

## Tahılların Depolanması Sırasında Böcek Üremesi ve Etkileri

Şule Keskin<sup>1,✉</sup>, Hazım Özkaya<sup>2</sup><sup>1</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölköy, Bolu<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Dışkapı, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 08.05.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 15.08.2013

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [sulekeskin@ibu.edu.tr](mailto:sulekeskin@ibu.edu.tr) (Ş. Keskin)

☎ 0 374 254 10 00 / 2629 📠 0 374 253 45 58

### ÖZET

Depolama sırasında tahıllarda hem kalite hem de verim açısından önemli kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıplara sebep olan faktörlerin başında ise böcekler bulunmaktadır. Depo zararlısı böcekler uygun koşullar bulunduğu takdirde tahıl depolarında hızla çoğalarak önemli kayıplara neden olmaktadır. Bu derlemede tahılların depolanması sırasında böcek üremesi, buna etkili faktörler ve böceklerin neden olduğu kayıplar hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Depolama, Tahıl, Böcek üremesi

### Insect Growth and Its Effects on Cereals during Storage

#### ABSTRACT

Significant quality and yield losses occur during the storage of cereals. Insects are mainly responsible from these losses. Insect population rapidly increases and may cause significant losses if they find favorable conditions in cereals during storage. In this study, insect growth, factors affecting insect productivity and losses due to insects during storage of cereals were reviewed.

**Key Words:** Storage, Cereal, Insect productivity

#### GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli yer tutan tahıllar, özellikle de buğday, günlük kalori ve protein ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Bu nedenle de fazla miktarda üretilmektedirler. 2001-2005 yılları verilerine göre dünyada tahıl üretiminin ortalama 2.1 milyar ton dolayında olduğu ifade edilmektedir. Tahıllar belli bir sezonda üretildiğinden ve tüketimi de yıl boyunca sürdüğünden yeni mahsul dönemine kadar, bazen de birkaç yıl, depolanmak zorundadır. Düşük nem içeriklerinden dolayı uygun koşullar sağlandığı takdirde uzun süre depolanabilmekte, ancak uygun olmayan koşullarda da kısa sürede bozulabilmektedirler [1-4].

Depolama sırasında tahılların kalitesini etkileyen birçok faktör olmakla birlikte bunların başında depo zararlısı böcekler gelmektedir. Böcekler ürüne tarlada iken de bulaşabilmekte ancak bulaşmanın büyük bir kısmı depoda meydana gelmektedir. Bunlar hem ürünü tüketerek verim kaybı oluşturmada hem de ürünü kirlenmektedirler. Yapılan çalışmalarda tahılın özellikleri ve depolama koşullarına bağlı olarak % 50'ye varan oranlarda depo kayıplarının meydana geldiği tespit edilmiştir [5-14]

#### DEPO ZARARLISI BÖCEKLER

Depo zararlısı böcekler başlıca 4 gruba ayrılmaktadır. Bunlar majör zararlılar, minör zararlılar, dıştan tesadüfen

bulaşan zararlılar, parazitler ve yırtıcı böceklerdir. Bunlardan majör zararlılar depolanmış ürünün bozulmasından birinci derecede sorumlu olan böcekler olup zor koşullara kolay adapte olduklarından tüm dünyada yaygın olarak görülmektedir. Minör zararlılar ise yüksek sıcaklık ve kötü sanitasyon koşullarında gelişmektedir. Dıştan tesadüfen bulaşan zararlılar, temizlenmemiş tahılda tesadüfen bulunan hamamböceği, sinek, güve v.b. canlılardır [2, 7].

Depolanmış tahılda zarar yapan böcekler, ayrıca tane içinde ve dışında gelişme durumlarına göre 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlardan tane içinde gelişenler *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica* ve *Sitotraga cerealella* gibi böceklerdir. Bu gruptaki böceklerin erginleri yumurtalarını tane içine bırakmakta ve larva tane içinde gelişmektedir. Bu sırada tanenin endosperm ve/veya ruşeym kısmını tüketerek tanede ağırlık kaybına, besin değerinin azalmasına ve ürünün kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Tahribatları başlangıçta fark edilemeyen bu böceklerin aniden ortaya çıkmaları gizli istila olarak adlandırılmaktadır. Bunlar öğütmeden önceki temizleme işlemi sırasında da tamamen uzaklaştırılmamakta ve öğütme sırasında taneyle birlikte öğütülüp ürünü kirletmektedirler. Tane dışında gelişen böceklerin larvaları ise tane dışında serbestçe hareket edebilmekte ve bu nedenle de kolayca fark edilebilmektedir. Bu böcekler ilk başta kırık taneler, tane kırıntıları, tanenin ruşeymi veya diğer kısımları ile beslenirler. Bu grupta yer alan bazı böcekler ruşeym kısmından taneye girerek gizli istilaya da neden olabilmektedir [2, 4, 7, 12, 15-18].

