

Buğdayların *Sitophilus granarius* L. ile Bulaştırılmasının Unların Reolojik Özelliklerine Etkisi

Şule Keskin¹, Hazım Özkaya²

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gököy, Bolu
²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Dışkapı, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 13.09.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 01.12.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): sulekeskin12@gmail.com (Ş. Keskin)

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

ÖZET

Çalışmada, tane sertliği farklı iki ekmeklik buğday çeşidine (Ceyhan-99 ve Eser) *Sitophilus granarius* L. bulaştırılmış ve buğday örnekleri 6 ay süre ile 30±1 °C sıcaklık ve %70±5 bağıl nemde depolanmıştır. Depolama süresince böcek üremesi ve böcek üremesinin bu buğdaylardan elde edilen unların reolojik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. *S. granarius*'un, depolama süresince yumuşak taneli Eser çeşidi üzerinde sert taneli Ceyhan-99 çeşidine göre daha fazla ürettiği görülmüştür. Böcek bulaştırılmadan depolanan kontrol örneklerinin öğütülmesiyle elde edilen unların farinograf ve ekstensograf özelliklerinde genel olarak önemli bir değişme görülmezken böcek bulaştırılan buğdayların unlarında bu özellikler böcek üremesinden olumsuz yönde etkilenmiştir. Farinograf özelliklerinden gelişme süresi ve stabilite değeri düşmüş yumuşama derecesi ise artmıştır. Ekstensograf özelliklerinde ise böcek üremesi sonucu giderek düşüş görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Sitophilus granarius*, Farinograf özellikleri, Ekstensograf özellikleri

Effect of Wheat Infection with *Sitophilus granarius* L. on Rheological Properties of Flours

ABSTRACT

In the present study, two bread wheat varieties with different kernel hardness (Ceyhan-99 and Eser) were infected with *Sitophilus granarius* L. and stored for 6 months at 30±1 °C and 70±5% relative humidity. Insect infestation and its effects on the rheological properties of flours obtained from the wheat samples were investigated during storage. The reproduction of *S. granarius* was observed to be higher in Eser variety (soft wheat) than in Ceyhan-99 (hard wheat) variety during storage. While the farinograph and extensograph properties of the flours obtained from uninfected control samples hardly showed any noticeable changes, these properties of the flours from the infected samples were negatively influenced by the insect infestation. Development time and stability value, among the farinograph properties, decreased but softening degree increased. On the other hand, extensograph properties decreased gradually due to insect reproduction.

Key Words: *Sitophilus granarius*, Farinograph properties, Extensograph properties

GİRİŞ

Başta ekmek olmak üzere unlu mamullerin birçoğu üretildikten kısa bir süre sonra tüketilmek zorunda olduklarından, bunlara hammadde sağlayan değirmenler

belli bir sezona bağlı kalmayıp yıl boyunca çalışmak durumundadır. Bu durumda hasat edilen buğdayın yıl içerisinde farklı süreler, belli bir miktarının da yeni hasat dönemine kadar depolanması gerekmektedir [1, 2]. Depolanmış buğday depolanma süreci içerisinde depo

koşullarına bağlı olarak bir takım faktörlerin tehdidi altındadır. Bu faktörlerin başında da depo zararlısı böcekler gelir. Bunlar üredikleri takdirde ürünü tüketerek verim kaybı oluşturmakla kalmaz, dışkıları, ölü böcek ve böcek parçacıkları, vücutlarından salgıladıkları keskin kokulu ve tiksindirici kimyasal bileşiklerle de ürünü kirletirler ve ekonomik değer kaybına neden olurlar. Değişik ülkelerde yapılan çalışmalarda tahılın özellikleri ve depolama koşullarına bağlı olarak %50'ye varan oranlarda depo kayıplarının meydana geldiği tespit edilmiştir [2-8].

