

BGN-1 kodlu Türk Diatom Toprağının Alman Hamamböceği (*Blatella germanica* L.)' nin Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi

Kadir ÖZCAN¹, Hasan TUNAZ^{2*}

^{1,2}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Avşar Kampüsü, 46100 Onikişubat/ Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0003-1934-2628>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4942-6056>

✉: htunaz@ksu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, yerel bir diatom toprağı olan BGN-1'in, ergin Alman hamamböceklerine (*Blatella gemanica* (L.)) karşı beton, seramik ve parke yüzeyler üzerindeki ölümcül etkileri araştırılmıştır. Bu üç farklı yüzey üzerinde, *B. germanica* erginlerii 6 gün boyunca 2.5, 5, 10 ve 20 g/m² dozlarda BGN-1 kodlu diatom toprağına maruz bırakıldı. Tüm yüzey uygulamalarında BGN-1 diatom toprağı maruz kalma süresi ve diatom dozlarının, *B. germanica* erginlerinin ölüm oranlarında önemli etkiye neden olduğu görülmüştür. BGN-1 diatom toprağı 2.5 g/m² dozunda tüm uygulama yüzeylerinde en düşük böcek ölüm etkisine sahip olduğu görülmüştür. 2.5 g/m² BGN-1 dozu beton yüzeyde 6 gün sonra % 100 *B. germanica* ergin ölümüne neden olurken ve seramik ve parke yüzeyde dördüncü günün sonunda % 100 ölüme neden olmuştur. Diğer yandan, 5 ve 10 g/m² BGN-1 dozları ikinci günün sonunda tüm yüzeylerde % 100 *B. germanica* ölümüne neden olurken, en yüksek 20 g/m² BGN-1 dozu uygulanan tüm yüzeylerde ilk gün sonunda%100 *B. germanica* ölümüne neden olmuştur. Genel olarak, BGN-1 diatom toprağının *B. germanica* erginlerine karşı ölüm aktivitesinin her üç yüzeyde de benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonunda, BGN-1 kodlu Türk diatom toprağının, medikal bir zararlı olan *B. germanica* ile mücadelede iyi bir alternatif olabileceği ortaya çıkmıştır.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 14.09.2021

Kabul Tarihi : 05.11.2021

Anahtar Kelimeler

Türk daitom toprağı

Blatella germanica

Yüzey uygulması

Mortality Effects of Turkish Diatomaceous Earth Coded BGN-1 Against German Cockroach (*Blatella germanica*) Adults

ABSTRACT

In this study, the mortality effects of BGN-1, a local diatomaceous earth, on concrete, ceramic parquet surfaces against adult German cockroaches (*Blatella gemanica* (L.)) were investigated. *B. germanica* adults were exposed to BGN-1 coded diatom soil at 2.5, 5, 10 and 20 g/m² doses on these three different surfaces for 6 days. In all surface applications of BGN-1 diatom soil, exposure time and diatom doses were found to have a significant effect on mortality rates of *B. germanica* adults. It was observed that BGN-1 diatomaceous earth at a dose of 2.5 g/m² had the lowest insect mortality effect on all application surfaces. While 2.5 g/m² BGN-1 dose caused 100% mortality of *B. germanica* adult on concrete surface after 6 days, it caused 100% mortality at the end of the fourth day on ceramic and parquet surfaces. On the other hand, 5 and 10 g/m² BGN-1 doses caused 100% *B. germanica* mortality on all surfaces at the end of the second day, while the highest 20 g/m² BGN-1 dose caused 100% *B. germanica* mortality at the end of the first day on all applied surfaces. It was determined that the mortality activity of BGN-1 diatomaceous earth against *B. germanica* adults was similar on all three surfaces. At the end of this study, it was revealed that Turkish diatom earth with the code BGN-1 can be a good alternative in the control against a medical pest, *B. germanica*.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 15.09.2021

Accepted : 05.11.2021

Keywords

Turkish diatomaceous earth

Blatella germanica

Surface application

Atıf Şekli:	Özcan K, Tunaz H 2022. BGN-1 kodlu Türk diatom toprağının Alman hamamböceği (<i>Blatella germanica</i> L.)'nin erginlerine karşı ölüm etkisi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (5): 1061-1067. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.995153
To Cite :	Ozcan K, Tunaz H 2022. Mortality effects of Turkish diatomaceous earth coded BGN-1 against German cockroach (<i>Blatella germanica</i>) adults. KSU J. Agric Nat 25 (5): 1061-1067. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.995153

