb	F _{1,4} = 187.9 P<0.001
	40 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{1,4} = - P= -
	50 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{1,4} = - P= -
	Kontrol	0±0	0±0	
	P ve F değeri	F _{4,20} = 93.82 P<0.0001	F _{4,20} = 8.74 P<0.01	Doz F _{1,20} =5.50; P<0.05 Sure F _{4,20} = 25.24; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} = 3.78 P<0.05

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre verilmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.3. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı Ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* nimflerinin ölüm oranları (%).

Her iki konsantrasyonda ve tüm uygulama sürelerinde uygulamanın 1 saat sonunda ölü-canlı sayım sonuçlarına göre nimf ölümleri oranları % 10 ila 50 arasında olurken 24 saat sonra nimf ölüm oranı uygulama süresine bağlı olarak % 70 ila % 100 arasında olmuştur (Şekil 4.3). Altı saat sonunda yapılan ölü-canlı sayım sonucuna göre düşük uygulama sürelerinde (10, 20 ve 30 dakika) nimf ölüm oranları % 35-85 civarı olurken, 40 ve 50 dakikalık uygulama sürelerinde nimf ölümleri % 85 ile % 100 çıkmıştır (Şekil 4.3).

4.1.4. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* nimflerinin felç-ölüm oranları

Yirmidört saat sonunda yapılan ölü-felç sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin ($F_{4,20}= 3.66$; $P=0.0215$) ve ozon gazı konsantrasyonunun ($F_{1,20}=3.66$; $P=0.0701$) *B. germanica* nimflerinin felç+ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmadığı ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ($F_{4,20}=3.66$; $P=0.0215$) istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır.. Diğer yandan uygulamadan 1 ve 6 saat sonunda yapılan felç-ölü-canlı sayımı sonucuna göre yapılan çift yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda uygulama süresinin (1 saat için: $F_{4,20}=26.57$; $P<0.0001$ ve 6 saat için $F_{4,20}=25.64$; $P<0.0001$) *B. germanica* nimflerinin felç-ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olurken, ozon gazı konsantrasyonunun (1 saat için: $F_{1,20}=19.03$; $P=0.001$ ve 6 saat için: $F_{1,20}=52.20$; $P=0.0001$) *B. germanica* nimflerinin felç-ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmadığı ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (1 saat için: $F_{4,20}= 1.81$; $P<0.0001$ ve 6 saat için: $F_{4,20}=13.21$; $P<0.0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

