



DEPOLAMA SIRASINDA TAHILLARDA MEYDANA GELEN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİKLİKLER

Halef DİZLEK*

ÖZET

Depolama sırasında durgun tahıl taneleri her canlı gibi hayati işlevlerini asgari düzeyde de olsa sürdürürler. Bu durumdaki tane solunum yapar ve bünyesindeki metabolik olaylar sonucu bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelir.

Normal bir depolama süresince nem içeriği düşük olan kuru tahıl tanelerinde genellikle çok az değişiklik olur. Buna karşılık tahılların nem içeriklerinin ve sıcaklıklarının artması ile tahıllarda bazı değişimler gözlenir. Bu değişimler sonucunda tahıllarda kızışma, küflenme, çimlenme, çürüme, tutukluk, yanma, ekşime ve alkol kokusu oluşumu gibi birçok olumsuz durum ortaya çıkar ve ciddi boyutlarda ekonomik kayıplar oluşur.

Anahtar Kelimeler: Depolama, Tahıl, Fiziksel Değişiklik, Kimyasal Değişiklik, Nem, Sıcaklık.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES OCCURRING ON CEREALS DURING THE STORAGE

ABSTRACT

Like every creature, stationary kernels sustain their vital functions even on the minimum level during the storage. A kernel respiring in this situation and some physical, chemical and biochemical changes occur as a result of the metabolic functions in its structure.

During the period of a normal storage, very little changes occur on the dry kernels that have a low moisture content in general. On the other hand, some changes are observed on cereals together with the increase of moisture contents and temperatures of cereals. As a result of these changes, many negative conditions occur on cereals, such as heat, mouldiness, germination, rotting, malfunction, charring, fermentation and alcohol smell, and a serious economic loss occurs.

Key Words: Storage, Cereal, Physical Changes, Chemical Changes, Moisture, Temperature.

* Yrd. Doç. Dr., Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü - Osmaniye, E-mail: hdizlek@osmaniye.edu.tr

1. GİRİŞ

Depolama; bir ürünün özelliklerindeki ve kalitesindeki değişiklikleri en aza indirerek ürünü daha uzun süre korumak demektir. Anon., 2003'e göre depolama; çeşitli ürün, mamul madde vb.nin farklı amaçlarla değerlendirilmesine kadar, bir plan dahilinde belli depolarda çeşitli şekillerde muhafazasıdır.

Depolamadan amaç; başlangıçtaki ürünün niteliğinin olabildiğince korunması ve ürünün niteliği üzerinde olumsuz etkide bulunan değişimlerin en aza indirilmesi için depolama koşullarının kontrol edilmesidir. Depolanan ürünlerin depolama süresi içinde nitelik ve nicelik bakımından değer kaybına uğratılmadan ya da mümkün olan en az kayıpla korunabilmeleri için ürünün depolama koşullarının iyi bilinmesi ve kontrol edilmesi gerekir (Rehman,2006). Ürünün uygun koşullarda depolanması, bunun kalitesinde önemli bir değişme olmadan daha fazla muhafaza edilmesini sağlar. Ancak, depolama koşulları üzerine etkili olan etmenlerin olumsuz yönde oluşumu, değişimi ve/ya da artışı depolamayı güçleştirir (Ünal,1991).

Tahılların muhafazasının temel amacı, tanenin tüm besin maddelerini ve işleme değerini taze hububattaki durumuyla mümkün olduğu kadar uzun süre korumaktır. Tahılların bu amaca uygun bir biçimde muhafaza edilmeleri de ancak tahılların hasat sonrası fizyolojilerinin ve depolama sırasında tahıllarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişikliklerin bilinmesiyle başarılabilir (Altan,1986).

Bu çalışmada, tahılların depolanması sırasında bunlarda meydana gelen başlıca fiziksel ve kimyasal değişikliklere değinilmiştir.