GİRİŞ

Alman hamamböcekleri, insanlarla ortak yaşam alanında dünyada yaygın olarak bulunan bir böcek olup sıcak ve nemli yerlerde, genellikle ev, restoran, fırın, hastane gibi üretimin yapıldığı yerlerde hayatını insanlarla paylaşan bir canlıdır. Hamamböcekleri bir yerden diğerine çok küçük açıklıklardan geçebildiği gibi, uzun mesafelerde paketlenmiş patates ve soğan gibi içecek kutuları, konserve yiyecekler, diğer yiyecek paketleri ve elbise kıvrımları ile de geçebilirler. Hamamböcekleri, yaşam alanlarını dünyadaki insanlarla paylaşmaları ve kolera, veba ve çocuk felci gibi hastalıklara vektörlük yapmaları nedeniyle büyük önem taşımaktadır (Burgess ve ark., 1973; Çetin ve ark., 1973). Ayrıca hamamböcekleri alerjik reaksiyonlara neden olabileceği gibi vektör olarak astımı da tetikleyebilmektedir (Waldvogel ve ark., 1999). Alman hamamböcekleri yaşam döngülerini bu şekilde sürdürürken, insanlarla ortak yaşam alanlarının paylaşılması nedeni ile üzerlerinde tükürük, dışkı ve yumurta bırakması sonucunda gıda zehirlenmelerinin çoğunda aktif rol alabilmektedir. Hareket ettikleri yerlerde kötü kokular bırakırlar. Bu nedenle hamamböcekleri hem tıbbi hem de ekonomik açıdan zararlıdır (Roberts, 1996).

Evlerde ve üretim alanlarında zararlı böceklerin mücadelesinde genellikle sentetik insektisitler kullanılmaktadır. Tarih boyunca, klorlu hidrokarbon bileşikler (dichloro diphenyl trichloroethane, DDT gibi), organofosfat bileşikler (chlorpyrifos, malathion, parathion gibi), piretroid bileşenleri (alphamethrin, cypermethrin, deltamethrin gibi) ve karbamat bileşenleri (aldicarbaryl gibi) hamamböcekleri ile mücadele etmek için kullanılmıştır. Hamamböcekleriyle mücadele kapsamında bahsedilen insektisitlerin hem çevreye ve insan sağlığına hem de faydalı eklembacaklılara zararı gibi çok çeşitli etkileri ve zararlı böceklerin ilaçlara karşı direnç mekanizmasının gelişmesine neden olması gibi bir çok negatif etkisi bulunmaktadır (Mansouri ve ark., 2004). Bu bağlamda, hamamböceklerine karşı yaygın olarak kullanılan bu insektisitlere karşı direnç geliştirmişlerdir (Rust ve Reiersen, 1991; Dong ve ark., 1998; Jialin ve ark., 2007). Hamamböceklerini kontrol altına almak için kullanılan bu pestisitlerin tüm bu olumsuzlukları nedeniyle, bu zararlıyı kontrol etmenin yeni yolları aranmaktadır.

Diatom toprakları ile ilgili ilk çalışma verileri 1930'un

başlarına kadar uzanmaktadır (Zacher ve Kunike, 1931). Diatom toprakları temel olarak organik ve tüm su ekosistemlerinde yaşamış olan fosilleşmiş silisli alg kabuklarından oluşan bir tortudur. Alglerin hücre duvarları amorf silisten ($\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) oluşmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarla diatom topraklarının depolanmış ürün zararlılarına karşı önemli ölçüde etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Wakil ve Shabbir, 2005; Athanassiou ve ark., 2007; Alkan ve ark., 2019). Diatom toprakları muhtemelen böcek ilacı olarak kullanılabilen doğal tozlar arasında en etkili olanıdır. Diatom topraklarının böcekler üzerindeki öldürücü etkisi kimyasaldan ziyade fiziksel bir mücadele yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bu fiziksel mücadelede diatom toprakları böcek kütükülası üzerinde yaralanma şeklinde bir etkiye sahiptir ve böceğin dehidrasyonu sonucu ölümle sonuçlanır (Ebeling, 1971). Diatom topraklarının su emme özelliğinin yanı sıra yağ emme özelliği de bulunmaktadır. Bu nedenle böcek kütükülasındaki koruyucu mum tabakası üzerinde çok etkilidir. Sonuç olarak, böceklerde ölüm, su kaybı ve kurumunun bir sonucu olarak gerçekleşmektedir (Burgess, 1978; Cloarec ve ark., 1992). Diatom topraklarının insektisidal etkinliği, kullanılan test koşullarına, diatomun türüne (deniz veya tatlı su diatomları), alındığı coğrafi alana, formülasyon işlemine, yağ emme kapasitesine ve Diatom topraklarının kimyasal/mechanik modifikasyonuna bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Tarshis, 1959; Patourel and Zhou, 1990; Quarles, 1992; Faulde ve ark., 2006). Diatom toprakları tamamen organik, çevreye zararsız olması, suda yaşayan hayvanlar, kuşlar, memeliler ve tüm yaban hayatı için düşük toksisiteye sahiptir. Bu nedenle, bu çalışmada, Türk yerel diatom toprağı (BGN-1), sentetik böcek ilaçlarına karşı direnç geliştiren ve hala direnç geliştirme potansiyeli olan Alman hamamböceğinin (*B. germanica* (L.)) erginlerine karşı ölüm etkisi test edilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Böcek

