



Sıcaklık Değişimi *Amaurochaete comata* ile Beslenen Böceğin Hareketini Etkiler mi?

Eda Güneş^{1*}, Gönül Eroğlu²

¹ Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Turizm Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye

² Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye

E-Posta: egunes@erbakan.edu.tr, gnleroglu@gmail.com

Gönderim 02.12.2021; Kabul 24.02.2022

Özet: Çalışmada günümüz sorunlarından olan iklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkilerinin nedenli etkili olabileceği model organizma (*Drosophila melanogaster*) kullanılarak beslenme ve sıcaklık modellenmesi ile gösterilmek istenmiştir. Tesadüfen ya da zorunlu olarak miksomisetler ile beslenen böceklerin bir derece sıcaklık farkı oluşturularak besine yaklaşımı ve tırmanma performansındaki değişim belirlenmiştir. Bu amaçla 2.5 ppm *Amaurochaete comata* ile iki farklı sıcaklıkta (25 ve 28 ± 2°C) yetiştirilen erkek sineklerden tırmanma hareketlerinin sıcaklık ile arttığı belirlenmiştir. Sonuçlara bağlı olarak böcekler ve mantar arasındaki ilişkinin sıcaklıktan etkilendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, mantar, model organizma, tırmanma.

Does Temperature Change Affect the Movement of Insect Feeding on *Amaurochaete comata*?

Received 02.12.2021; Accepted 24.02.2022

Abstract: In the study, it was aimed to show that the effects of climate change and global warming, which are today's problems, can be devastating by using nutrition and temperature modeling using a model organism (*Drosophila melanogaster*). The change in approach to food and climbing movements of insects that feed on myxomycete, either by chance or compulsorily, was determined by creating a temperature difference of one degree. For this purpose, it was determined that the climbing movements of male flies grown with 2.5 ppm *Amaurochaete comata* at two different temperatures (25 and 28 ± 2°C) increased with temperature. Depending on the results, it was determined that the relationship between insects and fungi was affected by temperature.

Key Words: Global warming, fungus, model organism, climbing.

GİRİŞ

İklim değişikliği ve küresel ısınma ortam şartlarını değiştirmekle kalmayıp, insan dahil diğer canlıları da olumsuz etkilemektedir. Sıcaklık değişimlerinde görülen küçük artışlar ya da azalışlar doğal yaşam alanlarına, ilişkilerine, fizyolojileri gibi birçok unsura etkisi büyüktür [1]. Örneğin değişen koşullar bazen ekosistemde canlıların beslenme şekillerine, vücut büyüklükleri ya da görünüşlerine, çiftleşme davranışları ve üreme kapasitelerine olumsuz olarak yansiyabilirken, ilerleyen zamanda türlerin yok olmasına da sebep olabileceği unutulmamalıdır [2,3]. İklim değişiklikleri, küresel ısınmaya yol açan gazlar hayvanlar arası en fazla türü barındıran grup olmasından dolayı ekosistemin en önemli elemanlarından olan böcekleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir [4,5]. Sıcaklık ve nem değişimlerinden etkilenebilen arılar gibi böceklerin gelişimleri etkilenirken; yer değiştirme hızları, üreme kapasiteleri, besin tercihleri, besin rekabeti ve ekolojik süreçlerini değiştirerek stres faktörü olarak bilinmektedir [6]. Özellikle canlıların temel gereksinimleri arasında olan beslenme, küresel sorunlar nedeniyle değişerek canlıyı etkilediği için çok önemlidir. Sıcaklık değişimleri böceğin yeme davranışını değiştirdiği gibi beslenmeye bağlı hareketi de hızlandırmakta ya da yavaşlatmaktadır [7,8]. Sonuç olarak canlı strese ya da diapoza girmekte [9,10], bazen bir türün yok olması bazen de aşırı çoğalıp diğer türlerin tehlikeye girmesini sağlayabilmektedir.

