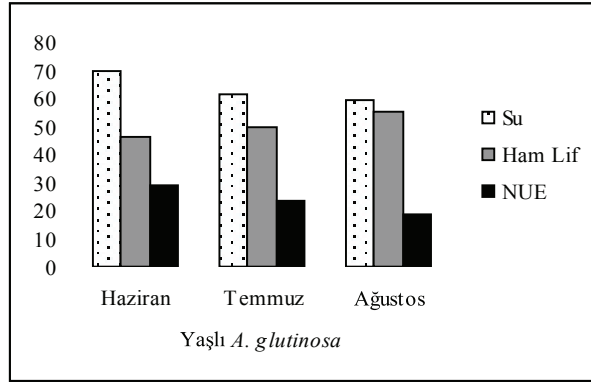
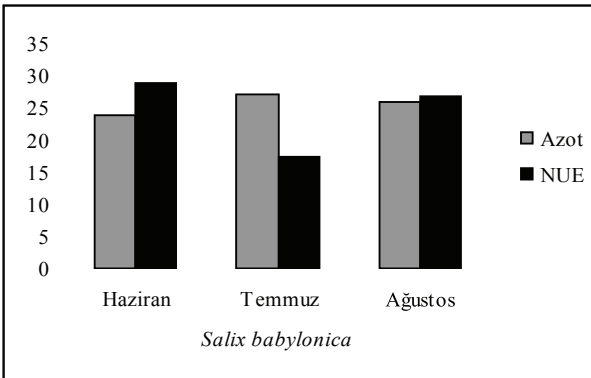


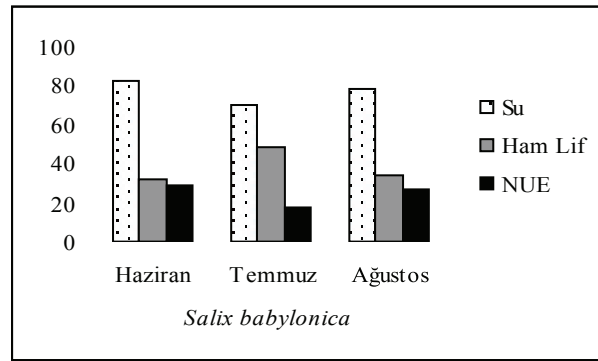
Şekil 3. Yaşlı *A. glutinosa* yaprak azot içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki



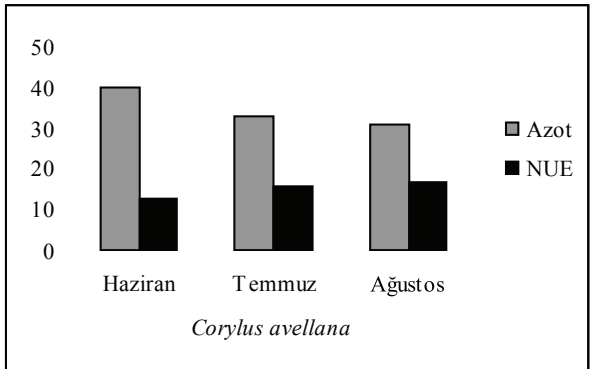
Şekil 4. Yaşlı *A. glutinosa* yaprak su ve ham lif içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki



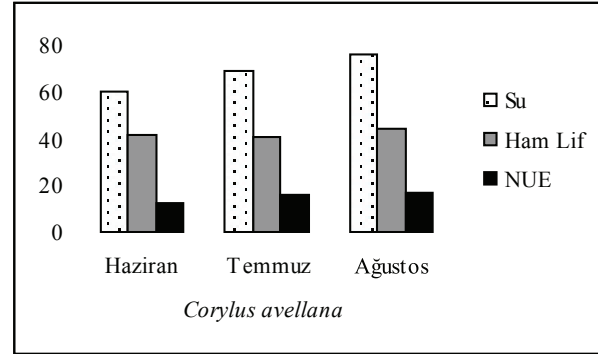
Şekil 5. *S. babylonica* yaprak azot içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 6. *S. babylonica* yaprak su ve ham lif içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 7. *C. avellana* yaprak azot içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 8. *C. avellana* yaprak su ve ham lif içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki

Tablo 3. Yaprak sekonder bileşikleri ile larvaların azot kullanım etkinliği arasındaki ilişki,

Bitki Örnekleri	Proantosiyinin ve NUE	Gallotanen ve NUE	Toplam Fenolik ve NUE
Genç <i>A. glutinosa</i>	-0.0480	-0.2624	-0.0435
Yaşlı <i>A. glutinosa</i>	0.0022	0.0069	-0.0219
<i>Salix babylonica</i>	-0.6004	0.0070	0.0121
<i>Corylus avellana</i>	-0.1229	0.0143	0.0011

*Korelasyon katsayısı tüm beslenme periyodunu kapsayan değerler üzerinden hesaplanmıştır.

S. babylonica'da biraz daha düşük (Şekil 6, $r = 0.82$, $P < 0.01$) ve *C. avellana* 'da da en yüksek (Şekil 8, $r = 0.97$, $P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Yine regresyon analiz sonuçlarına göre, yaprak sekonder bileşikleri ile larvaların azot kullanım etkinliği arasında ise herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür (Tablo 3).

TARTIŞMA

Herbivorlar için bir bitkinin besin kalitesi, bitkisel dokuların sekonder madde içeriği kadar su ve besin elementleri ile belirlenir [25]. Çalışmada kullanılan bütün bitki türleri için yaprak azot içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir ($r^2 > 0.81$, $P < 0.01$). Diğer bir ifade ile yapraktaki azot oranını artışı ile artan azot tüketimi, bu artışı tolere edecek şekilde azot atılımı ile dengelenmiştir. Bu çalışma, Raubenheimer ve Simpson'un [26] ileri sürdüğü gibi, homeostatik besin sistemlerinin genel prensibine uygun olarak, az miktarda azot tüketen tırtılların sınırsız miktarda tüketenlere oranla azotu daha verimli kullandıkları düşüncesini destekleyen sonuçlar içermektedir. Thompson ve Redak [27] protein ağırlıklı diyetlerde azotun sınırlı kullanılmasının, bu besinlerdeki karbonhidrat eksikliğinin, tüketilen proteinin bir kısmının glikoneogenezis ile karbonhidratlara dönüştürülmesi ile ilgili olabileceğini göstermiştir. Bu tür bir azot dönüşümü ile karbonhidrat sentezi çalışmamızda kullanılan larvalarda gözlenmemiştir. Çünkü larvaların azot kullanım etkinliği (NUE $< \%30$) değerleri, fazla azotun veya azotlu bileşiklerin önemli bir ölçüde değişime uğratılmadan atıldığını göstermektedir. Bu çalışmada, yaprak ham lif içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasında da negatif bir ilişki tespit edilmiştir ($r < -0.86$, $P < 0.01$). Besindeki lif içeriğine bağlı olarak tüketilen azotun veya karbonhidratın kullanımındaki verimin azalması, iki muhtemel nedeni akla getirmektedir. Birincisi, herbivor böcekleri de içeren birçok hayvan grubunda [28] sindirilemeyecek yapıdaki partiküllerle konsantrasyonu düşen besinlerin, mideden doğrudan (sindirilmeden) geçiş oranında bir artışa neden olduğu görüşüdür. Bu geçiş oranındaki artış sindirim enzimiyle besin substratları arasındaki teması azaltır ve böylece tüketilen besinlerin sindirilme oranı düşer [29]. Aynı zamanda, sindirilemeyen selülozun varlığı, kinetik dengenin, sindirilebilir ürünlerden ziyade sindirilemeyen substratlara doğru kaymasına neden olabilir ve midedeki besinlerin etkili konsantrasyonlarını da düşürebilir. Yaprak su içeriği ile larvaların azot kullanım etkinliği arasında ise pozitif bir ilişki tespit edilmiştir ($r > 0.82$, $P < 0.01$). Bu sonuç, yaprak su içeriğinin kullanılabilir azot miktarıyla doğru orantılı olduğu düşüncesini [3] desteklemiştir. Çalışmada kullanılan bitki yapraklarında miktarları tespit edilen proantosiyanidin ve gallotanen gibi fenolik