Testlerde kullanılan *Blatella germanica* erginleri 60 litrelik plastik kovalarda yetiştirilmiş ve oda sıcaklığında tutulmuştur. *B. germanica* (L.) 'nın doğal yaşam habitatına uygun olsun diye plastik kovalara yumurta kapları yerleştirilmiştir. Böceklerin su ve besin ihtiyacını karşılamak için pamuk tıpalı cam tüplerle su, kuru köpek maması yetiştirme kovalarına

eklenmiştir. Biyolojik testler için *B. germanica* (L.)'nın ergin bireyleri kullanılmıştır.

Biyolojik Testlerde Kullanılan Yüzeyler

Parke Yüzey

Çalışmada neme karşı dayanıklı (High Density Fiberboard, HDF) ve en 717 E-1 standartlarına göre üretilmiş olan 8x195x1200 mm boyutlarındaki laminant parkeler, 100x100 mm boyutlarında küçültülüp çalışmada kullanılacak boyutlara getirilmiştir.

Seramik Yüzey

Çalışma süresince kullanılmış olan seramik yüzeyler kil, kaolin, kuvars, feldspat ve kalker maddelerinin karışımından, TS202 standartları gereğince 150x150x5.5 mm boyutlarında üretilmiş olan seramik yüzeyler 100x100 mm boyutlarında küçültülüp çalışma boyutları elde edilmiştir.

Beton Yüzey

Çalışma süresince kullanılmış olan beton yüzeyler 200 g çimento + 50 mL su kullanılarak elde edilmiş olan harçın, plastik kutular (100x100x60 mm) içerisine dökülüp kurutulması ile elde edilmiştir.

Biyolojik Testlerde Kullanılan Türk Yerel Diatomu

Bu çalışmada Kayseri bölgesinden alınan BGN-1 kodlu yerel diatom kullanılmıştır. Diatom rezervinden en az 5 kg numune alınmıştır. Kaya formunda laboratuvara getirilen diatom numunesi doğal bir şekilde hazırlanmıştır. Diatom numunesinin doğal olarak hazırlanması için, nem içeriği% 3-5 olana kadar kontrollü havalandırmalı bir fırında 100 ± 10 °C'de 2 saat kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra küçük parçalar laboratuvar değirmeninde en yüksek hızda 10 saniye öğütülerek elde edilmiştir. Tüm numuneler daha sonra 149 µm'lik standart bir elek içinden elenerek ve elek altında kalan nemli, yumuşak küçük parçalar, havalandırmalı bir fırında 40 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Böylece partikül boyutu 149 mikron veya daha az olan doğal diatomlu toprak elde edilmiştir ve testlerde kullanılmıştır.

Biyolojik Testler

Biyolojik testler 25±1 °C ve % 65±5 nispi neme sahip iklim odasında yürütülmüştür. Deneme süresince böcekler su ve yem verilmemiş olup, böcekler diatom toprağının 2.5, 5, 10 ve 20 g/m² dozlarına maruz bırakılmışlardır. Doz denemeleri için hassas terazi yardımıyla tartılmış olan diatom toprağı beton, seramik ve parke yüzeyler üzerine bırakılmıştır. Diatom topraklarının yüzeyler üzerine dağılması sağlandıktan sonra laboratuvar ortamında kültüre almış olduğumuz *B. germanica*'ya ait yeni ergin olmuş bireylerden onar adet bırakılmıştır. Denemeler

dört tekerrürlü olarak her tekerrürde 10 ergin olacak şekilde yürütülmüştür. Kontrol ünitesi de dört tekerrürlü olarak kurulmuş olup herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Doz denemeleri kurulduktan sonra, test üniteleri biyolojik testlerin yapıldığı iklim odası içerisine alınmıştır ve altı gün boyunca ölü-canlı sayımları yapılmıştır. Zaman denemeleri için ise doz denemeleri süresince en yüksek % ölüm görülen doz değeri sabit tutularak 6, 9, 12, 18, 24 saatlik denemeler ayrı birer uygulama olarak kurulmuştur dolayısıyla her bir maruz kalma süresi için ayrı ayrı kontrol üniteleri kurulmuştur. Zaman denemeleri de yine dört tekerrürlü ve her tekerrürde 10 ergin birey olacak şekilde yürütülmüştür.

Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizi

Yapılan uygulamalarda *B. germanica*'nın ergin dönemlerine karşı BGN-1 kodlu yerel diatom farklı yüzeyler üzerinde ve farklı dozlarda biyolojik testler yürütülmüş olup, deneme sonuçları için EXCEL tabloları oluşturulmuştur. Biyolojik denemelerde kullanılmış olan her bir yüzey için *B. germanica*'nın ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Ölüm oranları Arcsin transformasyonuna tabi tutulduktan sonra verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) (SPSS, 2015) uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde Duncan testi ile belirlenmiştir (SPSS, 2015). İki farklı yerel diatom toprağının etkisinin belirlendiği deneme sonucundaki ölüm oranları Abbott'un formülü kullanılarak düzeltildikten sonra istatistiki analizler yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Beton Yüzey Üzerinde BGN-1 Kodlu Yerel Diatomun Farklı Dozlarına Maruz Bırakılan *Blattella germanica* Erginlerinin Ölüm Oranları

BGN -1 kodlu yerel diatom toprağının beton yüzey üzerinde dört farklı dozuna (2.5, 5, 10 ve 20 g/m²) altı gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde BGN -1 kodlu yerel diatom toprağının bir gün maruz kalma süresi içerisinde doz değeri arttıkça *B. germanica* erginlerinin ölüm oranı da buna paralel olarak arttığı görülmektedir. Bir günlük maruz bırakma sonunda istatistiki olarak 20 g/m² dozunda *B. germanica* erginlerinin ölüm oranı %100 olarak belirlenmiş olmasına rağmen 10 g/m² dozundaki ölüm oranı ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Tüm doz değerleri için ancak altıncı gün sonunda *B. germanica* erginlerinin ölüm oranlarının %100 ulaştığı tespit edilmiştir. *B. germanica* erginlerinin BGN-1' in 2.5 g/m² dozunun bir, iki, üç ve dört gün maruz kalması sonucunda düşük düzeyde böcek ölüm oranına sebep olduğu ve bu maruz kalma sürelerinin istatistiki olarak birbirinden farksız olduğu altıncı gün sonunda ise bu

doz değeri için *B. germanica* ölüm oranının %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. BGN-1' in 5 g/m² dozu için *B. germanica* ölüm oranı ikinci günden itibaren %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. BGN-1' in 10 g/m² dozu için ise *B. germanica* erginleri üzerindeki etkinliğinin tüm maruz kalma sürelerinde istatistiki olarak

birbirine benzer olduğu ancak ikinci günden itibaren *B. germanica* ölüm oranının %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. Hamamböceği erginlerinin BGN-1' in 20 g/m² dozuna bir gün maruz kalması sonucunda bile *B. germanica* ölüm oranı %100'e ulaşmıştır.

Çizelge 1 Beton yüzey üzerinde BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının farklı dozlarına altı gün süreyle maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin ölüm oranı

Table 1 Mortality rate of *Blatella germanica* adults exposed to different doses of local diatom earth coded BGN-1 for six days on concrete surface

Doz (g/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata						F ve P Değeri*
	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6.gün	
2.5	0±0Cc	2.5±2.5Cb	7.89±4.5Cb	10.52±6.4Cb	55.26±2.63Bb	100±0Aa	F _{5,18} =54.6 P<0.0001
5	87.5±2.5Bb	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	F _{5,18} =101.4 P<0.0001
10	97.5±2.5Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	F _{5,18} =1.0 P=0.446
20	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	-
Kontrol	0±0	0±0	5±5	5±5	5±5	5±5	
F ve P Değeri*	F _{3,12} =274.8 P<0.0001	F _{3,12} =343.2 P<0.0001	F _{3,12} =134.1 P<0.0001	F _{3,12} =91.7 P<0.0001	F _{3,12} =769.7 P<0.0001	-	

*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır ve %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı büyük ve aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır, (n=4).