Böceklerin bütün bu görünen zararları dışında ilk bakışta pek fark edilemeyen, bugüne kadar da fazla araştırılmamış fakat çok önemli olan tahribatları, buğdayın teknolojik kalitesine ve besleme değerine verecekleri zararlardır. Çünkü birçok böcek öncelikle tanenin besin değeri yüksek olan rüşeym kısmından beslenmektedir. Ayrıca depo zararlısı böcekler üründe spontan kızılmaya neden olmak, rutubeti yükseltmek ve küf üremesini teşvik etmek suretiyle de önemli kalite problemleri yaratabilmektedirler. Depo zararlısı böceklerden *Sitophilus* grubu gibi tane içinde gelişenleri taneyi delerek yumurtalarını tane içine bırakmakta ve çıkan larva taneyi içten yiyerek yaklaşık yediği miktar kadar vücut ağırlığı artışı göstermektedir. Sonuçta tanenin ağırlığında, yoğunluğunda ve şeklinde yani fiziksel özelliklerinde fazla bir değişiklik meydana getirmediğinden bu taneler değirmenlerin temizleme makinelerinde tam olarak ayıklanamamaktadır. Böyle olunca da böcekler tarafından yenmiş tanelerin tam olarak ayıklanamayıp sağlam tanelerle birlikte öğütüleceği ve unların kalitesi üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir [2, 3].

Depo zararlısı böceklerin neler oldukları, özellikleri, üreme koşulları ve ekolojileri üzerine birçok araştırma yapılmıştır [10-13]. Ancak depo zararlısı böceklerin hamurların reolojik özelliklerine ve buna bağlı olarak otomatik makinelerde işlenebilme kabiliyetine ait ülkemizde yapılmış yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada ülkemizde yaygın olan depo zararlısı *S.granarius*'un tane sertliği farklı buğdaylar üzerinde üremesi ve bu buğdaylardan elde edilen unların reolojik özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Analizler depolama süresi boyunca her ay tekrarlanmış böylece böceğin üreme durumu ve popülasyonuna bağlı olarak etkilerindeki değişimler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada tane sertliği farklı iki ekmeklik buğday çeşidi (Ceyhan-99 ve Eser) materyal olarak kullanılmıştır. Buğday çeşitlerinden Ceyhan-99 Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Hatay Tarım İşletmesi'nden, Eser çeşidi ise Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Buğday örnekleri böcek bulaşmış olma olasılığına karşı -18°C'de 4 gün süreyle depolanarak olası böcekler öldürülmüştür. Örnekler rutubetleri böcek gelişimi için %12.5 olacak şekilde rutubetlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan depo zararlısı böcek, Ankara Üniversitesi

Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden temin edilmiş olan (1-15) günlük ergin *Sitophilus granarius* (L.) (*Granary weevil*) zararlısıdır. Çalışmaya başlamadan önce her bir buğday örneği yaklaşık 45 kg'lık ikişer partiye bölünerek paslanmaz çelik kutulara alınmıştır. Bu partilerden birine 2 adet/kg *S.granarius* aşılanmış, ikinci parti ise şahit olarak ayrılmıştır. Buğdayların konulduğu kutuların kapaklarına 100 µ delik açıklığına sahip çelik elek teli gerili pencereler açılmış ve kapaklar böceklerin bulunduğu örneğin içinde kalmasını sağlayacak, şahide ve diğer partiye bulaşmasını engelleyecek şekilde kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler %70±5 nisbi rutubetli dolaplarda 30±1°C'de depolanmıştır. 6 aylık depolama sürecinde 1'er aylık periyotlarda her partiden örnek bölücü ile yaklaşık 5'er kg'lık örnek alınmıştır. Her ay sonunda alınan örneklerde böcek sayımı yapıldıktan sonra Ceyhan-99 örneğinin rutubeti %17.5, Eser örneğinin rutubeti ise %16.0 olacak şekilde tavlansın ve örnekler Bühler laboratuvar değirmeninde (Bühler Bros. Inc., Uzwil, Switzerland) öğütülmüştür.