2. TAHILLARIN DEPOLANMASINI ETKİLEYEN BAŞLICA ETMENLER

Tahılların depolanmasını etkileyen birçok etmen vardır. Bu etmenlerin başlıcaları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Ürünün sıcaklığı ve nem içeriği,
2. Depodaki havanın nispi nemi ve deponun sıcaklığı,
3. Üründeki yabancı madde miktarı,
4. Mikroorganizmaların (özellikle küf mantarları, funguslar) zararları,
5. Haşere (kemirgenler, böcekler) zararları ve
6. Depoların özellikleri, depolanacak ürünlerin taşıma yöntemleri ve taşıma araçları (Kent,1982; Ünal,1991; Anon., 2002b).

Depolama koşulları üzerine etkili olan bu etmenlerin dışında depodaki tahılların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri de depolama koşulları üzerinde etkilidir (Anon., 2002a).

2.1. Depolanacak Tahılların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Depolama koşullarının ayarlanması, depolamadan önce gerekiyorsa bazı ön işlemlerin (yabancı maddelerin ayrılması, havalandırma yapılması, nem içerikleri yüksek olan tahılların kurutulması vs.) uygulanması ve depolama süresinin belirlenmesi için tahılların fiziksel ve kimyasal özellikleri bilinmelidir (Altan,2002; Anon., 2002a).

Tahılların, depolamadan önce hasat ve taşıma işlemleri sırasında ya da depolama esnasında kırılması, aşınması ile değersiz taneler meydana gelir. Değersiz taneler bütünüyle sağlam olanlara göre daha çok küf mantarı, mikroorganizma, böcek ve akar zararına maruz kalır. Değersiz tanelerde enzimatik ve kimyasal değişiklikler daha kolay oluşacağından tahıllarda değersiz tanelerin mümkün olduğunca az olması ve depolanacak tahılların sağlam nitelikte olması istenir. Tanelerin sağlamlığı, iriliği ve dolgunluğu tanenin olgunluk derecesine bağlıdır. Olgun taneler depolamada olgunlaşmamış tanelere göre daha dayanıklıdır. Olgunlaşmamış taneler daha çok solunum yaparlar ve sıcaklığı arttırarak tahılların bozulmasını kolaylaştırırlar. Aynı zamanda böcek ve mikroorganizma etkinliği için uygun ortam sağlarlar (Altan,1986; Anon., 2002a).

Sınıflandırılmamış ve aspiratörden geçirilmemiş tahılların çoğu diğer tahıllar, ot tohumları, kavuz, sap, saman, taş, toprak, kum ve çöp gibi yabancı maddeleri içerir. Bunlardan diğer tahıllara ait numuneler, ot tohumları ve bitkisel orijinli diğer maddeler asıl tahıl yığının sağlam tanelerine göre daha kolay zarara uğrarlar.

Tahılların depolanmasında ürünün depolama kalitesini etkileyen bir diğer etmen iklim koşullarıdır. Sıcak ve kurak iklimlerde tahıllar doğal olarak kurumuş şekilde hasat edilirler ve bu nedenle tahıl taneleri hasattan sonra uzunca bir süre sıcaklıklarını korurlar. Böyle durumlarda hasattan hemen sonra depolanan sıcak tahıl yığınları içerisinde böcek ve mikroorganizma gelişimi için uygun ortam meydana gelir. Ilıman iklimlerde tahıllar nemli olarak hasat edilirler, böcek ve mikroorganizma zararlarına karşı emniyetsizdirler (Anon., 2002a).

Tanenin nem içeriği depolamada belirleyici etmenlerden bir tanesidir. Uygun nem içeriğinde olmayan tanenin karakteristik yapısı bozulur. Yıgılı üründe nem, tanelerin arasındaki hava boşluklarına geçerek üründeki nem ve sıcaklığın yükselmesine, mikrobiyolojik etkinliğin oluşmasına, artmasına ve bunların yığın içerisine yayılmasına neden olur. Bu da ürünün kızışma noktasına gelip, bir takım biyolojik ve kimyasal zararlara uğramasına yol açar (Döven, 1998).

Güvenli bir depolama için tahılların nem içeriğinin düşürülmesi, ürünün besleyicilik değerinde artış sağlar. Nem içeriği yüksek taneler düşük olanlara göre bakteri ve küflerin üremesi için daha uygundur. Güvenli bir depolama için en yüksek nem içeriği; buğdayda %14, mısırdada, arpada, yulafta ve sorgumda %13, pirinçte ise %12-13 olmalıdır (Hoseney, 1986). Eğer tahılların nem içerikleri bu değerlerden yüksek ise tahıllar depolamadan önce kurutularak (Kent, 1982) ve/ya da havalandırılarak nem içerikleri güvenle depolanabilecekleri uygun sınırlara getirilmelidir.