## DEPOLAMA SIRASINDA BÖCEK GELİŞİMİNE ETKİLİ FAKTÖRLER

Depolama sırasında en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır. Diğer tüm faktörler sabit kaldığında, depo sıcaklığındaki her 5°C'lik düşmenin depolama süresini 2 kat artırdığı ifade edilmektedir. Depo zararlısı böcekler tropik ya da subtropik orijinli olduklarından vücut sıcaklıklarını kontrol edemezler. Optimum sıcaklık istekleri genellikle 28-38°C arasında değişmektedir. Ayrıca 45°C'nin üzerinde tüm böceklerin öldüğü, 17°C'nin altında ise gelişmelerinin hemen hemen durduğu belirtilmektedir [1, 12]. Bu konuda Kailash ve ark. [19] tarafından sorgum üzerinde *Tribolium castaneum* ile yapılan bir çalışmada +4°C'de böceklerin taneye etki edemediği, fakat 15.4-35°C aralığında gözle görünür düzeyde zarar verebildikleri ifade edilmiştir.

Depolamada böcek gelişimine etki eden diğer önemli bir faktör de rutubettir. Depolama sırasında tahılın bünyesindeki değişiklikleri en aza indirebilmek için kritik rutubetin % 13.0-14.5 arasında değiştiği ve ürün rutubetinin % 1 oranında düşmesinin depolama süresini 1.5 kat artırdığı ifade edilmektedir. Genel olarak % 9 ve altındaki rutubette böcek istilası kısıtlamaktadır. Ancak yüksek rutubetin de küf gelişimini hızlandırması ve küflerin de böcekleri tahrip etmesi nedeniyle böcek istilasını sınırlandırdığı da belirtilmektedir. Tane rutubetinin yanı sıra depo atmosferinin nispi rutubeti de depolama süresi açısından oldukça önemlidir. Depoya

konulan tahılın rutubeti düşük olsa bile havanın nispi rutubeti yüksek ise buğday higroskopik özellikte olduğundan denge rutubetine gelmek için havadan rutubet almaktadır. Tane solunumunun da genellikle % 75 nispi rutubetin üzerinde hızlandığı ifade edilmektedir [2, 4, 12].

Depo böceklerinin metabolizma faaliyeti sonucunda oluşturduğu sıcaklık da depolama açısından önemli bir faktördür. Bu sıcaklık tahılın ısı iletkenliği düşük olduğundan belli bölgelerde ısının artmasına neden olarak spontan kızışmaya yol açabilmektedir. Sıcaklık artışıyla böcek faaliyeti de artmakta ve sıcaklık 38-40°C'ye ulaştıkça böcekler daha soğuk bölgelere doğru hareket ederek oluşan sıcak ceplerin genişlemesine yol açmaktadır. Spontan kızışma sonucunda tanenin fiziksel ve kimyasal yapısında değişmelerin olabileceği, yükselen rutubetin küf üremesini teşvik edeceği ve depodaki ürünün çimlenmesine yol açabileceği ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra böcek faaliyeti sonucunda oluşan sıcak cepler depoda rutubetin yer değiştirmesine ve bazı yerlerde aşırı derecede birikerek orada tahılın bozulmasına neden olabilmektedir. Rutubet transferi adı verilen bu bozulmada bazen tahıl taneleri birbirine yapışarak kabuk tabakası oluşturabilmekte hatta bu kısımlarda çimlenme de olabilmektedir [2, 12].

Depoda zarara neden olan bazı böceklerin ve larvalarının gelişebilmeleri için kırık taneler, unlu atıklar, kepek ve diğer kırıntılar gerekmektedir. Bu böcekler sağlam taneler üzerinde ya hiç gelişmemekte ya da gelişebilmeleri için yüksek rutubet gibi bazı koşullara ihtiyaç duymaktadırlar [12].