Miksomiset sporları protein açısından zengindir [11] ve bu hayvanlar için önemli bir besin kaynağı olabilir [12]. Böcekler (hem yetişkin hem de larvalar) sporlarla beslenir ve muhtemelen belirli miksomiset türleri için spor dağılımında önemli bir rol oynarlar [13,14]. Ayrıca miksomisetlerin çeşitli böceklerle ve diğer omurgasızlara barınak ve üreme yeri sağladığı bilinmektedir [13]. Birçok hayvan özellikle omurgasızlar besin kaynağı olarak miksomisetlerin (Myxomycetes, Mycetozoa, civık mantar) plasmodium ya da spor/sporokarpları ile beslenebilmektedir [15-17]. Böcekler ve sinekler ile konakçı

*İlgili E-posta/ Corresponding E-mail: egunes@erbakan.edu.tr, Orcid: 0000-0001-7422-9375

miksometler arasındaki etkileşimin ekolojisi üzerin bazı araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, miksometleri ve eklembacaklılarla belirli bir etkileşimin meydana gelebileceği gelişme aşamasında bulmanın zorluğu sebebiyle arasındaki ekolojik ilişkiler üzerine çok az araştırma yapılmıştır [18]. Bundan dolayı sekiz böcek türünün miksometler ile beslendiği bilinirken, tesadüfen ya da zorunlu olarak beslenen türlerin bulunabildiği bilinmektedir [17]. Türkiye'den şimdiye kadar 361 miksomet türü bildirilmiştir [19]. Sporlarının protein açısından zengin olması sebebiyle böceklerin miksometlerin sadece spor bulunan kısımları yediği belirtilmektedir. Ayrıca böcekler gibi mantarlar mezofilik türler oldukları için yetişmeleri için ortam sıcaklıkları önemlidir [20]. *Amaurochaete comata* G. Lister & Brândza türünün sporokarpi aethaliumdur. Sporokarp yastıksı, 5-10 mm çapında, oldukça büyüktür [21].

Çalışmada doğal ya da tesadüfen *A. comata* ile beslenen model organizma (*Drosophila melanogaster* Meigen) erkeklerinin küçük sıcaklık değişiminde tırmanma performansları (TP) takip edilerek hareket değişim modellemesi yapılmıştır. Hareketlerin kıyaslanabilmesi için negatif kontrol grubu olarak hareket parametrelerini uyardığı ve günlük lokomotor ritimlerini değiştirdiği bilinen H₂O₂ kullanılmıştır [22]. Böylece sıcaklık, beslenme ve böcek-mantar ilişkisi bir miktar anlaşılmasına çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

D. melanogaster (Oregon) kültürü standart besin (SB) ile sabit inkübatör şartlarında (25 ± 2 oC, %60 nem, 12 saat aydınlık/karanlık) üniversite laboratuvarında yetiştirilmektedir [23]. *A. comata* taksonu ise 2007 yılında Hadim ilçesi Bağbaşı köyünden (Konya, Türkiye) toplanan kesik *Quercus* L. sp. kütüğü kabuklarının nem odası tekniğine tabi tutulması sonucunda gelişmiştir [24]. Örneğin teşhisi Dr. Öğr. Üyesi Gönül Eroğlu tarafından yapıp steril deney tüplerine alınmıştır (Şekil 1). SB içine 2.5 ppm *A. comata* homojen olarak besin donmadan önce eklenmiş ve karıştırılarak deney grupları oluşturulmuştur. Deney düzeneği tablo 1'de görüldüğü şekilde dizayn edilmiştir. Negatif kontrol olarak %30 Hidrojen peroksit (H₂O₂) solüsyonundan %2'si emdirilerek hazırlanan filtre kağıtları besinin üzerine bırakılmıştır [25]. Aynı yaşta bireyler elde etmek için kültürden dişi ve erkek bireyler seçilerek çiftleştirilmelerinden sonra birinci evre larvaları elde edilmiştir. Her deney grubuna aseptik koşullarda 100 adet birinci evre larvası aşılanmıştır (toplam n=600). Larvalardan ergin bireyler çıktıktan bir gün sonra önce soğuk anestezi altında cinsiyet tayini yapılarak erkek ve dişiler ayrılmıştır. Çiftleşmemiş erkek bireyler aynı yetiştirilme ortamlarına alınarak beslenmeye üç gün daha devam edilmiştir. Sinekler üçüncü gün sonunda besin ortamlarından çıkarılarak 2 saat aç bırakılmıştır. Soğuk anestezi altında 5'şerli gruplara ayrılarak yine aynı deney gruplarının bulunduğu yeni besinlere dağıtılmıştır. Hareketin değerlendirilmesi için TP testi yapılmıştır [25]. Bu işlem hatasını giderebilmek için deneyler hep aynı saatlerde (sabah 9) yapılmış ve dört kere tekrarlanmıştır. Soğuk anestezinin elimine edilmesi için 10 sn. sinekler dinlendirildikten sonra negatif jeotaksisten faydalanarak tüpler 3 kez hızlıca masaya vurulmuş ve dikey mesafede hareketleri 5 sn. beklenerek fotoğraflanmıştır. Hesaplamaların yapılabilmesi için tüpler işaret bölgelerinden 5 kadrana bölünmüş (sınır besin ölçüsü 2 cm-üst sınır 14 cm arası): Tüpün en üstünde kalanlara 5, en altta kalanlara ise 1 puan verilmiştir. Sergilenen ortalama puanlara göre TP belirlenmiştir (deney grubu başına ortalama hareket puanı/birey sayısı). Elde edilen puanlara göre grafik oluşturulmuştur.