Tahılların bileşimindeki lipid (yağ) oranı arttıkça bunların bozulması için gereken nem miktarı azalır. Mısırın kritik nem düzeyi %13 iken daha düşük lipid içeriğine sahip olan buğdayın kritik nem düzeyi %14 civarındadır. Ayrıca tanenin lipid oranının fazla olması, tanede bulunan lipaz enziminin lipidlerle kolayca etkileşime girmesini sağlar. Bu nedenle de bu tür tahılların düşük nemde ve sıcaklıkta depolanmaları gerekir. Tahıllarda lipid miktarı azaldıkça depolamada bozulmaya karşı mukavemet artar. Mısır gibi lipid içeriği yüksek olan bir diğer tahıl çeşidi yulaftır. Bu nedenle depolamada mısır ve yulaf diğer tahıllara nispeten daha düşük nem içeriğine sahip olmalıdır (Altan, 2002; Elgün ve Ertugay, 2002).

2.2. Depolama Sırasında Tahıllarda Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişiklikler: Depolama sırasında durgun (dormant) tahıl taneleri her canlı gibi hayati işlevlerini asgari düzeyde de olsa sürdürür. Bu durumdaki tane solunum yapar ve bünyesindeki metabolik olaylar sonucu bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Normal bir depolama süresince nem içeriği düşük olan kuru tahıl tanelerinde genellikle çok az değişiklik olur. Buna karşılık tahılların nem içeriklerinin ve sıcaklıklarının artması ile tahıllarda bazı değişimler gözlenir. Bu değişimler bozulmanın ilk belirtileri olarak değerlendirilmelidir (Altan, 1986).

2.2.1. Uygun Koşullarda Depolanmış Tahıllarda Meydana Gelen Başlıca Değişiklikler: Normal şartlar altında sürdürülen depolamada tahıllarda çok belirgin bir değişim meydana gelmez. Ancak, depolama süresinin uzunluğuna bağlı olarak tahılların; çimlenme gücünde düşüş, kuru madde miktarında kayıp, bileşenlerin kompozisyonunda değişim ve kayıp, kokusunda, beslenme değerinde, sindirim derecesinde ve işleme değerinde değişimler oluşabilir. Tahıl yığınlarında görülen bu değişimler, uygun olmayan şartlar ve zararlar sonucunda daha belirgin şekilde ortaya çıkar, gelişir ve sorun şeklini alır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Nispeten kuru tahıl tanelerinde çok düşük düzeyde açığa çıkan karbondioksit (CO₂) miktarı ile ölçülen solunum olayının, tanedeki su miktarının yükselmesine bağlı olarak önce yavaş yavaş, buğday gibi diğer bazı tahıllar için de kritik nokta olan %13-14 nem düzeyinden sonra ise hızla artmaya başladığı görülür. CO₂ miktarındaki artış, tane solunumunun artmasının yanı sıra küf mantarlarının etkinliği sonucunda da gerçekleşir (Altan, 1986).

Üründe meydana gelen enzimatik değişimler kendilerini çok çeşitli şekillerde gösterebilirler. Üründeki nem düzeyi yüksek olmadığı sürece, depolama sırasında proteinler, karbonhidratlar ve lipidlerde meydana gelebilen değişiklikler düşük seviyededir. Bununla beraber bazı enzimler (örneğin lipazlar) kuru üründe de uzun bir dönem aktif olabilirler (Anon., 2002a).

Depolanmış durgun tanede proteaz aktivitesi de söz konusudur. Bu sırada, proteaz aktivitesiyle proteinlerin parçalanması sonucunda protein miktarında meydana gelen azalma önemli düzeyde değişildir (Cornell, 2003). Depolanmış tanede görülen azotlu maddelerin oranındaki artış, tanedeki karbonhidrat miktarındaki düşüşten kaynaklanan nispi bir yükseliştir. Diğer taraftan tanenin prolamin grubu proteinleri (gliadin, zein, hordein vs.) depolama sırasında artar, suda çözünebilen proteinlerin oranı ise azalır. Bu olay, gerçekte, tanenin olgunlaşma devresi sonunda başlamış olup, hasat sonrası durgun tanede de devam eder. Böylece proteinlerin hazım olma düzeylerinde azalma görülür (Elgün ve Ertugay, 2002).