Yöntem

Buğday örneklerinin özellikleri

Buğday örneklerin yabancı madde miktarları ICC Standard Method No:102/1 [14]'e, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, tane iriliği ve tane kesiti görünüşü (camsılık) Özkaya ve Özkaya [15]'ya, rutubet miktarı ICC Standart Metod No: 110/1'e, kül miktarı ICC Standart Metod No: 104/1'e [14]'e, protein miktarı tayini AACC Standart Metod No: 46-12 [16]'ye göre belirlenmiştir.

Böcek sayımı

Örneklerdeki tane dışında bulunan ve serbest hareket eden böcek ve larvalarının sayımı esas küttleden örnek bölücü ile ayrılan 5 kg örnekten tekrar örnek bölücü ile alınan 1kg'lık partide yapılmıştır. Tane içerisinde bulunan ve gözle tespit edilemeyen böcek ve larva sayısı ise ninhydrin tekniği kullanılarak tayin edilmiştir [17]. Bunun için kaba filtre kâğıdı, üzerinde açık alan kalmayacak şekilde %1'lik ninhydrin çözeltisi ile ıslatılmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Sonra bu kâğıt ikiye katlanarak ilk yarısı üzerine 10 g'lık bir parti (popülasyonun fazla olduğu aylarda daha az) taneler birbirine değmeyecek şekilde belli aralıklarla dizilmiş, kâğıdın ikinci yarısı bunların üzerine katlanarak taneler ezilmiştir. Oda sıcaklığında bir saat (80°C'lik etüvde birkaç dakika) bekletilen filtre kâğıtlarının üzerinde oluşan mor lekeler sayılmıştır. Sonuç adet/100 kg olarak verilmiştir.

Reolojik analizler

Örneklerin farinogram özellikleri tayininde ICC Standard Method No:115/1 [14] esas alınmış, çizilen farinogramlar Bloksma [18], Özkaya ve Özkaya [15]'ya göre değerlendirilmiştir. Örneklerin ekstensogram özellikleri tayininde ICC Standard Method No:114/1 [14] kullanılmış ve ekstensogramlar Bloksma [18], Özkaya

ve Özkaya [15]'da belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen sonuçlar, SPSS (SPSS 15.0 for Windows) paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiş ve farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunanlara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Buğday çeşitlerinin arasındaki farklılık ise Student'in t-testi kullanılarak belirlenmiştir

BULGULAR ve TARTIŞMA

Buğday Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Daha iri tane yapısına sahip olan Ceyhan-99 çeşidinde hektolitreye ağırlığı ve bin tane ağırlığı Eser çeşidine göre yüksek bulunmuştur. Tane kesit görünüşü açısından ise Ceyhan-99 çeşidi camsı özellik gösterirken Eser çeşidi unlu özellik göstermektedir. Tablo 1'den anlaşılacağı gibi yabancı madde oranı Ceyhan-99 ve Eser buğdaylarında birbirine yakın bulunmuştur. Buğday çeşitlerinin rutubet oranları %12.5 olarak bulunmuştur. Bunun nedeni ise böcek gelişimi için örneklerin rutubetinin materyal hazırlama aşamasında %12.5'e ayarlanmış olmasıdır. Aynı tablodan kül miktarının Eser çeşidinde, protein miktarının ise Ceyhan-99 çeşidinde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Buğday Örneklerinde *Sitophilus granarius* Üremesi

Değişik süreler depolanan *S. granarius* ile bulaşık Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinde tane içinde ve tane dışında gelişen böcek sayıları Tablo 2'de verilmiştir. Depolamanın ilk aylarında *S. granarius*, özellikle de sert tane yapısına sahip olan Ceyhan-99 çeşidinde fazla üreyememiştir. Eser çeşidinde ise tane dışındaki böcek sayısında bir miktar artış meydana gelmiştir. Bu durumun böceğin hayat devrini, ortam koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama 30-40 günde tamamlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca ilk aylarda böcek ortam koşullarına da adapte olamamış olabilir. 3. aydan itibaren tane dışındaki böcek sayısı giderek artmış ve Ceyhan-99 çeşidinde 304250 adet/100kg'a, Eser çeşidinde ise 344250 adet/100kg'a ulaşmıştır ($p<0.05$). *Rhyzopertha dominica* ile yapılan bir çalışmada da 45 günlük periyotlardaki depolama süresince böcek popülasyonunda artış görüldüğü, depolama başlangıcında böcek hayat devrini tamamlamadığından böcek sayısının çok az arttığı ifade edilmiştir [19].