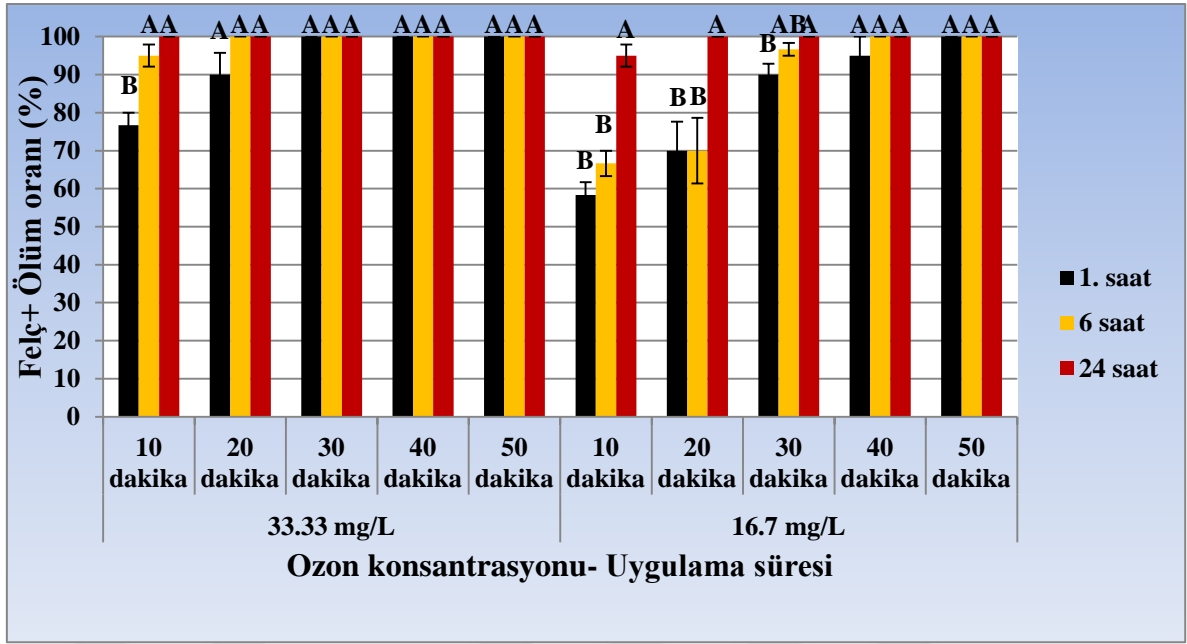
B. germanica nimfleri ile yürütülen testlerde ozon gazı konsantrasyonunun 16.7 mg/L'den, 33.3 mg/L konsantrasyonuna yükseltilmesiyle sadece uygulamadan 1 saat sonra yapılan ölü-felç sayımında 10 ve 30 dakikalık uygulama sürelerinde ve 6 saat sonra yapılan ölü-felç sayımında 10 ve 20 dakikalık uygulama sürelerinde felç-ölüm oranı istatistiksel seviyede artış gösterirken, diğer uygulama sürelerinde felç+ölüm oranları arasında herhangi bir farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. dikey olarak incelendiğinde her iki ozon gazı konsantrasyonunda da uygulama süresi yükseltildiğinde felç+ölüm oranı önemli derecede yükselmiştir. Her iki konsantrasyonda da 40 ve 50 dakikalık uygulama sürelerinde % 100 yakın nimf felç-ölüm oranı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4. Boş hacimde yürütülen biyolojik testlerde *Blatella germanica* nimflerinden elde edilen Felç-ölüm oranları (%).

Uygulama sonrası ölü-canlı sayım süreleri	Maruz bırakma Süresi	Felç+Ölüm oranı ± S.hata		F ve P değeri
		33.3 mg/L	16.7 mg/L	
1 saat	10 dakika	76.6±3.3 Ca	58.3±3.3 Cb	F _{1,4} =14.89 P<0.05
	20 dakika	90±5.7 Ba	70±7.6 Ca	F _{1,4} = 3.81 P=0.1226
	30 dakika	100±0 Aa	90±2.8 Bb	F _{1,4} = 39.97 P<0.01
	40 dakika	100±0 Aa	95±5 ABa	F _{1,4} = 1 P=0.3739
	50 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,20} =12.56 P<0.001	F _{4,20} = 15.37 P<0.001	Doz F _{1,20} =19.03; P=0.001 Sure F _{4,20} =26.57; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} =1.81; P<0.0001
6 saat	10 dakika	95±2.8 Ba	66.6±3.3 Bb	F _{1,4} =18.11 P<0.05
	20 dakika	100±0 Aa	70±8.6 Bb	F _{1,4} = 32.24 P<0.01
	30 dakika	100±0 Aa	96.6±1.6 Aa	F _{1,4} = 4.0 P=0.1161
	40 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	
	50 dakika	100±0 Aa	100±0 Aa	
	Kontrol	0±0	0±0	
	F ve P değeri	F _{4,20} =3.66 P<0.05	F _{4,20} = 28.16 P<0.0001	Doz F _{1,20} =52.20; P=0.0001 Sure F _{4,20} =25.64; P<0.0001 Doz*Sure F _{4,20} =13.21; P<0.0001
24 saat	10 dakika	100±0 Aa	95±5 Ba	-
	20 dakika	100±0 Aa	100±0 Ba	-
	30 dakika	100±0 Aa	100±0 Ba	-
	40 dakika	100±0 Aa	100±0 Ba	-
	50 dakika	100±0 Aa	100±0 Ba	-
	Kontrol	0±0	0±0	
	P ve F değeri		F _{4,20} =3.66 P<0.05	Doz F _{1,20} =3.66; P=0.0701 Sure F _{4,20} =3.66; P=0.0215 Doz*Sure F _{4,20} =3.66; P=0.0215

Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre verilmiştir. Aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistik olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.4. Boş hacimde farklı uygulama sürelerine iki farklı ozon gazı konsantrasyonuna maruz bırakılan *Blatella germanica* nimflerinin felç-ölüm oranları (%).