bileşiklerin ana molekülü olan tanenlerin etkisi, besinlerle alınan proteinlere ve sindirimde rol oynayan enzimlere bağlanarak onların aktivitelerini kaybetmelerine neden olmasıdır [30]. Bu çalışmada ise yaprak sekonder bileşikleri ile larvaların azot kullanım etkinliği arasında ise herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür (Tablo 3). Bu sonuç, *A. alni* larvalarının özellikle son gelişim evresinde bazı yaprak fenoliklerinin, sindirim verimi üzerine olan olumsuz etkilerini tolere edebilecek mekanizmalara sahip olabileceği düşüncesini ortaya koymuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada, oligofaj herbivor bir böcek olan *Agelastica alni* L. larvalarının azot kullanımını, beslendiği bazı bitkilerin kimyasal içeriği (su, azot, ham lif ve fenolik madde miktarı) bakımından araştırılmıştır. Sonuç olarak, *Agelastica alni* larvalarının azot kullanımının, yaprak azot ve ham lif miktarından olumsuz, su miktarından ise olumlu etkilendiği ancak yaprak sekonder madde içeriğinden etkilenmediği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Simpson S. J. and D. Raubenheimer 2001. The geometric analysis of nutrient allelochemical interactions: a case study using locusts. *Ecology* 82: 422-439.
- [2] Harborne, J. B., 1994. Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press (Çeviri: Bilgener, M., 2002. *Ekolojik Biyokimyaya Giriş*, sayfa 126. Ondokuzmayıs Üniversitesi Yayınları. Samsun).
- [3] Mattson, J. , 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 119-161.
- [4] Fox, LR, Morrow, PA., 1981. Specialization: Species property or local phenomenon. *Science*, 211: 887-892.
- [5] Feeny, P., 1970. Seasonal changes in the tannin content of oak leaves. *Phytochemistry*, 7: 871-880.
- [6] Mattson, W. J. and Scriber, J. M., 1987. Nutritional Ecology Of Insect Folivores Of Woody Plants Nitrogen, Water, Fiber, And Mineral Considerations. *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates* (ed. by F. Slansky and J.G. Rodrigues). John Wiley and Sons, New York, NY, USA, 105-46
- [7] Cotrufo, M. F., Ineson, P. and Scott, A., 1998. Elevated CO2 Reduces The Nitrogen Concentration Of Plant Tissues. *Global Change Biology*, 4: 43- 54.
- [8] Lower, S. S. and Orians, C. M., 2003. Soil Nutrients And Water Availability Interact To Influence Willow Growth And Chemistry But Not Leaf Beetle Performance. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 107: 69- 79.
- [9] Faeth, S. H., 1986. Indirect Interactions Between Temporally Separated Herbivores Mediated By The Host Plant. *Ecology*, 67: 479- 494.