Depolamanın 1. ve 2. aylarında, böceklerde üreme çok az olduğundan tane içinde böcek bulunamamıştır. Fakat 3. aydan itibaren *S. granarius* erginlerinin (tane dışındakiler) artışına paralel olarak tane içerisinde ninhidrin ayırıcı ile tespit edilen böcek sayısında da artış görülmüştür ($p<0.05$). Ceyhan-99 çeşidinde 3, 4 ve 5. aylarda tane içinde gelişen böcek sayısı tane dışında gelişen böcek sayısından çok daha fazladır. Aynı durum Eser çeşidinin 3. ve 4. aylarında da görülmüştür. *S. granarius* larvaları tane içerisinde gelişip, ancak ergin hale geldikten sonra tane dışına çıktıklarından tane dışında yumurta ya da larvaya rastlanmamıştır [1, 3, 20].

Tablo 1. Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Ceyhan-99	Eser
Hektolitreye ağırlığı (kg/hL)	82.4	73.9
Bin tane ağırlığı ¹ (g)	39.2	30.5
Tane kesit görünüşü (%)		
Camsı	76	-
Unlu	1	95
Dönmeli	23	5
Tane iriliği (%)		
>2.8	95	81
>2.5	3	11
>2.2	2	7
<2.2	-	1
Toplam yabancı madde miktarı (%)	3.5	3.3
Rutubet miktarı (%)	12.5	12.5
Kül miktarı ¹ (%)	1.52	1.80
Protein miktarı ¹ (%; Nx5.7)	13.2	12.1

¹Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Depolama sırasında böcek faaliyetinde tane sertliği önemli bir faktör olup, birçok böcek sert taneli buğdaylarda yumuşak tanelilere göre daha yavaş gelişmektedir [2]. Yaptığımız çalışmada da böcek sayılarının genel olarak Eser çeşidinde Ceyhan-99'a

göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Mebarkia ve ark. [20] da *S.granarius*'un yumuşak buğdayda durum buğdayına göre daha fazla ürediğini ifade etmişlerdir. Depolanmış üründe zarar yapan böceklerin gelişimine etki eden bir diğer faktör de kırık

tanelerdir [2]. Çalışmamızda kullandığımız buğday çeşitlerinde bulunan yabancı madde miktarının çoğunluğunu kırık taneler oluşturmaktadır. Ceyhan 99'un ve Eser'in kırık tane oranı da birbirine çok yakın bulunmuştur (Ceyhan-99'un kırık tane oranı %3.2, Eser'in kırık tane oranı %3.1). Ancak Ceyhan-99 sert,

Eser yumuşak tane yapısına sahip olduğundan böcek gelişimi Eser'de daha fazla meydana gelmiştir. Cox ve Collins [10]'de zedelenen tanelerin birçok depo böceğine karşı sağlam olanlara kıyasla daha hassas olduklarını belirtmişlerdir.

Tablo 2. Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinde *Sitophilus granarius* üremesi

Buğday çeşidi	Depolama süresi (ay)	Tane* dışındakiler (adet/100 kg)	Tane içindikiler (adet/100 kg)
Ceyhan-99	1	277 aA**	0 a
	2	375 bA	0 a
	3	2550 cA	20000 b
	4	22700 dA	30000 cA
	5	87400 eA	110000 d
	6	304250 fA	170000 eA
Eser	1	359 aB	0 a
	2	475 bB	0 a
	3	3300 cB	20000 b
	4	23400 dB	50000 cB
	5	134500 eB	110000 d
	6	344250 fB	220000 eB

*Aynı sütunda verilen 'a-f' harfleri aynı örneğin farklı depolama süresi ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

**Aynı sütunda verilen 'A-B' harfleri farklı örneklerin aynı depolama süresi ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p<0.05).