Her iki konsantrasyonda ve tüm uygulama sürelerinde nimf felç-ölüm oranları % 55 ila % 100 arasında olmuştur (Şekil 4.4). Özellikle 24 saat sonunda yapılan felç-ölü sayımına göre her iki konsantrasyonda ve tüm uygulama sürelerinde nimf felç-ölüm oranları %100 yada %100 yakın olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada ozon gazının iki farklı uygulama konsantrasyonunda ve farklı uygulama sürelerinde *Blatella germanica* 1-3. dönem nimf ve erginlerine karşı toksisitesi ortaya konulmuştur.

Ozon gazının depolanmış ürün zararlısı böceklerin mücadelesinde kullanımı bir çok çalışma ile ortaya konulmuştur (Kells ve ark, 2001; Mendez ve ark., 2003; Isikber ve Öztekin, 2009; Subramanyam ve ark., 2017). Işıkber ve Öztekin (2009) ozon gazının iki depolanmış ürün zararlısı *Ephestia kuehniella* and *Tribolium confusum*' a karşı etkisi ortaya koymuştur. Çalışmada iki farklı ozon fümigasyon metodu kullanılmıştır. Bunlar böceklere ürünlü ve ürünsüz ortamda ozon gazı uygulamasıdır. Ürünsüz ortamda (boş hacim) ozon gazı ile fümigasyon çalışmalarından elde edilen toksisite verileri *E. cautella* ve *P. interpunctella*' nin gelişme dönemlerinin ozon gazına duyarlılıkları arasında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Ürünsüz ortamda (boş hacim) ozon uygulaması *E. cautella* ve *P. interpunctella*' nin yumurta dönemi hariç tüm dönemlerin %100 ölümüne neden olmuştur. Çalışmada elde edilen toksisite sonuçları *T. confusum* 'un genellikle *E. kuehniella*' ya göre ozon gazına daha dayanıklı olduğunu göstermiştir. Benzer olarak, McDonough ve ark. (2011) farklı uygulama aralıklarında depolanmış ürün zararlılarının ozon gazına karşı duyarlılığını test etmişlerdir. Çalışma sonucunda kısa uygulama periyodu ve yüksek ozon konsantrasyonunda *T. castaneum*, ve *P. interpunctella*, *S. zeamais* ve *S. oryzae*' nin tüm dönemleri arasında en dayanıklı türün *T. castaneum* olduğu bu türün pupa ve yumurtalarını tamamını öldürmek için 1800 ppm ozon gazının 3 saat uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Sonuç olarak çalışmada yüksek ozon gazı konsantrasyonu uygulama zamanını önemli derecede düşürmüştür. Yapılan diğer bir çalışmada Subramanyam ve ark. (2017) *R.dominica*'nın erginlerine 0.42 ve 0.84 g/m³ ozon gazı konsantrasyonları sırası ile 36 ve 30 saat uygulamış, LT₉₉ ve LD₉₉ hesaplaması yapmıştır. Uygulamadan sonra 5 gün boyunca ölü-canlı sayımı yapılmıştır. Ergin ölümü için birinci günde 0.42 ve 0.84 g/m³, deki LT₉₉ değeri sırasıyla 67 ve 42 saattir. Beşinci gün sonunda LT₉₉ ve LD₉₉ değeri birinci güne göre yaklaşık %52-54 azalmıştır. Çalışma sonucunda bu böceğin erginlerinin düşük ozon konsantrasyonunda ve uzun maruz bırakma süresinde daha duyarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Tüm bu sonuçlar ozon gazının etkinliğinin test edilen böcek türüne, böcek biyolojisine ve uygulama süresi ve konsantrasyonuna göre değişiklik gösterebileceğini

ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışmalarda olduğu gibi ozon gazının uygulama süresi ve konsantrasyonunun *B.germanica* 1-3. dönem nimf ve erginlerinde ölüm, felç-ölüm oranı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada biyolojik testler sonucunda genel olarak ozon gazı *B.germanica* nimf ve erginlerinde her iki ozon gazı konsantrasyonunda ve tüm uygulama sürelerinde felç-ölüm oranı; ölüm oranına nazaran daha yüksek çıkmıştır. Bu durum ozon gazının bu böcek üzerinde sersemletme (knockdown) özelliği olduğunu ve ölümün hemen gerçekleşmediğini zamanla öldüğünü göstermiştir. Ozon gazının 33.3 mg/L konsantrasyonu 40 ve 50 dakika *B.germanica* nimf ve erginlerine uygulandığında uygulamadan 24 saat sonra tüm hamam böceklerini öldürmüştür. Diğer yandan ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonu 50 dakika *B.germanica* nimf ve erginlerine uygulandığında uygulamadan 24 saat sonra *B.germanica* erginlerinin % 90'nını öldürürken, nimflerin %100' nü öldürmüştür. Ozon gazı Alman hamam böceğine uygulama süreleri açısından değerlendirildiğinde, ergin hamam böceklerine ozon gazının 33.3 mg/L konsantrasyonu 10 ve 20 dakika uygulaması uygulamadan 24 saat sonra erginlerin % 65'ni, 30 dakika uygulaması erginlerin % 90'nını ve 50 dakika uygulaması erginlerin % 100'nü öldürmüştür. Diğer yandan ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonunda uygulama süreleri arttıkça uygulamadan 24 sonra ergin ölümleri kademeli olarak yükselmiş ve 50 dakika uygulama süresi sonunda ergin ölümü % 90' a ulaşmıştır. Ozon gazının uygulama süreleri bakımından nimflere etkisi ise 33.3 mg/L konsantrasyonda nimfler 10 dakika uygulamada 24 sonra % 83, 20 dakika uygulamada % 90 ve 30-50 dakika uygulamalarında %100 ölümle sonuçlanmıştır. Ozon gazının 16.7 mg/L konsantrasyonunda ise nimfler 10 dakika uygulamada 24 sonra % 73, 20-30 dakika uygulamada % 83, ve 40-50 dakika uygulamada % 100 ölümle sonuçlanmıştır. Tüm bu sonuçlar ozon gazının 33.3 mg/L konsantrasyonu *B.germanica* nimf ve erginlerine 40-50 dakika uygulandığında bu böceği başarıyla kontrol edebileceği göstermiştir.

Kimyasal ilaçların böceklerin mücadelesinde uzun süreli kullanımı çevre, insan sağlığı ve yararlı organizmalar üzerinde zararlı etkiler bıraktığı bilinmektedir. (Pimentel ve ark., 1992; Mansour ve ark., 2004). Diğer yandan Alman hamam böcekleri kimyasal insektisitlere karşı en çabuk dayanıklılık geliştiren böceklerden birisidir (Rust & Reiersen, 1991; Dong ve ark., 1998; Holbrook ve ark., 1999; Jia Lin ve ark., 2007). Hamamböceklerine karşı sıkça kullanılan Cypermethrin, Deltamethrin, Tetrametrin, Cyfluthrin, Lambda-cyhalothrin, Piriniphos-metil gibi sentetik kimyasallar insan ve hayvan sağlığına olumsuz etkilerinden, doğal dengeyi bozmalarından ve hamamböceklerinin bu

ilaçlara dayanıklılık geliştirmesinden dolayı hamam böceklerine karşı hedef olmayan organizmalara zarar vermeyecek mücadele yöntemlere yönelilmiştir. Bu mücadele yöntemlerinden birisi hamamböcekleri gibi kapalı alanda bulunan ve daha önce sadece depo zararlıların karşı kullanılan ozon gazı uygulamasıdır. Bu çalışma ile ozon gazı özellikle boş alanlarda 33.3 mg/L konsantrasyonda *B.germanica* nimf ve erginlerine 40-50 dakika uygulandığında bu böceği başarıyla kontrol edebileceği göstermiştir. Tüm sonuçlar bu çalışma ile ozon gazı *B.germanica* mücadelesinde kullanılabilme potansiyelinde olması ve bu böceğin mücadelesinde kullanılan sentetik kimyasallara alternatif olabileceğini göstermiştir. Fakat ozon gazının Alman hamamböceğinin doğal yaşama koşullarında uygulanabilirliğine ve doğal koşullarda uygulandığında hamamböceği dışındaki canlı ve cansız etmenlere etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmaların geniş kapsamlı bir çalışma ile ortaya konulması gereklidir.