Parke Yüzey Üzerinde BGN-1 Kodlu Yerel Diatomun Farklı Dozlarına Maruz Bırakılan *Blatella germanica* Erginlerinin Ölüm Oranları

BGN -1 kodlu yerel diatom toprağının parke yüzey üzerinde dört farklı dozuna (2.5, 5, 10 ve 20 g/m²) altı gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 2' de verilmiştir. Beton yüzeye benzer şekilde parke yüzeyde de BGN -1 kodlu yerel diatom toprağının bir gün maruz kalma süresi içerisinde doz değeri arttıkça *B. Germanica* erginlerinin ölüm oranı da buna paralel olarak arttığı görülmektedir (Çizelge 2.). Fakat yapılan istatistiki analiz sonucunda birinci gün için BGN-1' in 5 ve 10 g/m² dozlarının etkileri istatistiki olarak benzer bulunmuştur ve ikinci günden itibaren bu dozlarda *B. Germanica* ölüm oranları %100'e ulaşmıştır. Nitekim

yine BGN-1' in 20 g/m² dozunda ölüm oranı %100'e ulaşmış olsa da; 10 ve 20 g/m² dozların *B. Germanica* erginlerini öldürme oranlarının istatistiki olarak benzer olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2 yatay olarak incelendiğinde parke yüzeyde BGN-1' in en düşük doz değeri olan 2.5 g/m² için *B. germanica* erginlerinin ölüm oranı birinci gün sonunda en düşük iken ancak dördüncü günden itibaren bu oranın %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. BGN-1' in en yüksek doz değeri olan 20 g/m² hariç tüm dozlar (2.5, 5 ve 10 g/m²) için maruz kalma süresi arttıkça *B. germanica* erginlerinin ölüm oranının da arttığı tespit edilmiştir. BGN-1' in 5 ve 10 g/m² dozlarının *B. germanica* erginlerinin ölümündeki etkinliği ikinci günden itibaren %100 olarak bulunmuştur. BGN-1' in 20 g/m² dozu ise birinci gün sonunda %100 *B. germanica* ölüm oranına ulaşmıştır.

Çizelge 2 Parke yüzey üzerinde BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının farklı dozlarına altı gün süreyle maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin ölüm oranı

Table 2 Mortality rate of *Blatella germanica* adults exposed to different doses of local diatom earth coded BGN-1 for six days on parquet surface

Doz (g/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata						F ve P Değeri*
	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6.gün	
2.5	35±13.22 Cc	77.5±7.5 Bb	97.5±2.5 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =25.3 P<0.0001
5	67.5±2.5 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =531.9 P<0.0001
10	85±9.5 Bab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =2.79 P<0.05
20	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	-
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	
F ve P Değeri*	F _{3,12} =13.1 P<0.0001	F _{3,12} =26.7 P<0.0001	F _{3,12} =1.0 P=0.426	-	-	-	

*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır ve %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı büyük ve aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır, (n=4).

Seramik Yüzey Üzerinde BGN-1 Kodlu Yerel Diatomun Farklı Dozlarına Maruz Bırakılan *Blatella germanica* Erginlerinin Ölüm Oranları

BGN -1 kodlu yerel diatom torağının seramik yüzey üzerinde dört farklı dozuna 2,5, 5, 10, 20 g/m² altı gün süreyle maruz bırakılan *B. germanica* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 3' te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde bir günlük maruz kalma süresi için en düşük *B. germanica* ölüm oranının BGN-1' in 2,5 g/m² dozuna ait olduğu tespit edilmiştir. Bir gün maruz kalma süresi içerisinde doz değeri arttıkça *B. germanica* ölüm oranı da buna paralel olarak artmaktadır. Fakat yapılan istatistiki analiz sonucunda birinci gün için BGN-1' in 5 ve 10 g/m² dozlarının etkileri istatistiki olarak benzer bulunmuştur. BGN-1' in 20 g/m² dozunda *B. germanica* ölüm oranı %100' e ulaşmış olsa da 10 g/m² dozunun etkisiyle istatistiki olarak benzer olduğu

tespit edilmiştir. İkinci günden itibaren BGN-1' in 2,5 g/m² dozu hariç tüm dozlarda (5 ve 10 g/m²) *B. germanica* ölüm oranı %100' e ulaşmıştır. BGN-1' in 2,5 g/m² dozu için *B. germanica* ölüm oranı dördüncü gün itibariyle %100' e ulaşmıştır.