Yapılan bir çalışmada farklı sertlikte iki buğdaya *R.dominica* ve *Tribolium confusum* bulaştırılmış ve depolama süresince böcek sayısının arttığı bulunmuştur. Çalışmada kullanılan yumuşak buğdayda böcek sayısı ve buna bağlı olarak zarar görmüş tane oranı, böcek artıkları ve kırıntılar sert buğdaya göre daha fazla çıkmıştır [21]. Özkaya ve ark. [22] tarafından *R.dominica* ve *T.confusum* ile sert ve yumuşak buğdaylar üzerinde yapılan bir çalışmada da depolama sırasında böcek sayısının arttığı ve buna bağlı olarak zarar görmüş tane oranının da arttığı bulunmuştur. Çalışmada ayrıca böcek üremesinin ve zarar görmüş tane oranının yumuşak buğdayda daha fazla olduğu ifade edilmiş olup yaptığımız çalışmada da benzer yönde sonuçlar elde edilmiştir.

Buğdayda *S. granarius* Üremesinin Farinogram Özellikleri Üzerine Etkisi

S. granarius üremesinin Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinden elde edilen un örneklerinin farinogram özellikleri üzerine etkisi Tablo 3'te verilmiştir. Un örneklerinin farinogram özellikleri karşılaştırıldığında protein miktar ve kalitesi daha yüksek olan Ceyhan-99 çeşidinden elde edilen unların Eser çeşidinden elde edilenlere kıyasla daha üstün olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 3'ten hem Ceyhan-99, hem de Eser çeşidinden elde edilen şahit örneklerin farinogram özelliklerinde depolama süresince önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Sadece Ceyhan-99 çeşidinin 5. ve 6. ayına ait un örneklerinin gelişme süresinde bir miktar düşüş yumuşama derecesinde ise artış meydana gelmiştir.

Böcek bulaştırılarak depolanan örneklerin farinogram özellikleri incelendiğinde her iki un örneğinde de su

absorpsiyonunun çok fazla değişmediği, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesinin ise olumsuz yönde etkilendiği görülmektedir. Ceyhan-99 buğdayından elde edilen unlarda başlangıçta 20.1 min olan gelişme süresi *S.granarius* ile bulaşık örnekte 6. ayın sonunda 6.2 min'ya kadar düşmüştür. Eser çeşidinden elde edilen unlara ait değerler incelendiğinde ise 0. ayda 6.0 min olan gelişme süresi 6.ayın sonunda, böcek bulaşık örnekte 4.0 min olmuştur. Hamurun stabilite değeri üzerine de böcek üremesinin etkisi düşürücü yönde olup, özellikle de depolamanın son aylarında bu düşüş daha belirgin düzeyde görülmüştür. Ceyhan-99 buğdayından elde edilen unlarda başlangıçta 23.1 min olan stabilite değeri *S.granarius* ile bulaşık buğdayın öğütülmesi ile elde edilen unlarda depolama sonunda 3.7 min'ya düşmüştür. Eser çeşidinden elde edilen unlarda ise 9.2 min olan değer böcekli örnekte 6. ayın sonunda 3.0 min olarak belirlenmiştir. Stabilite değeri üzerine böcek üremesinin etkisi en fazla Ceyhan-99 buğdayından elde edilen un örneğinde görülmüş olup şahit un örneğine göre %84 oranında bir düşme meydana gelmiştir. Böcek bulaştırılarak depolanan örneklerin unlarında yumuşama derecesinde depolama boyunca artış görülmüştür. Ceyhan-99 örneğinin ununda 0. ayda 39 BU olan bu değer böcek bulaştırılmış olan buğdaydan elde edilen unlarda 190 BU'ne çıkarken, Eser çeşidinin ununda 50 BU'den yine böcek gelişen buğdaydan elde edilen unlarda 179 BU'ne çıkmıştır. Sonuçlardan da görüldüğü gibi bu değerde de en fazla değişim Ceyhan-99 çeşidinden elde edilen unlarda görülmüş olup, yumuşama derecesi yaklaşık 5 kat artmıştır. Frinogram özelliklerinde görülen bu değişimin böcek faaliyetinin protein kalitesini etkilemesinden ve hamurda sürekli ve kuvvetli bir gluten ağı oluşumunu engellemesinden kaynaklandığı ifade edilebilir [19, 22].