6. KAYNAKLAR

- Achen, M., Yousef A.E. 2001. Efficacy of ozone against *Escherichia coli* O157:H7 on apples. *Journal of Food Science*, 66:1380-1384.
- Appel, A.G. 1995. *Blattella* and related species, pp. 1-19. In M. K. Rust, J. M. Owens, and D. A. Reiersen [eds.], Understanding and controlling the German cockroach. Oxford University Press, New York.
- Athanassiou, C.G., Milonas D.N., Sait C.J. 2008. Insecticidal effect of ozone against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleoptera: Tenebrionidae): Influence of Commodity. In: Daolinc G., S. Navarro, Y. Jian, T. Cheng, J. Zuxun, L. Yue, L. Yang and W. Haipeng (Eds.), Proceedings of the 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Chengdu, China, Sichuan Publishing House of Science & Technology. pp. 61-71.
- Atkinson, T.H, Koehler, P.G., Patterson, R.S. 1991. Catalog and atlas of the cockroaches (Dictyoptera) of the North America north of Mexico. Entomol. Soc. Am. Miscell. Publication. 78:1-86.
- Beltran, D., Selma M.V., Marin A., Gil M.I. 2005. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 5654-5663.
- Cochran, D. G., Grayson, J. M., Gurney, A. B. 1980. V. Cockroaches: Biology and control.
- Erdman, H.E. 1980. Ozone toxicity during ontogeny of two species of flour beetles, *Tribolium confusum* and *T. castaneum*. *Environmental Entomology* 9: 16-17.
- Esriche, I., Serra J.A., Gomez M., Galotto M.J. 2001. Effect of ozone treatment and storage temperature on physicochemical properties of mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Food Sci. Tech. Int.* 7: 251-258.
- Güzel-seydim, Z.B., Greene A.K., Seydim A.C. 2004. Use of ozone in food industry. *Lebensmittel-Wissenschaft*, 37: 453-460.
- Hansen, L.S., Hansen, P., Jensen, K.-M.V., 2013. Effect of gaseous ozone for control of stored product pests at low and high temperature. *Journal of Stored Products Research* 54: 59-63.

- Hardin, J.A., Jones, C.L., Bonjour, E.L., Noyes, R.T., Beeby, R.L., Eltiste, D.A., Decker, S. 2010. Ozone fumigation of stored grain; closed-loop recirculation and the rate of ozone consumption. *Journal of Stored Products Research* 46: 149-154.
- Hwnag, E.S., Cash J.N., Zabik M.J.2001. Postharvest treatments for the reduction of mancozeb in fresh apples, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49: 3127-3132.
- Isikber, A.A., Oztekin, S., 2009. Comparison of susceptibility of two stored product insects, *Ephestia kuehniella* Zeller and *Tribolium confusum* du Val to gaseous ozone. *Journal of Stored Products Research* 45: 159-164.
- Işıkber, A.A., Athanassiou, C.G., 2014. The use of ozone gas for the control of insects and micro-organisms instored products. *Journal of Stored Products Research* 1-7.
- Işıkber, A.A., Öztekin, M.S., Dayısoylu, K.S., Duman, A.D., Eroğlu, S. 2015 Bademde yüksek konsantrasyonlarda ozon gazı uygulamasının *Plodia interpunctella* (Hübner) *Ephestia cautella* (Walker)' ya karşı etkinliği. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 39(2): 187-189.
- Jia Lin, Z., MingSheng, W., JianMing, C. 2007. Resistance investigation of *Blattella germanica* to six insecticides and control strategy in Hefei city, Chinise. *J. Vector Biology and Control*. 18: 98-99
- Kells, S., Mason, L.J., Maier, D.E., Woloshuk, C.P., 2001. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research* 37, 371–382.
- Kim, J.G., Yousef, A.E., Khadre, M.A. 2003 Ozone and its current and future exposure in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research* 45: 167-218.
- Kim, J.G., Yousef A.E. 2000. Inactivation kinetics of foodborne spoilage and pathogenic bacteria by ozone, *Journal of Food Science* 65:521-528.
- Leesch, J.G.2003. The mortality of stored-product insects following exposure to gaseous ozone at high concentrations. In: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M. and Highley, E. (Eds.), *Advances in Stored Product Protection, Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored-Product Protection*, York. CAB International, Oxon, UK. pp. 827-831.