Depolama sırasında böcek faaliyetinde tane sertliği de önemli bir faktör olup birçok böcek sert taneli buğdaylarda yumuşak tanelilere göre daha yavaş gelişmektedir [12]. Durum buğdayı, yumuşak buğday, mısır, arpa ve pirinç üzerinde *Sitophilus granarius* ve *Rhyzopertha dominica* ile yapılan bir çalışmada böcek gelişiminin en fazla yumuşak buğdayda en az da mısırdaki olduğu görülmüştür [3]. *Rhyzopertha dominica* ve *Tribolium confusum* ile sert ve yumuşak buğdaylarda yapılan bir çalışmada da böcek popülasyonu yumuşak buğdayda sert buğdaya kıyasla biraz daha yüksek çıkmıştır [20].

Tahılların depolanması sırasında böceklerin genellikle belli bir sırayı takip ettikleri belirtilmektedir. Buna göre asıl kayba neden olan primer böceklerin zarar verdiği taneler üzerinde, sekonder böcekler gelişmelerini sürdürmektedir [3]. Bununla ilgili olarak Trematerra ve ark. [21] yaptıkları bir çalışmada sekonder böceklerin öncelikli olarak böcek zararına uğramış taneleri tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu durumun böcek zararına uğramış buğdayların ya da böcek dışıklarının içerdiği bileşiklerden, primer böceklerin salgıladığı feromonlardan kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir. Weston ve Rattlingourd [22]'de önceden *Sitotraga cerealella* ile enfekte olmuş mısır üzerinde *Oryzaephilus surinamensis*'in üreme hızının arttığını bulmuşlardır.

## DEPOLAMA SIRASINDA BÖCEKLERİN NEDEN OLDUĞU KAYIPLAR

Depolanmış tahılda zarar yapan birçok böcek çeşidi bulunmasına karşın bunlardan birkaçı dünyada çok yaygındır ve önemli kayıplara neden olmaktadır [5, 23, 24]. Depolanmış ürünün özellikleri, depo koşulları, böcek çeşidi ve depolama süresine bağlı olarak zarar görmüş ürün oranının %2–50, genellikle de %10–30 arasında değiştiği bildirilmiştir [20, 25-27]. Depo kayıplarının saptanmasında metodolojik zorluklar bulunduğu ancak % 30 dolayındaki bir kaybın normal olabileceği ifade edilmektedir [28-29]. Bazı araştırmacılar, gelişmekte olan ülkelerdeki kaybın %10–15 dolayında olduğu kanısındadırlar [30]. Mali ve Boliviya'da yapılan çalışmalarda böcekler nedeniyle oluşan kayıpların sırası ile %3.4–9.8 ve %4.5 olduğu bildirilmiştir [31]. Dünyada milyonlarca ton tahılın depolandığı düşünülecek olursa, tespit edilmiş en düşük orandaki kaybın bile çok önemli boyutlarda olduğu anlaşılmaktadır. Amerika Tarım Bakanlığı böcekler nedeniyle yılda 470 milyon dolardan fazla kayıp meydana geldiğini bildirmiştir [32].

Depo zararlısı böceklerin bir kısmı tanenin gelişi güzel bir yerinden beslenebilirken bir kısmı ya tanenin yalnızca gıda değeri yüksek olan rüşeym kısmından beslenmekte ya da önce rüşeymden başlayıp sonra da diğer kısımlarında zararlı olmaktadır. Bu gibi durumlarda tanenin tohumluk özelliklerinin kaybolduğu ve besleme değerinin de değiştiği bildirilmiştir [33]. Aynı zamanda dışkıları, ölü böcek ve böcek parçaları, pupa kozası, pupa kını, yumurta kabukları gibi materyalden oluşan yabancı maddelerle, vücutlarından salgıladıkları keskin kokulu ve tiksindirici kimyasal bileşiklerle ürünü kirleterek de zararlı olmaktadır [13, 32]. Ülkemizde *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) *Tribolium* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Rhizopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae), *Trogoderma granarium* Evert. (Coleoptera: Dermestidae), *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae) ve *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) gibi depo zararlılarının depolanma sırasında ağırlık, çimlenme ve kalite kayıplarına neden olduğu ifade edilmektedir [34].