Tablo 3. *Sitophilus granarius* üremesinin Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinden elde edilen unların farinogram özellikleri üzerine etkisi

Buğday çeşidi	Örnek	Depolama Süresi (ay)	Su Absorpsiyonu (%)	Gelişme Süresi (min)	Stabilite (min)	Yumuşama Derecesi (BU*)
Ceyhan-99	Şahit	0	59.6	20.1	23.1	39.0
		1	59.5	20.1	23.3	39.0
		2	59.2	19.8	23.7	40.0
		3	59.5	19.7	23.5	40.2
		4	60.0	19.0	24.0	40.5
		5	59.2	18.9	23.2	50.0
	6	59.6	18.5	20.0	60.0	
	<i>S. granarius</i> ile bulaşık	0	59.6	20.1	23.1	39.0
		1	60.1	20.0	22.9	40.0
		2	59.2	20.0	20.2	42.0
		3	58.9	19.2	15.2	52.0
		4	59.6	9.2	12.8	62.0
5		59.3	6.2	6.0	121.0	
Eser	Şahit	6	59.4	6.2	3.7	190.0
		0	49.6	6.0	9.2	50.0
		1	49.5	6.0	9.3	50.0
		2	49.6	6.1	9.1	49.2
		3	49.2	6.4	9.2	49.0
		4	49.6	6.0	9.2	48.0
	<i>S. granarius</i> ile bulaşık	5	49.0	6.2	9.3	47.9
		6	49.3	6.0	9.5	48.0
		0	49.6	6.0	9.2	50.0
		1	50.1	6.0	8.9	50.0
		2	49.7	6.0	8.2	52.0
		3	49.6	5.8	8.0	56.0
4	50.2	4.0	4.9	91.0		
5	50.1	3.9	3.6	158.0		
6	50.1	4.0	3.0	179.0		

*: Brabender Ünitesi

Böcek bulaştırılarak depolanan örnekler ile şahit örneklerden elde edilen unların farinogram değerleri kıyaslandığında su absorpsiyonunda önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Fakat gelişme süresi ve stabilite değeri beklenildiği gibi şahit örneklerden elde edilen unlarda böcek bulaşık olanlara göre daha yüksek, yumuşama derecesi ise daha düşük çıkmıştır.

Genel olarak farinogram özelliklerinde böcek üremesine bağlı olarak meydana gelen değişiklikler böcek sayısının yüksek olduğu son aylarda (4-6) daha belirgin düzeyde meydana gelmiştir. Ayrıca farinogram özelliklerinde görülen değişimin, Eser çeşidinden elde edilen unlara göre daha kuvvetli olan Ceyhan-99 çeşidinden elde edilen unlarda daha belirgin düzeyde meydana geldiği göze çarpmaktadır.

Sanchez-Marinez ve ark. [19] tarafından buğdayda *R. dominica* ile yapılan benzer bir çalışmada da böcek üremesine bağlı olarak gelişme süresi ve stabilite değeri düşmüştür. *R. dominica* ve *T. confusum* bulaştırılan buğdaylardan elde edilen unların farinogram özellikleri de böcek faaliyetinden olumsuz yönde etkilenmiş, stabilite ve valorimetre değerleri düşmüştür [21]. Böcek bulaşık buğdaylar üzerinde yapılan başka bir çalışmada da böcek üremesinin gelişme süresini ve stabilite değerini düşürdüğü, yumuşama derecesini ise artırdığı bulunmuştur [22].