Tahıl tanelerinin solunum yoluyla canlılığını devam ettirmek üzere, enzimlerin etkisiyle şekerleri parçalaması, tanede devamlı değişimlere neden olur. Özellikle amilazlar hücre içindeki bağlı suyu kullanarak hidrolitik parçalanma sonucu karbonhidratların (nişasta) dekstrinlere ve indirgen şekerlere parçalanmasına yol açarlar. Tane neminin %15'i aştığı dolayısıyla solunumun arttığı durumlarda, açığa çıkan su da enzimatik aktiviteyi teşvik eder (Tekeli, 1964; Cornell, 2003).

Tanede mevcut olan fitik asit, depolama sırasında düşük de olsa aktivitesini sürdüren fitazın etkisiyle inositol ve ortofosforik aside parçalanır. Fitik asit, tahılların kompozisyonunda yer alan ve insan beslenmesinde gerekli olan mineral maddelerle kompleks oluşturarak bunların emilimini engeller. Dolayısıyla fitazlar fitik asidi parçaladıkları için insan beslenmesi açısından önemli olan fosfor, kalsiyum, demir, magnezyum ve çinko gibi elementlerin yararlılığı artar (Bilgiçli, 2002; Cornell, 2003).

Depolama ile tahıl tanesinin mineral madde içeriğinde, kayda değer bir değişme olmaz. Yalnız tanenin bileşiminde yer alan uçucu organik bileşiklerin (aldehit, keton vb.) büyük bir kısmının (yaklaşık %73) depolama sırasında uçarak kaybolduğu bildirilmektedir (Elgün ve Ertugay, 2002).

Tahılların depoda kalma süreleri de, bunların teknik değerleri üzerinde etki yapar. Bilindiği üzere, yeni hasat edilmiş buğdaydan yapılan ekmeğin kalitesi iyi olmaz. Buna karşılık uzun zaman depoda kalmış buğdaylarda da bu değer (ekmek kalitesi) yine düşer. Bu açıdan uygun depolama süresinin belirlenmesi büyük önem arz eder (Tekeli, 1964).

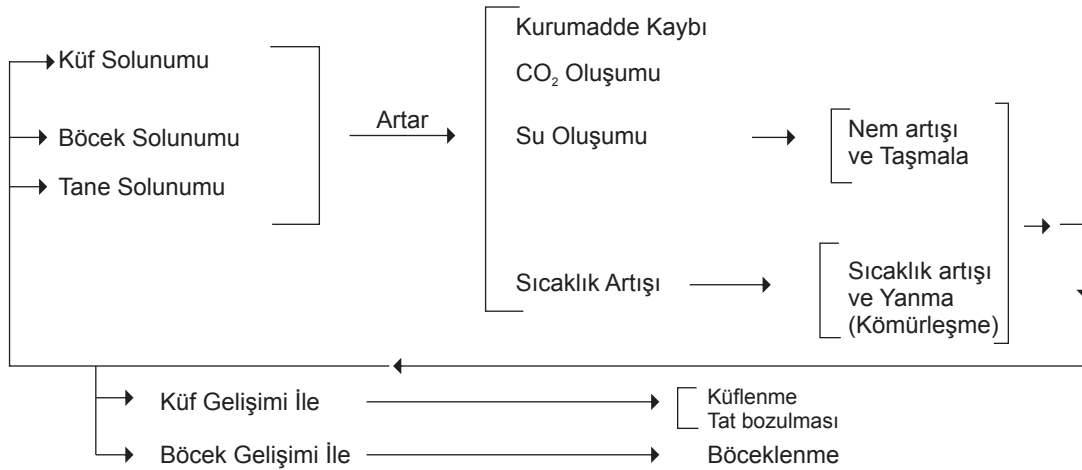
Tahıl tanelerinde depolama sırasında meydana gelen başlıca biyokimyasal değişimleri kısaca şu şekilde özetlemek mümkündür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tahıl Tanelerinde Meydana Gelen Biyokimyasal Değişimler (Altan, 2002).