Çizelge 3 yatay olarak incelendiğinde seramik BGN-1' in en düşük doz değeri olan 2,5g/m² için ise *B. germanica* ölüm oranı birinci gün sonunda en düşük iken ancak dördüncü günden itibaren %100' e ulaştığı tespit edilmiştir. BGN-1' in en yüksek doz değeri olan 20g/m² hariç tüm dozlar (2,5, 5, 10 g/m²) için maruz kalma süresi arttıkça *B. germanica* ölüm oranının da arttığı tespit edilmiştir. BGN-1' in 5 ve 10 g/m² dozlarının *B. germanica* ölüm etkinliği ikinci günden itibaren %100 olarak bulunmuştur. BGN-1' in 20g/m² dozu ise birinci gün sonunda %100 *B. germanica* ölüm oranına ulaşmıştır.

Çizelge 3 Seramik yüzey üzerinde BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının farklı dozlarına altı gün süreyle maruz bırakılan *Blatella germanica* erginlerinin ölüm oranı

Table 3 Mortality rate of *Blatella germanica* adults exposed to different doses of local diatom earth coded BGN-1 for six days on ceramic surface

Doz (g/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata						F ve P Değeri*
	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6.gün	
2.5	10±5.77 Dc	25.6±6.4 Cb	76±9.7 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =56.7 P<0.0001
5	77.5±4.7 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =63.0 P<0.0001
10	92.5±2.5 Bab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{5,18} =9.0 P<0.0001
20	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	-
Kontrol	2.5±2.5	2.5±2.5	2.5±2.5	5±2.8	5±2.8	5±2.8	
F ve P Değeri*	F _{3,12} =48.3 P<0.0001	F _{3,12} =161.4 P<0.0001	F _{3,12} =18.5 P<0.0001	-	-	-	

*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır ve %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı büyük ve aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır, (n=4).

Farklı Maruz Bırakılma Sürelerinde ve Farklı Yüzeylerde BGN-1 Kodlu Yerel Diatom Toprağının 20 g/m² Doz Değerinin *Blatella germanica* Erginlerini Öldürme Etkisi

BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının 20 g/m² dozuna *B. germanica* erginleri beton, parke, seramik yüzeyler üzerinde sırasıyla 6, 9, 12, 18 ve 24 saat süresince maruz bırakılması sonucu oluşan ölüm oranları Çizelge 4' de verilmiştir. Çizelge 4 dikey olarak incelendiğinde *B. germanica* erginlerinin BGN-1 kodlu diatom toprağının 20 g/m² dozuna ayrı ayrı 6, 9, 12 saat süresince maruz bırakılması sonucunda farklı yüzeylerde elde edilen *B. germanica* ölüm oranları istatistiki olarak benzerdir. Fakat 18. saat sonunda *B. germanica* ölüm oranı beton yüzey için %100 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak sırasıyla %90 ve 92.5 ölüm oranı elde edilen parke ve seramik yüzeyler arasında istatistiki istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Yirmidört saatlik maruz kalmanın ardından oluşan *B. germanica* ölüm oranları tüm

yüzeyler için %100 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4 yatay olarak incelendiğinde tüm yüzeyler için maruz kalma süresi arttıkça *B. germanica* ölüm oranı da artmaktadır. Ek olarak beton yüzey için BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının 20 g/m² dozuna 18 saat maruz kalması %100 *B. germanica* ölüm oranına sebep olurken diğer iki yüzey ancak 24 saat sonunda %100 ölüm oranına ulaşabilmiştir.

Bu çalışmada, BGN-1 kodlu Türk diatom toprağının dört farklı dozunun *B. germanica* erginlerine karşı ölüm etkisi, laboratuvar koşullarında üç farklı uygulama yüzeyinde (beton, seramik, parke) incelenmiştir. Literatür taraması kapsamında, Türk diatom toprağının *B. germanica* erginlerine karşı farklı yüzeylerdeki ölüm etkisi ilk kez bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Diatom toprağı memelilere karşı toksik olmayan bir insektisit olduğundan, ev ve depolanan ürün zararlılarının kontrolünde kullanılmaktadır (Quarles, 1992). Hosseini ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada *B. germanica* erginleri ve

nimfleri üzerinde farklı bölge orijinli diatom toprağının böcek öldürücü etkisini test etmişlerdir.