Grup içi TP'sının belirlenmesinde tek yönlü "Varyans Analizi" (ANOVA), bağımsız gruplar arası değişimin belirlenmesinde "Mann Whitney U testi", ortalamalar arasındaki farkın önemini saptamak için "LSD Testi" kullanılmıştır ($p<0,05$).



Şekil 1. *A. comata* Sporokarpın stereomikroskop görüntüsü

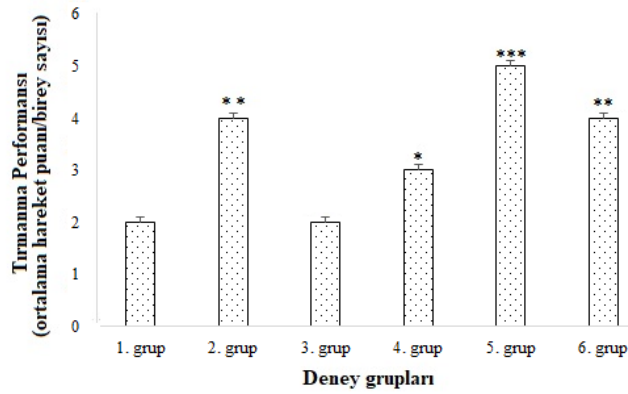
Tablo 1. Deney düzeneği tablosu

| Normal sıcaklıkta (25°C'de) yetiştirilen gruplar | Artan sıcaklıkta (28°C'de) yetiştirilen gruplar |
|--|--|
| 1. Grup (Sham grubu): Sadece SB bulunan | 4. Grup (Sham grubu): Sadece SB bulunan |
| 2. Grup (negatif kontrol grubu): SB'ne ek hidrojen peroksit emdirilen filtre kağıtları bulunan | 5. Grup (Negatif kontrol grubu): SB'ne ek hidrojen peroksit emdirilen filtre kağıtları bulunan |
| 3. Grup (deney grubu) SB'ne ek 2.5 ppm <i>A. comata</i> bulunan | 6. Grup (deney grubu): SB'ne ek 2.5 ppm <i>A. comata</i> bulunan |

BULGULAR VE TARTIŞMA

İklim değişikliği hem besin piramidini hem de beslenme zincirinde yer alan canlı iletişim/etkileşimini değiştirebilmektedir. Örneğin hayvanların genel yetiştirme ortam sıcaklıklarının (termal konfor alanları) altında ısı dengesini sağlamak için hareketlerini ve yeme sürelerini arttırdıkları bilinmektedir [7]. Çünkü hayvanlarda büyüme, gelişme, üreme gibi sirkadiyen ritimler sonucu ortaya çıkan fizyolojik, metabolik ve davranış etkileri maruz kaldıkları çevreye ve interaksiyonlara göre canlıyı değiştirebilmektedir [26,27]. Canlıya bağlı uygun sıcaklık koşulları (hayvana, yaşa, cinsiyete, beslenme düzeyine bağlı) farklı olduğu için çalışmada aynı tutabilmek için üç günlük erkek bireylerle beslenme modellenmesi yapılmıştır. Sıcaklık böceklerde hormonal regülasyon üzerine de etki ettiği için çalışmada erkek bireyler tercih edilmiştir [28,29].

Yüksek sıcaklık ya da sıcaklık artışı canlının strese girmesine, beslenmenin azalmasına, solunum hızının, uyanıklığın ve hareketin artmasına neden olur [8]. Çalışmada H₂O₂ ile stres ortamı oluşturularak artan sıcaklık ve stres durumunda 2 ve 5. gruplarının en aktif TP'na sahip oldukları bulunmuştur. Şekil 2'de gruplar arası en aktif hareketin 28°C'de yetiştirilen negatif kontrol grubuna ait olduğu görülmektedir. Benzer çalışmalarda da stres ortamında hareket artarken, sıcaklık stresi durumunda kaslarda glikoz ve yağ yıkımı sağlayarak uçuş kaslarında dejenerasyona neden olduğu bildirilmiştir [20, 30-32]. Kontrol grupları ile kıyaslandığında (1 ve 4. grup) beslenme ile alınan *A. comata*'nın uygun sıcaklık koşullarında strese ve hareket artışına neden olmadığı; fakat sıcaklık artışı ile alınan besinin artması sonucu fazla yenen proteinin (miksomet sinek ilişkisine bağlı olarak) solunum katsayısını artırarak kontrole kıyasla istatistik olarak tırmanmayı arttırdığı düşünülmektedir ($p < 0.05$). Çünkü direnç genleri taşımasıyla *D. melanogaster* soylarının yüksek sıcaklıklara direnç kazanabileceği ve susuzluğa da dirençli olabilecekleri bilinmektedir [33-36].