Etmenler	Meydana Gelen Değişme
Lipaz	Trigiseridlerin parçalanması ve asitlik artışı
Fosfolipaz	Fosfolipidlerin parçalanması
Fitaz	Fitatların parçalanması
Lipoksidaz	Lipidlerin okside olarak parçalanması
Proteaz	Proteinlerin parçalanması
Amilaz	Niştanın parçalanması
Karboksilaz	Basit şekerlerin su ve karbondioksite parçalanması

2.2.2. Hatalı Depolanan Tahıllarda Meydana Gelen Başlıca Değişiklikler: Tahılların üretiminden tüketimine kadar meydana gelen tüm kayıplar başlıca; hasat, depolama, işleme ve tüketim aşamalarında söz konusu ise de bunların içerisinde en önemlisi özellikle modern depolama olanaklarına sahip olmayan ülkeler için depolama aşamasındaki kayıplardır (Özkaya ve Özkaya, 2005).

Depolanmış tahıllarda nitelik ve nicelik kaybına neden olan temel etmenler; nem, sıcaklık, mikroorganizmalar, böcekler, kemirgenler ve bazı kimyasal reaksiyonlardır (Kent, 1982) (Şekil 1). Bunların etkileri birbirleriyle yakından ilgilidir. Örneğin mikroorganizmaların üremesi, böcek faaliyetini ve kimyasal olayları teşvik eder veya kemirgenlerin bulunduğu yerlerde mikroorganizma faaliyeti, mikroorganizma faaliyeti olan yerde de böcek üremesi vardır. Bunlar hatalı depolamaya yol açan etmenlerdir (Hoseney, 1986; Özkaya ve Kahveci, 1989).



Şekil 1. Nem İçerikleri Güvenli Nem Düzeyinin Üzerinde Olan Tahıl Tanelerinin Depolanması ile Meydana Gelen Bozulmalar (Kent, 1982)

İyi muhafaza edilmeyen tahıllar; böceklenme, küflenme, kızışma, embriyo zedelenmesi, çimlenme gücü kaybı ve çürüme gibi zararlara uğrayabilir. Tane nemi depolanma süresince yükselmeye başladıkça çevre atmosferinin nispi nemi %85'e kadar yükselebilir ve bu durumda küf mantarlarının aktivitesi daha da artar. Solunum hızlanır, yığılma hızla bir sıcaklık yükselmesi gözlenir, sonuçta sıcaklığın yükseldiği bölgelerde, küf kokulu, koyu kahve renkte yanık taneler oluşur ki, bu olgu “Silo yanığı” veya “Ambar yanığı” olarak tanımlanır (Gül ve Özçelik, 2000).

Tahıllarda bozulmaya neden olabilen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar, yapıları gereği değişiklerdir. Bu reaksiyonlar, genellikle kurutma sırasında oluşan veya böceklerin, küf mantarlarının ve diğer mikroorganizmaların faaliyetlerinin neden olduğu ısınma gibi çok yüksek sıcaklıklara gereksinim duyarlar (Kent, 1982; Anon., 2002a).

Tahılların uygun olmayan koşullarda depolanmasıyla meydana gelen başlıca kimyasal ve biyokimyasal kaynaklı değişiklikler şöyle sınıflandırılabilirler (Anon., 2002a) :

1. **Maillard reaksiyonu:** Fizyolojik faaliyetleri bilinen birçok ana bileşikler üretir ve sonunda enzimatik olmayan esmerleşmeye neden olur.
2. **Niştanın tanecik yapısının bozulması:** Kuruma süresince dekstrinlerin oluşumu ve taneciklerin zarara uğraması gibi temel değişimleri içerir.
3. **Proteinlerin parçalanması:** Enzimatik faaliyetler ve unun su ile karışması sırasında ve sonrasında (fermantasyon) hamurun reolojik özelliklerinin bozulması, çözünürlük gibi önemli özelliklerin kaybolmasıyla ortaya çıkar.
4. **Yararlanılabilir lisin miktarının azalması:** Yağların oksidasyonunun son ürünü olarak meydana gelen aldehit ve ketonların, aldehitlere karşı hassas olan lisin aminoasidinin azalmasına da neden olduğu bildirilmektedir (Altan, 1986).