Araştırmacılar bu diatom toprağının *B. germanica* nimflerine karşı 24, 48, 72 saat sonunda 2.5, 5, 10, 15, 20 g/m² dozlarda ölüm oranının % 33.3 - % 81.1 olduğunu, gecikmiş ölüm oranının % 72.2 olduğunu, 25 g/m² diatom dozu için ise ölüm oranının % 66.7 - % 100 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca bu diatom toprağı çeşidinin tüm dozlarının *B. germanica* ergin erkek bireyleri için % 40 ile % 80 arasında ölüm oranına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar göstermiştir ki diatom toprağının böceklere karşı etkisi genellikle uygulama dozu ve uygulama süresi arttıkça artmaktadır. Nitekim Shams ve ark. (2011) laboratuvar koşullarında Silicosec® isimli ticari diatom preparatın 250, 323, 426, 562 ve 750 mg/kg dozlarının buğday üzerinde *S. granarius* erginlerine karşı etkinliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda uygulama süresi ile farklı diatom toprağı dozlarının *S. granarius* erginleri üzerine önemli etkiye sahip olduğunu bulmuşlar ve uygulamadaki diatom toprağının dozu ve böceğin maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranının arttığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmalara benzer şekilde

uygulama dozu arttıkça ergin Alman hamamböcekleri ölüm oranı da buna paralel olarak artmaktadır. Bu çalışma da yürütülmüş olan biyolojik testler neticesinde uygulama yüzeylerinin diatom etkinliği üzerine dolayısıyla test edilen türü öldürme etkinliği üzerinde genel olarak aralarında pek bir fark tespit edilmemişken, yerel diatomların uygulama yüzeyi fark etmeksizin farklı etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. BGN-1 kodlu yerel diatom toprağı ve üç farklı uygulama yüzeyi ile kurulmuş olan biyolojik testler sonucunda BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının 2.5 g/m² dozunda *B. germanica* erginlerini öldürme etkinliğinin düşük olduğu fakat maruz kalma süresi arttıkça etkinliğinin arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte doz miktarı ve maruz kalma süresi arttıkça BGN-1 kodlu yerel diatomun etkinliğinin de arttığı belirlenmiştir. Bu tespitler paralelinde BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının 2.5 g/m² dozu beton yüzey üzerinde altı gün, parke ve seramik yüzeyler üzerinde dördüncü gün sonunda %100 *B. germanica* ergin ölüm oranına ulaşmış iken 20 g/m² dozu tüm uygulama yüzeyleri üzerinde birinci gün sonunda %100 *B. germanica* ergin ölüm oranına sahip olan en etkili doz değeri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4 BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının 20 g/m² dozunun beton, parke, seramik yüzeyler üzerinde *Blatella germanica* erginlerini öldürme etkisi

Table 4 The mortality effect of a 20 g/m² dose of local diatom earth coded BGN-1 on concrete, parquet, ceramic surfaces against *Blatella germanica* adults

Uygulama Yüzeyi	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata					F ve P Değeri*
	6 saat	9 Saat	12 Saat	18 Saat	24 Saat	
Beton Yüzey	0±0 Da	55±2.8 Ca	92.5±2.5 Ba	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{4,15} =302.18 P<0.0001
Parke Yüzey	0±0Da	52.5±2.5 Ca	90±4.0 Ba	90±4.0 Bb	100±0 Aa	F _{4,15} =96.4 P<0.0001
Seramik Yüzey	7.5±7.5 Da	60±4.0 Ca	82.5±2.5 Ba	92.5±2.5 Bb	100±0 Aa	F _{4,15} =49.1 P<0.0001
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	
F ve P Değeri*	F _{2,9} =1.00 P=0.405	F _{2,9} =1.41 P=0.293	F _{2,9} =1.7 P=0.236	F _{2,9} =4.2 P<0.05	-	

*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır ve %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Aynı satırdaki farklı büyük ve aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır, (n=4). yapılan mevcut çalışmada da maruz kalma süresi ve

SONUÇ

Hamamböcekleri genellikle geniş etki spektrumuna sahip olan insektisitlere karşı direnç geliştirmiştir. Aynı zamanda bu geniş etki spektrumlu insektisitlerin, memelilere hatta tüm ekosisteme zararlı olduğu bilinmektedir. Son yıllarda artmakta olan çevresel bilinç ve farkındalığı ile doğada kolay parçalanabilen veya tamamen organik olan insektisitler alternatif mücadele yöntemleri olarak ümit vadetmektedir. Bu sebeptendir ki çevreye ve memeli sağlığını tehdit etmeyen, ekolojik çevreye zehirsiz olan diatom toprağı bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Tüm bu sonuçlar bu çalışma ile BGN-1 kodlu yerel diatom toprağının *B. germanica* ergin mücadelesinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu ve bu