- [10] Martinsen, G. D., Driebe, E. M. and Whitham, T. G., 1998. Indirect Interactions Mediated By Changing Plant Chemistry: Beaver Browsing Benefits Beetles. *Ecology*, 79: 192- 200.
- [11] Joern, A. and Behmer, S. T., 1997. Importance Of Dietary Nitrogen And Carbohydrates To Survival, Growth, And Reproduction İn Adults Of The Grasshopper *Agriota deorum* (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia*, 112: 201- 208.
- [12] Fischer, K. and Fiedler, K. 2000. Response Of The Copper Butterfly *Lycaena Tityrus* To Increased Leaf Nitrogen in Natural Food Plants. *Oecologia*, 124: 235- 241.
- [13] Jiang, M. and Cheng, J., 2004. Feeding, Oviposition and Survival of Overwintered Rice Water Weevil (Coleoptera: Curculionidae) Adults in Response to Nitrogen Fertilization of a Rice at Seedling Stage. *Applied Entomology and Zoology*, 38: 543- 549.
- [14] Mattson, W. J. ve Addy, N. D., 1975. Phytophagous Insects As Regulators Of Forest Primary Production. *Science*, 190: 515-22.
- [15] Janzen, D. H., 1974. Tropical Blackwater Rivers, Animals And Mast Fruiting By The Dipterocarpaceae. *Biotropica*, 6: 69-103.
- [16] Slansky, F. Jr., Feeny, P., 1977. Stabilization of the rate of nitrogen accumulation by larvae of the cabbage butterfly on wild and cultivated plants. *Ecol. Monogr.* 47: 209-228.
- [17] Lee, K. P., Behmer, S. T., Simpson. S. and Raubenheimer, D. 2002. A Geometric Analysis Of Nutrient Regulation İn The Generalist Caterpillar *Spodoptera littoralis* (Boisduval). *Journal of Insect Physiology*, 48: 655- 665.
- [18] Lee, K. P., Raubenheimer, D. and Simpson, S. J., 2004. The Effects Of Nutritional İmbalance On Compensatory Feeding For Cellulose-Mediated Dietary Dilution İn A Generalist Caterpillar. *Physiological Entomology*, 29: 108- 117.
- [19] Tischler, W., 1977. Kontinuität, Des Biosystems Erle (*Alnus*) Erlenblattkäfer (*Agelastica alni*). *Z angew Zool*, 64: 69 -92.
- [20] Swain, T. and Hillis, W. E., 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. Sci. Food Agric.*, 10: 63-68.
- [21] Bate-Smith, E. C., 1975. Phytochemistry of Proanthocyanidins, *Phytochemistry*, 14: 1107-1113.
- [22] Bate-Smith, E. C., 1977. Astringent Tannins Of *Acer* Species, *Phytochemistry*, 16: 2331-2336.
- [23] Allen, S. E., Grimshaw, H. M., Parkinson, J. A., Quarmby, C. and Roberts, J. D., 1986. Chemical Analysis. In: Champman, S. B. (eds) *Methods in Plant Ecology*, 411-466. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- [24] Morrison, I. M., (1972). A semi-micro method for the determination of lignin and its use in predicting digestibility of forage crops. *J. Sci. Food Agric.*, 23: 455-463.
- [25] Slansky Jr. F. and Rodriquez J. G. 1987. Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates, Wiley-Interscience, New York, USA.
- [26] Raubenheimer, D. and Simpson, S.J., 1994. The Analysis Of Nutrient Budgets. *Functional Ecology*, 8: 783-791.
- [27] Thompson, S. N. and Redak, R. A., 2000. Interactions Of Dietary Protein And Carbohydrate Determine Blood Sugar Level And Regulate Nutrient Selection İn The Insect *Manduca sexta* L. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1523: 91- 102.
- [28] Yang, Y. and Joern, A., 1994. Compensatory Feeding İn Response To Varying Food Quality By *Melanoplus differentialis*. *Physiological Entomology*, 19: 75- 82.
- [29] Afik, D. and Karasov. W.H., 1995. The Trade-Offs Between Digestion Rate And Efficiency İn Warblers And Their Ecological İmplications. *Ecology*, 76: 2247-2257.
- [30] Bernays, E. A. and Chamberlain, D., 1980. A Study Tolerance of Ingested Tannin in *Schistocerca gregaria*. *J. Insect Physiol.* 26: 415-420.