Şekil 2. Deney gruplarının tırmanma performansı (İstatistiki olarak *farklıdır **'dan, ** farklıdır ***'dan farklıdır; $p < 0.05$)

SONUÇ

D. melanogaster strese dirençli bir tür olsa da stres koşulları altında (sıcaklık ve H₂O₂) besin tüketiminin artmasına ve hareketin değişmesine sebep olmaktadır. Çevresel sorunlar sadece sirkadiyen ritimimizi değil diğer canlılarla etkileşimimiz de etkilemektedir. Sıcaklık ve beslenme içeriğindeki miksomisete bağlı böcekte değişen TP bunun basit bir göstergesidir.

KAYNAKLAR

- [1] Aksay, C.S., Ketenoglu, O., Kurt, L., 2005, Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, Vol. 1(25), 29-42.
- [2] Doğan, S., Özçelik, S., Dolu, Ö., Erman, O., 2010, Küresel Isınma ve Biyolojik Çeşitlilik. İklim Değişikliği ve Çevre, Vol. 3, 63-88.
- [3] Sisodia, S., Singh, B.N., 2012, Experimental Evidence for Nutrition Regulated Stress Resistance in *Drosophila ananassae*. PLOS ONE, Vol. 7(10), e46131.
- [4] Aydın, G., 2011, Biyolojik Çeşitlilikte Bitki-Böcek Etkileşimi: Tarım Alanları, Doğal ve Yarı Doğal Habitatlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Vol. 15(3), 178-185.
- [5] Kıyak, S., 2019. Dünyadaki Biyoçeşitlilik ve Böceklerin Ekosistem Açısından Önemi Hakkında. Journal of the Heteroptera of Turkey, 2687-3249, 8-9.
- [6] Topal, E., Özsoy, N., Şahinler, N., 2016, Küresel Isınma ve Arıcılığın Geleceği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Vol. 21(1), 112-120.
- [7] Uysal, A., Kaygusuz, E., Akdağ, F., 2021, Simmental İneklerinde İklimsel Faktörler ile Soğuk Stresinin Davranış Özelliklerine Etkisi. Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences, Vol. 6(4), 679-683.
- [8] Durmuş, M., Koluman, N. Yüksek Çevre Sıcaklığına Maruz Kalan Ruminant Hayvanlarda Meydana Gelen Hormonal Değişimler. Hayvansal Üretim, Vol. 60(2), 159-169.
- [9] Williams, P.D., Day, T., Fletcher, Q., Rowe, L., 2006, The Shaping of Senescence in the Wild. Trends in Ecology & Evolution, Vol. 21(8), 458-463.
- [10] Schmidt, P.S., Conde, D.R., 2006, Environmental Heterogeneity and the Maintenance of Genetic Variation for Reproductive Diapause in *Drosophila melanogaster*. Evolution, Vol. 60(8), 1602-1611.
- [11] Ing, B., 1967,
- [12] Llyod, S., 2014,
- [13] Stephenson S.L. 2021
- [14] Lemos, D.B.N., Agra, L.D.A.N.N., Iannuzzi, L., Bezerra, M.D.F.D.A., Cavalcanti, L.D.H., 2010, Co-existence of Myxomycetes and Beetles in an Atlantic Rainforest Remnant of Pernambuco, Brazil, with Emphasis on Staphylinids (Coleoptera: Staphylinidae). Journal of Natural History, Vol. 44(21-22), 1365-1376.
- [15] Keller, H.W., Snell, K.L., 2002, Feeding Activities of Slugs on Myxomycetes and Macrofungi. Mycologia, Vol. 94(5), 757-760.