5. **Vitaminlerin (B, E ve karotenoidler) parçalanması:** Örneğin tokoferollerin okside olması, indirgen şekerlerin varlığında tiaminin (B₁ vitamini) enzimatik olmayan reaksiyonlarda rol alması sonucu özelliğini kaybetmesi vb.
6. **Bazı reaksiyonlar:** Özellikle lipidlerin enzimatik olmayan reaksiyonları, normal depolama sıcaklık sınırlarında meydana gelebilir (Anon., 2002a).

Tahıl tanelerinde süregelen hidrolitik bozulmanın en yüksek düzeyde görüldüğü bileşen grubu lipidlerdir. Lipolitik aktivite sonucunda; tanedeki nem, sıcaklık ve depolama süresine bağlı olarak serbest asit miktarında önemli düzeyde artış görülür. Lipaz aktivitesi sonucu, tanede serbest hale geçen çoklu doymamış yağ asitlerinin yanında, bunların lipoksidaz tarafından oksidasyonunu inhibe edecek düzeyde antioksidan madde tokoferollerde mevcuttur. Sağlam tanedeki mevcut tokoferol miktarı, tane içi sınırlı oksijen şartlarında ransiditeyi önleyecek miktardadır. Fakat zedelenmiş tanede bu miktar yetersiz kalır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Tahılların uygun olmayan koşullarda depolanması durumunda; yukarda kısaca özetlenen kimyasal ve biyokimyasal tepkimeler ve bunlara ek olarak daha önce değinilen mikroorganizma etkinlikleri sonucunda tahıllarda duyuşsal olarak algılanabilen değışiklikler gözlenebilir. Bu değışikliklerin başlıcaları şunlardır (Kent, 1982; Altan, 1986; Pomeranz, 1987; Özkaya ve Kahveci, 1989; Ünal, 1991).

1. **Kızışma:** Tahıl kitlesinin nem içeriğinin ve sıcaklığının artması durumudur. Tahıl depolarında havalandırma ve soğutma yeterli olmadığı takdirde, depolanmış ürün zamanla kendiliğinden ısınarak büyük çapta zararlar meydana gelir. Isınma olayında, tanenin kendi solunumunun yanında küflerin, böceklerin, bakterilerin ve kimyasal reaksiyonların da rolü vardır ve bu zincir içerisinde küfler çok önemli bir yere sahiptir.
2. **Küflenme:** Küf mantarlarının gelişmesi ve çoğalması durumudur.
3. **Çimlenme:** Embriyonun su ve sıcaklık etkisiyle kökçük ve yaprakçık oluşturması durumudur.
4. **Tanelerin Çimlenme Yeteneğinin Azalması:** Küfler ilk önce tanenin embriyo kısmında ürerler, bu kısımda zarar yaparlar, bunun sonucu olarak da tanelerin çimlenme oranı düşer veya tamamen kaybolur.
5. **Çürüme:** Kızışmanın ileri aşaması olup tane kirli kahverengi bir görünüm alır.
6. **Tutukluk (Taslaşma):** Yüksek nem ve sıkışma nedeni ile tanelerin birbirine yapışarak kitleler oluşturması durumudur.
7. **Yanma:** Ürün sıcaklığının aşırı boyutlara (70 °C) varması sonucunda ürünün adeta kömürleşmesi, siyah-kahverengi bir görünüm alması durumudur.
8. **Eksime ve Alkol Kokusu:** Anaerob bakterilerin ve lipoksidaz enziminin etkinliği sonucu oluşan durumudur.

9. Mikotoksin Üretimi: Depolanmış tahıllar üzerinde küflerin en önemli zararlarından birisi de insan ve hayvanlar için toksik olabilen ve kanserojen olduğu iddia edilen bir takım mikotoksinler meydana getirmesidir. Bu bakımdan en önemli küfler; *Aspergillus flavus*, *Aspergillus ochroceus* ve *Aspergillus parasitius*'dur. Ayrıca bazı *Penicillium* ve *Fusarium*'lar da toksik maddeler üretebilirler.