Depo zararlısı böceklerin depolanmış ürünü ne şekilde kirlittiklerini belirlemek için yapılan çalışmalar böceklerin ürünün dokaj oranını arttırdığını, karakteristik tatlımsı ve küflü bir koku oluşturduğunu ortaya koymuştur [7, 20]. Seitz and Sauer [10] *Tribolium* spp. ve *Oryzaephilus surinamensis* (Lin.) ile bulaşık unlardan yapılan ekmeklerde istenmeyen bir tat, *Rhizopertha dominica* ile bulaşık buğdaylarda ise tatlımsı, küflü bir koku oluştuğu belirtmişlerdir. Ayrıca bazı böcekler vücutlarından örümcek ağına benzeyen ipeğimsi bir salgı çıkararak ürünü kirlletmekte veya değirmenlerin pnömomatik sistemlerinde ve eleme sistemlerinde tıkanmalara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra depoda küf ve diğer mikroorganizmaların yayılmalarına da yol açmaktadırlar [12, 20].

Böceklerin bütün bu görünen zararları dışında ilk bakışta pek fark edilemeyen fakat belki de çok daha önemli olan tahribatları, buğdayın teknolojik kalitesine ve besleme

değerine verdikleri zararlarıdır. Çünkü birçok böcek öncelikle tanenin besin değeri yüksek olan rüşeym kısmından beslenmektedir [33]. Bu durumda yağ, vitamin ve mineral kaybı yaratabilecekleri gibi rüşeymdeki yağların parçalanması veya okside olması sonucu; ayrıca glikolipit ve fosfolipitlerin bozulması ve diğer bir dizi kimyasal değişimler sonucu teknolojik kalitede önemli değişimler meydana getirebileceklerdir. Jood ve ark. [35] tarafından yapılan bir çalışmada *Rhizopertha dominica* ve *Trogoderma granarium* üremesi ile buğday, mısır ve sorgumun toplam lipit, fosfolipit, galaktolipit, polar lipit ve polar olmayan lipit oranlarında azalma olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada da böcek zararına uğramış buğdayın gluten ve indirgen olmayan şeker miktarı ile sedimentasyon değerinde ve protein kalitesinde azalmalar meydana geldiği belirtilmektedir [32]. *Rhizopertha dominica* Fabricius ve *Trogoderma granarium* Everts ile bulaştırılan mısır, buğday ve sorgumdan yapılan çapatilerin duyuşal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada renkte, görünüşte, aromada ve tekstürde önemli bir fark görülmezken ürik asit nedeni ile tatta önemli düzeyde bozulma görülmüştür [36]. Depolama ve böcek gelişiminin, proteinin ve nişastanın sindirilebilirliğine etkisinin incelendiği bir çalışmada, depolamanın buğday, mısır ve sorgumun bu özelliklerinde artışa, böcek üremesinin ise azalışa neden olduğu görülmüştür [37]. Böcekler tahıl tanelerinin endospermını yedikleri ve ayrıca ortama vücut parçaları ve ürik asit bıraktıklarından böcekle bulaşık buğdaylarda toplam azot oranı artmaktadır. Yapılan bir çalışmada toplam azot, protein, protein olmayan azot ve ürik asit içeriğinin böcek bulaşma oranına bağlı olarak arttığı saptanmıştır [36]. Keskin ve Özkaya [38] yaptıkları bir çalışmada buğdayların *Sitophilus granarius* L. ile bulaştırılması sonucu, bu buğdaylardan elde edilen unların reolojik özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiğini ifade etmişlerdir. Özkaya ve ark. [20]'de böcekle bulaşık unların tüketiciler tarafından hem estetik hem de sağlık açısından reddedildiğini, ayrıca bu unların böceklerin salgıladıkları bileşikler nedeni ile ekmeklik kalitelerinin zarar gördüğünü ve duyuşal özelliklerinin bozulduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada böcek üremesi sonucunda buğdayın hektolitreye ağırlığı, tane ağırlığı ve un verimi düşmüş, nem, kül ve protein oranı ise artmıştır. Unun gluten ve sedimentasyon değeri azalırken farinogram, ekstensogram ve ekmeklik özellikleri olumsuz yönde etkilenmiştir. Ayrıca böceklerin unun protein kalitesini etkilediği, sürekli ve güçlü bir gluten ağı oluşumunu bozduğu ve sonuçta da hamur özelliklerini zayıflatarak ekmek hacminin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir.