- Mansour, F., Azaizeh, H., Saadf, B., Tadmor, Y., Abo-Moch, F., Said, O., 2004. The potential of middle eastern flora as a source of new safe bio-acaricides to control *Tetranychus cinnabarinus*, the carmine spider mite. *Phytoparasitica*, 32: 66-72.
- McDonough, M.X., Mason, L.J., Woloshuk, C.P., 2011. Susceptibility of stored product insects to high concentrations of ozone at different exposure intervals. *Journal of Stored Products Research*, 47: 306-310.
- Mendez, F., Maier, D.E., Mason, L.J., Woloshuk, C.P., 2003. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. *Journal of Stored Products Research* 39: 33–44.
- Meunpol, O., Lopinyosiri K., Menasveta P. 2003. The effects of ozone and probiotics on the survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*), *Aquaculture*, 220: 43–48.
- Mullen, G., Lance, D., Cameron, C., Daniel, P., Lynsey, L., Michael, G., Rebecca, E. 2002. *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press. 0-12-510451-0. ss. sf.32. Amsterdam.
- Ong, K.C., Cash J.N., Zabik M.J., Siddiq M., Jones A.L. 1996. Chlorine and ozone washes for pesticide removal from apples and processed apple sauce, *Food Chemistry* 55: 153-160.
- Öztekin, S., Zorlugenç B., Kıroğlu Zorlugenç F. 2006. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs, *Journal of Food Engineering*, 75: 396-399.
- Palou, L., Crisosto C.H., Smilanick J.L., Adaskaveg J.E., Zoffoli J.P. 2002. Effect of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage, *Postharvest Biology and Technology*, 24: 39-48.
- Perez, A.G., Sanz C., Rios J.J., Olias R., Olias J.M. 1999. Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 42: 1652-1656.
- Pimentel, D., H. Acquary, M. Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz, M.D'Amore, 1992. Environmental and economic costs of pesticide use. *Bioscience*, 42: 750-760.
- Roberts, J. 1996. Cockroaches linked with asthma. *Br Med J*. 312 (7047): 1630.

- Rust, M.K., Reiersen, D.A. 1991. Chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from restaurants. *Journal of Economic Entomology*, 84: 736-740.
- Sharma, R.R., Demirci A., Beuchat L.R., Fett W.F. 2002. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated alfalfa seeds with ozonated water and heat treatment *Journal of Food Protection*, 65: 447-451.
- SAS Institute., 2009. SAS/STAT User' s Guide, Version 9.1.3. Portable, SAS Institute, Cary, NC.
- Sousa, A.H., Faroni, L.R.D.A., Guedes, R.N.C., Totola, M.R., Urruchi, W.I. 2008. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect pests of stored products. *Journal of Stored Products Research* 44: 379-385.
- Sousa, A.H., Faroni, L.R.D.A., Pimentel, M.A.G., Silva, G.N., Guedes, R.N.C. 2016. Ozone toxicity to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) populations under selection pressure from ozone. *Journal of Stored Products Research*, 65: 1-5.
- Subramanyam, B., Xinyi, E., Savoldelli, S., Sehgal, B. 2017. Efficacy of ozone against *Rhyzopertha dominica* adults in wheat. *Journal of Stored Products Research*, 70: 53-59.
- Xu, L. 1999. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables *Food Technology*, 53: 58-63

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Uğur GÜZ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.09.1986, Gaziantep
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (506) 1712221
Faks :
e-posta : ugurguz@gmail.com
Adres : Necip Fazıl mah. 33 sk. No:16/6 KAHRAMANMARAŞ

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Bitki Koruma Bölümü	2017
Lisans	A.Ü. / Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü	2009
Lise	İbni Sina Lisesi	2004

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2011-Devam	Emniyet Müdürlüğü	Polis memuru

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Futbol, Kitap okuma, Tiyatro