- [16] Dudka, I.O., Romanenko, K.O., 2006, Co-existence and Interaction Between Myxomycetes and Other Organisms in Shared Niches. *Acta Mycologica*, Vol. 41(1), 99-112.
- [17] Chachuła, P., Melke, A., Ruta, R., Szołtys, H., 2021. Myxomycete-Coleoptera Associations in the Polish Carpathians. *Journal of Natural History*, Vol. 55(27-28), 1749-1768.
- [18] Kylin, H., 2001. Biodiversity in a Slime Sould: Arthropods Associated with *Brefeldia maxima*. *Mycologist*, Vol. 15(2), 70-73.
- [19] Baysal, R., Eroğlu, G., 2022. Diversity of Myxomycete on Koya-Beyşehir Highway Route. *Anatolian Journal of Botany*, Vol. 6(1), 55-61.
- [20] Mentеше, S., Rad, A.Y., Arısoy, M., Güllü, G., 2009, Ankara Şehir Atmosferinde Biyoaerosol Seviyelerinin Mekansal Değişimi. *Ekoloji*, Vol. 19(73), 21-28.
- [21] Martin G.W., Alexopoulos, C.J., 1969. *The Myxomycetes*. Iowa: University of Iowa Press.
- [22] Grover, D., Ford, D., Brown, C., Hoe, N., Erdem, A., Tavaré, S., Tower, J., 2009, Hydrogen Peroxide Stimulates Activity and Alters Behavior in *Drosophila melanogaster*, *PLoS One*, Vol. 4(10), e7580.
- [23] Güneş, E., Büyükgüzel, E., 2017, Oxidative Effects of Boric Acid on Different Developmental Stages of *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, Vol. 41(1), 3-15.
- [24] Eroğlu, G., Kaşık, G. 2013. Six New Records from Turkey. *Journal of Applied Biological Science*, Vol. 7(1), 75-78.
- [25] Güneş, E., 2021, Ankaferd Blood Stopper, *Drosophila melanogaster*'de Stres ve Yaşlanma Üzerindeki Davranışı Değiştiriyor mu?. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Vol. 4(2), 77-81.
- [26] Göncü, S., Önder, D., Koluman, N., Mevliyaoğulları, E., 2015, Sıcak ve Nemli Koşullara Uygun Hayvan Barınak Özellikleri. *TÜSEAD*, Vol. 5(30), 42-47.
- [27] Hardin, P.E., 2011, Molecular Genetic Analysis of Circadian Timekeeping in *Drosophila*. *Advances in Genetics*, Vol. 74, 141, 2011.
- [28] Denlinger, D.L., 2002, Regulation of diapause. *Annual Review of Entomology*, Vol. 47(1), 93-122.
- [29] Richard, D.S., Watkins, N.L., Serafin, R.B., Gilbert, L.I., 1998, Ecdysteroids Regulate Yolk Protein Uptake by *Drosophila melanogaster* oocytes. *Journal of Insect Physiology*, Vol. 44(7), 637-644.
- [30] Pesah, Y., Pham, T., Burgess, H., Middlebrooks, B., Verstreken, P., Zhou, Y., Mardon, G., 2004, *Drosophila* Parkin Mutants Have Decreased Mass and Cell Size and Increased Sensitivity to Oxygen Radical Stress. *Development*, Vol. 131(9), 2183-2194.
- [31] Greene, J.C., Whitworth, A.J., Kuo, I., Andrews, L.A., Feany, M.B., Pallanck, L.J., 2003, Mitochondrial Pathology and Apoptotic Muscle Degeneration in *Drosophila* Parkin Mutants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 100(7), 4078-4083.
- [32] Hazır, C., Gamze, B., Yurter, H.E., 2021, Nörodejeneratif Hastalık Araştırmalarında *Drosophila melanogaster* Modeli. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, Vol. 46(2), 237-245.
- [33] Kellermann, V., Hoffmann, A.A., Overgaard, J., Loeschcke, V., Sgrò, C.M., 2018, Plasticity for Desiccation Tolerance Across *Drosophila* Species is Affected by Phylogeny and Climate in Complex Ways. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 285, 20180048.
- [34] Ayala, D., Zhang, S., Chateau, M., Fouet, C., Morlais, I., Costantini, C., Hahn, M.W., Besansky, N.J., 2019, Association Mapping Desiccation Resistance Within Chromosomal Inversions in the African Malaria Vector *Anopheles gambiae*. *Molecular Ecology*, Vol. 28(6), 1333-1342.
- [35] K. Fischer, K. Fiedler, 2002, Reaction Norms for Age and Size at Maturity in Response to Temperature: A Test of the Compound Interest Hypothesis. *Evolutionary Ecology*, 16(4), 333-349.
- [36] T. Flatt, 2020, Life-History Evolution and the Genetics of Fitness Components in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, Vol. 214, 3-48.