## SONUÇ

Depolama sırasında meydana gelen kayıpların büyük bir kısmına böcekler neden olduğundan depolamada meydana gelen ekonomik kayıplara ve kontamine ürünlere engel olmak ve pestisitlerin sadece gerekli durumlarda kullanılmasını sağlamak için bunların kontrolü ve tespiti büyük önem taşımaktadır. Çünkü pestisitlerin sürekli kullanımı bunlara karşı direnç oluşması, maliyetin artması, kalıntı, çevre ve insan sağlığına zara verme gibi önemli problemlere yol

açmaktadır. Depo zararlılarının kontrolü için her şeyden önce temizliğe önem verilmeli ve saniter koşullar sağlanmalıdır. Bu nedenle bulaşma kaynaklarının ortadan kaldırılması, ortamda bulunan alet ekipmanın düzenli temizlenmesi, depoda bir önceki dönemden ürün bırakılmaması, depo doldurulduktan sonra herhangi bir salgının önlenmesi için ürünün sürekli gözetim altında tutulması gerekmektedir [7, 12, 14].

## KAYNAKLAR

- [1] Bailey, J.E., 1992. Whole grain storage. In: Storage of Cereal Grains and Their Products, Edited by D.B. Sauer, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota, USA, 157-182p.
- [2] Özkaya, H. 1995. Gıda ambalajlama ve depolama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları No: 1338, Ankara.
- [3] Mebarkia, A., Guechi, A. Mekhalif, S., Makhlof, M., 2009. Biochemical composition effect of the some cereal species' on the behaviour of *Sitophilus granarius* L. and *Rhyzopertha dominica* F. species in semi-arid zone of Setif, Algeria. *Journal of Agronomy* 8(2): 60-66.
- [4] Delcour, J.A., Hosene, R.C., 2010. Principles of cereal science and technology (third ed.). American Association of Cereal Chemists. Inc., St. Paul, MN.
- [5] Cotton, R.T., Wilbur, D.A., 1974. Insects. In: Storage of Cereal Grains and Their Products, Edited by Christensen C.W., American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota, USA, 193-231p.
- [6] Adwal, A.S., 1976. Agricultural pests of India and South East Asia. Kalyani Publishers, Ludhiana.
- [7] Pedersen, J.R., 1992. Insects. Identification, damage and detection. In: Storage of Cereal Grains and Their Products, Edited by Sauer D.B., American Association of Cereal Chemist Inc. St. Paul Minnesota, 435-489p.
- [8] Jood, S., Kapoor, A.C., Singh, R., 1993. Effect of insect infestation on the organoleptic characteristics of stored cereals. *Postharvest Biol. Technol.* 341-348.
- [9] Hangstrum, D.V., Flinn, P.W., 1994. Survival of *R. dominica* in stored wheat under fall and winter temperature conditions. *Environ Entomol.* 23: 390-390.
- [10] Seitz, L.M., Sauer, D.B., 1996. Volatile compounds and odor in grain sorghum infested with common storage insects. *Cereal Chemistry* 79(6): 744-750.
- [11] Padin, S., Dal Bello, G., Fabrizio, M., 2002. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *Journal of Stored Products Research* 38: 69-74.
- [12] Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Öğütme teknolojisi. Gıda Teknolojisi. Derneği Yayınları No:130, Ankara.
- [13] Neethirajan S., Karunakaran C., Jayas D.S., White N.D.G., 2007. Detection techniques for stored-product insects in grain. *Food Control* 18: 157-162.
- [14] Kabir, B.G.J., Lawan, M., Abdulrahman, H.T., 2012. Effects of raw diatomaceous earth (DE) on mortality and progeny development of *Rhyzopertha dominica* Fab. (Coleoptera: Bostrichidae) and *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) on the cereal grains. *Academic Journal of Entomology* 5: 16-21.
- [15] Liscombe, E.A.R., 1962. Milling losses caused by insect infestation of wheat. *Cereal Chemistry* 39: 372-380.
- [16] Reed, C., Wright, V.F., Pedersen, J.R., Wongo, L., 1989. Wheat quality deterioration caused by insects and molds during the first months of storage on farms and in country elevators in Kansas. *Journal of the Kansas Entomological Society* 62(4): 563-574.
- [17] Ghaedian, A.R., Wehling, R.L., 1996. Stability of uric acid used as an indicator of insect contamination during extrusion of wheat flour. *Cereal Chemistry* 73(5): 625-627.
- [18] Payne, T.S. 2002. Harvest and storage management, In: Bread Wheat, Improvement and Production. Edited by, B.C. Curtis, S. Rajaram, H. Gómez Macpherson, Series title: FAO Plant Production and Protection Series. Rome.
- [19] Kailash, C., Pant, C., Susheela, T.P., 1977. Effect of storage and insect infestation on chemical composition and nutritive value of grain sorghums. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28: 963-970.
- [20] Özkaya, H., Özkaya, B., Colakoglu, A.S., 2009. Technological properties of variety of soft and hard bread wheat infested by *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 166-172.
- [21] Trematerra, P., Sciarreta, A., Tamasi, E., 2000. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged durum. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 94: 195-200.
- [22] Weston, P.A., Rattlingourd, P.L., 2000. Progeny production by *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) on maize previously infested by *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 93: 533-536.
- [23] Özkaya, B., Özkaya, H., Bayrak, A., 1996. Değişik sürelerde depolanmış buğdayların yağ asitleri kompozisyonuna böcek üremesinin etkisi. *Gıda Teknolojisi* 1(3): 57-63.
- [24] Miller, R.H., Pike, K.S., 2002. Insects in wheat based systems, In: Bread Wheat, Improvement and Production. Edited by B.C. Curtis, S. Rajaram, H. Gómez Macpherson, Series title: FAO Plant Production and Protection Series, Rome.
- [25] Pushpamma, P., Reddy, M.U., 1979. Physicochemical changes in rice and jowar stored in different agro-climatic regions of Andhra Pradesh. *Bull. Grain Tech.* 17: 97-107.
- [26] Karunakaran, C., Jayas, D.S., White, N.D.G., 2004. Detection of internal wheat seed infestation by *Rhyzopertha dominica* using X-rayimaging. *Journal of Stored Products Research* 40: 507-516.
- [27] Fornal, J., Jeliński, T., Sadowska, J., Grundas, S., Nawrot, J., Niewiada, A., Warchalewski, J.R.,