böceğin mücadelesinde kullanılan geniş etki spektrumuna sahip sentetik instektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir. Fakat diatom toprağı türlerinin Alman hamamböceği doğal yaşam koşulları altında uygulanabilirliğine ve doğal koşullarda uygulandığında hamamböceği dışındaki diğer canlı etmenler ile etkileşimin belirlenmesine yönelik geniş kapsamlı bir çalışma ile ortaya konması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Alkan M, Ertürk S, Atay T, Çağlayan A 2019. Insecticidal efficacy of local diatomaceous earths against adult and larvae of *Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Turkish Journal of Entomology, 43(3): 347-254. doi: 10.16970/entoted.550954
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Meletsis CM 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. Journal of Stored Products Research. 43(4): 330-334. doi: 10.1016/j.jspr.2006.08.004
- Burgess NRH, Mc Dermott SN, Whiting A 1973. Aerobic bacteria occurring in the hind gut of the cockroach, *B. orientalis*. The Journal of Hygiene. 71(1): 1-7. doi: 10.1017/s0022172400046155
- Burgess NRH 1978. The cockroach as a health hazard. Proceed The Infection Control Nurses Association. 9: 31-33.
- Cloarec A, Rivault C, Fontaine F, Le Guyander 1992. A. Cockroaches as carriers of bacteria in multifamily dwellings. Epidemiology and Infection. 109(3): 483-490. doi: 10.1017/s0950268800050470
- Çetin ET, Ang Ö, Töreci K 1973. Tıbbi Parazitoloji. İstanbul 13: 504
- Dong PA, Valles RM, Scharf ME, Zeichner B, Bennet GW 1998. The Knockdown resistance (kdr) mutation in pyrethroid-resistant german cockroaches. Pesticide Biochemistry and Physiology. 60: 195-204.
- Ebeling W 1971. Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology. 16: 123-158. doi:10.1146/annurev.en.16.010171.001011
- Faulde MK, Scharninghausen JJ, Cavaljuga S 2006. Toxic and behavioural effects of different modified diatomaceous earths on the German cockroach, *Blattella germanica* (L.)(Orthoptera: Blattellidae) Under Simulated Field Conditions. Journal of Stored products research. 42(3): 253-263. doi.org/10.1016/j.jspr.2005.03.001
- Hosseini SA, Bazrafkan S, Vatandoost H, Abaei MR, Ahmadi MS et al. 2014. The insecticidal effect of diatomaceous earth against adults and nymphs of *Blattella germanica*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 4(1): 228-232. doi: 10.12980/APJTB.4.2014C1282
- Jialin Z, Mingsheng W, JianMing C 2007. Resistance investigation of *Blattella germanica* to six insecticides and control strategy in Hefei city. Chinese. Journal of Vector Biology and Control. 2: 98-99.
- Mansouri 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-Acairicides to Control *Tetranychus cinnabarinus*, the Carmine Spider Mite. Phytoparasitica. 32: 66-72.
- Patourel GNJ, Zhou JJ 1990. Action of amorphous silica dusts on the German cockroach *Blattella germanica* (Linneaus) (Orthoptera: Blattidae). Bulletin of Entomological Research 80(1): 11-17. doi:10.1017/S0007485300045855
- Quarles W 1992. Diatomaceous earth for pest control. The IPM Practitioner 14(5/6):1-11.
- Roberts J 1996. Cockroaches linked with asthma, Br. Med. J. 312: 1630-1637. doi:10.1136/bmj.312.7047.1630a
- Rust MK, Reiersen DA (1991). Chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from restaurants Journal Economic Entomology. 84(3): 736-740. doi:10.1093/jee/84.3.736
- Shams G, Safaralizadeh MS, Imani S 2011. Insecticidal effect of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. African Journal of Agricultural Research. 6(24): 5464-5468. doi: 10.5897/AJAR11.1188
- SPSS 2015. Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Tarshis IB 1959 Sorptive dusts on cockroaches. Calif Agric 13: 3-5
- Wakil W, Shabbir A 2005. Evaluation of diatomaceous earth admixed with rice to control *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Pakistan Entomologist. 27: 15-18.
- Waldvogel MG, Moore CB, Nalyanya GW, Stringham SM, Watson WD et al. 1999. Integrated cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) management in confined swine production, pp. 183-188. In W. H. Robinson, F. Rettich, and G. W. Rambo [eds.] Proceeding of the 3rd international conference of urban pests. Graficke Zavody Hronov, Prague, Czech Republic.
- Zacher F, Kunike G 1931. Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Karbonaten. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land und Forstwirtschaft, Berlin. 18: 201-231.