Buğdayda *S. granarius* Üremesinin Ekstensogram Özellikleri Üzerine Etkisi

S. granarius ile bulaşık buğday örneklerinden elde edilen unların ekstensogram özellikleri Tablo 4'te verilmiştir. Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinden elde edilen unlara ait şahit örneklerin ekstensogram değerleri kıyaslandığında hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç (R_m) ve hamurun sabit deformasyondaki direnci (R_5) Eser çeşidinden elde edilen unlarda, uzama kabiliyeti (E) ve enerji değeri (A) ise Ceyhan-99 çeşidinden elde edilen unlarda daha yüksek bulunmuştur. Tablo 4 incelendiğinde depolama süresince hem Ceyhan-99'dan hem de Eser'den elde edilen şahit un örneklerinin ekstensogram özelliklerinde önemli bir değişim olmadığı görülmektedir. Böcek bulaştırılarak depolanan buğdaylardan elde edilen un örneklerinin ekstensogram değerleri üzerine böcek üremesinin etkisi, farinogram özelliklerinde olduğu gibi, olumsuz yönde meydana gelmiş olup, bu örneklerin hamurlarının daha yumuşak ve yapışkan olduğu görülmüştür. Bu durumun böceklerin protein kalitesi ile kuvvetli ve sürekli bir gluten ağı oluşumunu etkilemesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir [19, 22].

Tablo 4. *Sitophilus granarius* üremesinin Ceyhan-99 ve Eser buğday çeşitlerinden elde edilen unların ekstensogram özellikleri üzerine etkisi

Buğday çeşidi	Örnek	Depolama süresi (ay)	R _m (BU)	R _s (BU)	E (mm)	A (cm ²)
Ceyhan-99	Şahit	0	610	400	179	150
		1	610	400	183	150
		2	610	405	180	151
		3	612	400	182	149
		4	610	398	180	140
		5	590	390	180	135
	<i>S. granarius</i> ile bulaşık	6	600	400	175	140
		0	610	400	179	150
		1	590	395	180	139
		2	600	400	160	138
		3	600	400	165	134
		4	580	390	165	120
Eser	Şahit	5	588	354	107	68
		6	507	264	61	37
		0	690	550	132	120
		1	690	550	130	120
		2	700	560	130	119
		3	700	555	130	116
	<i>S. granarius</i> ile bulaşık	4	650	530	130	110
		5	640	525	120	110
		6	640	540	118	107
		0	690	550	132	120
		1	720	630	121	118
		2	700	580	125	116
		3	690	575	129	110
		4	655	575	117	102
		5	535	534	101	65
		6	367	331	107	59

BU: Brabender Ünitesi; R_m: Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç; R_s: Hamurun sabit deformasyondaki direnci; E: Uzama kabiliyeti; A: Enerji

Genel olarak tüm ekstensogram değerleri her iki çeşitten elde edilen unlarda böcek üremesine bağlı olarak düşmüştür. Bu düşüş depolamanın özellikle son aylarında daha bariz olarak görülmüştür. Ayrıca böcek üremesinin etkisi hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç ve hamurun sabit deformasyondaki direnci için Eser çeşidinden elde edilen unlarda, uzama kabiliyeti ve enerji değeri için ise Ceyhan-99 çeşidinden elde edilen unlarda daha fazla olmuştur. Böcek bulaşık örnekler şahit örneklerle kıyaslandığında, ekstensogram değerleri *S. granarius* ile bulaşık olanlara kıyasla genellikle daha yüksek çıkmıştır. Bu durum özellikle böcek üremesinin en fazla olduğu aylarda daha belirgindir. Özkaya ve Koşar [21] da böcek tahribatı sonucunda ekstensogram özelliklerinin bozulduğunu hatta son aylarda ekstensogramların çizilemediğini belirtmişlerdir. Özkaya ve ark. [22] tarafından *R. dominica* ve *T.confusum* ile sert ve yumuşak buğday üzerinde yapılan bir çalışmada da böcek üremesinin ekstensogram özelliklerini olumsuz yönde etkilediği, bu etkinin özellikle 4. aydan sonra daha fazla olduğu görülmüştür. Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç, uzama kabiliyeti ve enerji değerinde görülen düşmenin yumuşak buğdayda daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