- Blaszczak, W., 2007. Detection of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) eggs and internal stages in wheat grain using soft X-ray and image analysis. *Journal of Stored Products Research* 43: 142-148.
- [28] Greeley, M., 1987. Postharvest losses, technology and employment. The case of rice in Bangladesh. Boulder Colorado. Westview Press.
- [29] Greeley, M., 1991. Postharvest technologies implication for food policy analysis. EDI Development Policy Case Series. Analytical Case Studies No:7, Washington. World Bank.
- [30] Lucia, M.D., Assennato, D., 1994. Agricultural engineering in development post harvest operation and management of food grains. In: FAO Agricultural Services Bulletin Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- [31] Donahaye, E., Messer, E., 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropic countries. Research report. Brown University, USA.
- [32] Sanchez-Marinez, R.I., Cortez-Rocha, M.O., Ortega-Dorame, F., Morales-Valdes, M., Silveira, M.I., 1997. End-use quality of flour from *Rhyzoperta dominica* infested wheat. *Cereal Chemistry* 74(4): 481-483.
- [33] Pedersen, J.R., 1988. Effect of insects and pests on seed and grain quality. Proc. Annu. Corn and Sorghum Industry Res. Conf. Wilkinson D. 43 rd. Dec. 8-9. Chicago. 42-49p.
- [34] Işıkber, A.A., Özdamar, H.Ü., Karcı, A., 2005. Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde depolanmış buğdaylar üzerinde rastlanan böcek türleri ve bulaşma oranları. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 8(1): 107-113.
- [35] Jood, S., Kapoor, A.C., Singh, R., 1996. Effect of insect infestation on lipids of cereal grains. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1502-1506.
- [36] Jood, S., Kapoor, A.C., 1993. Protein and uric acid contents of cereal grains as affected by insect infestation. *Food Chemistry* 46: 143-146.
- [37] Jood, S., Kapoor, A.C., 1992. Effect of storage and insect infestation on protein and starch digestibility of cereal grains. *Food Chemistry* 44: 209-212.
- [38] Keskin, Ş., Özkaya, H., 2012. Buğdayların *Sitophilus granarius* L. ile bulaştırılmasının onların reolojik özelliklerine etkisi. *Akademik Gıda* 10(3): 40-46.
-