SONUÇ

Depolama süresi içerisinde depo zararlısı böceğin popülasyonunda özellikle depolamanın son aylarında önemli artış olduğu görülmüştür. Depolama süresi içerisinde böcek sayısındaki artışın, yumuşak taneli buğday çeşidinde sert taneli olana kıyasla daha fazla olması, yumuşak buğdayların *S. granarius*'a karşı daha dayanıksız olduğunu, ya da *S. granarius*'un yumuşak buğdaylarda daha kolay üreyebildiğini göstermiştir. Farinogram ve ekstensogram özellikleri her iki çeşitte de böcek üremesinden olumsuz yönde etkilenmiş olup bu durum özellikle son aylarda daha belirgin düzeyde meydana gelmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Özkaya, H., 1995. Gıda Ambalajlama ve Depolama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1338, Ankara.
- [2] Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 130, 757s.
- [3] Cotton, R.T., Wilbur, D.A., 1974. Insects. In Storage of Cereal Grains and Their Products, Edited by C.W. Christensen, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota, pp 193-231.

- [4] Adwal, A. S., 1976. Agricultural Pests of India and South East Asia. Kalyani Publishers, Ludhiana.
- [5] Pederson, J. R., 1992. Insects. Identification, Damage and Detection. In Storage of Cereal Grains and Their Products, Edited D.B. Sauer, American Association of Cereal Chemist Inc. St. Paul Minnesota, pp. 435-489.
- [6] Jood, S., Kapoor, A.C., Singh, R., 1993. Effect of insect infestation on the organoleptic characteristics of stored cereals. *Postharvest Biol. Technol.* 341-348.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Cox, P.D., Collins, L.E., 2002. Factors affecting the behaviour of beetle pests in stored grain, with particular reference to the development of lures. *Journal of Stored Products Research* 38: 95-115.
- [11] Niewiada, A., Nawrot, J., Szafranek, J., Szafranek, B., Syanak, E., Jelen, H., Wasowicz, E., 2005. Some factors affecting egg-laying of granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). *Journal of Stored Products Research* 41: 544-555.
- [12] 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.
- [13] Nawrot, J., Warchalewski, J.R., Piasecka-Kwiatkowska, D., Niewiada, A., Gawlak, M., Grundas, S.T., Fornal, J., 2006. The effect of some biological and technological properties of wheat grain on granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) (Coleoptera: Curculionidae) development. 9th International Working Conference on Stored Product Protection. October 15-18, 2006, Sao Paulo, Brazil, 400-407p.
- [14] Anonymous, 2002. Standard Methods of International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Vienna, Austria.
- [15] Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Tahıl ürünleri ve analiz yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:31, Ankara.
- [16] Anonymous, 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC). The Association: St. Paul, MN.
- [17] Dennis, N.M., Decker, R.W., 1962. A method and machine for detecting living internal insect infestation in wheat. *Journal of Economic Entomology* 55: 199-203.
- [18] Bloksma, A.H., 1971. Rheology and Chemistry of Dough. In Wheat Chemistry and Technology, Edited Y. Pomeranz, American Association of Cereal Chemists, St. Paul Minnesota, pp. 523-584.
- [19] Sanchez-Marinez, R.I., Cortez-Rocha, M.O., Ortega-Dorame, F., Morales-Valdes, M., Silveira, M.I., 1997. End-use quality of flour from *Rhizopertha dominica* infested wheat. *Cereal Chemistry* 74(4): 481-483.
- [20] Mebarkia, A., Guechi, A. Mekhalif, S., Makhoulouf, M., 2009. Biochemical composition effect of the some cereal species' on the behaviour of *Sitophilus granarius* L. and *Rhizopertha dominica* F. species in semi-arid zone of Setif, Algeria. *Journal of Agronomy* 8(2): 60-66.
- [21] Özkaya, H., Koşar, S., 2005. Depo zararlısı böceklerin depolanmış buğdayların teknolojik özelliklerine etkileri. GAP IV. Tarım Kongres, 21-23 Eylül, 2005, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- [22] Özkaya, H., Özkaya, B., Colakoglu, A.S., 2009. Technological properties of variety of soft and hard bread wheat infested by *Rhizopertha dominica* (F.) and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 166-172.