10. Renk Değişimi: Hem tarla hem de depo küfleri, tanenin tamamının veya embriyo kısmının rengini değiştirebilirler. Küf gelişimi başladığı zaman, tane embriyosu kahverengi olur ve giderek siyaha kadar koyulaşır. Bu tip taneler çimlenemez.

3. SONUÇ

Bir ürünün niteliğindeki ve niceliğindeki değişiklikleri asgariye indirerek ürünü daha uzun süre korumak amacıyla yapılan depolama işlemiyle tahıllar uzun yıllar bozulmadan muhafaza edilebilirler. Depolama sırasında durgun tahıl taneleri her canlı gibi hayati işlevlerini asgari düzeyde de olsa sürdürür. Bu durumdaki tane solunum yapar ve bünyesindeki metabolik olaylar sonucu bazı fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelir.

Normal bir depolama süresince nem içeriği düşük olan kuru tahıl tanelerinde genellikle çok az değişiklik olur. Buna karşılık tahılların nem içeriklerinin ve sıcaklıklarının artması ile tahıllarda bazı değişimler gözlenir. Bu değişimler sonucunda ve uygun olmayan koşullarda depolanan tahıllarda kızışma, küflenme, çimlenme, çürüme, tutukluk, yanma, ekşime ve alkol kokusu oluşumu gibi birçok olumsuz durum ortaya çıkar ve ciddi boyutlarda ekonomik kayıplar oluşur. Bu nedenle depolama sırasında tahıllarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler dikkatle incelenmeli, olası olumsuz fiziksel ve kimyasal değişiklikler karşısında gerekli önlemler bir an evvel alınarak uygulanmaya konulmalıdır. Bu amaçla tahıl yığınlarından belirli periyotlarla tüm kitleyi temsil edecek biçimde yeterince numune alınmalı ve bu numunelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri incelenmeli, ayrıca depo ortamının sahip olduğu nem ve sıcaklık değerleri, deponun muhtelif yerlerine yerleştirilen higrometre ve termometre ekipmanı ile sürekli olarak izlenmelidir. Böylece tahılların depolanmasında sorun; oluşmadan önce ya da henüz başlangıç aşamasında iken tespit edilmeli ve gerekli müdahalelerin yapılması için zaman ve zemin yaratılmalıdır. Aksi takdirde sorun(lar)un geç tespiti durumunda, hububat yığınının tamamen elden çıkması (bozulması) ne yazık ki kaçınılmaz bir son olacaktır. Bu durum, ürünün üretiminde ortaya konulan tüm müsbet çabaların (üretim girdileri, zaman, işgücü, emek, enerji sarfı) heba olması anlamına gelmektedir.

4. KAYNAKLAR

Altan, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No:13, 107 s, Adana.

Altan, A., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi (Yayınlanmamış Ders Notları), 150 s, Adana.

Bilgiçli, N., 2002. Fitik asidin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metodları. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (30): 79-83.

Cornell, H., 2003. The Chemistry and Biochemistry of Wheat, Chapter 3, Bread Making Improving Quality, Ed: S.P. Cauvain, Woodhead Publishing Lim. and CRC Press LLC, Abington, Cambridge and Boca Raton, pp. 31-66.

Döven, S., 1998. TMO Doğan kent Kurutma ve Depolama Tesislerinin Kurutma, Depolama ve Aktarma Düzenlerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Lisans Tezi, 47 s, Adana.

Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718, Dördüncü baskı, 411 s, Erzurum.

Gül, H. ve Özçelik, S., 2000. Hububatlarda mikrobiyal bulaşma ve bozulmalar. Gıda Dergisi, 26 (1): 33-39.

Hoseney, R.C., 1986. Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, 378 p, Minnesota.

Kent, N.L., 1982. Technology of Cereals. Pergamon Press, Third Edition, 221 p, U.S.A..

Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1989. Önemli depo fungusları ve depolanmış hububatın biyokimyasal, fonksiyonel ve kalite özellikleri üzerindeki önemleri. Gıda Dergisi, 14 (5): 275-279.

Özkaya, H. ve Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi. Sim Matbaacılık Limited Şirketi, 757 s, Ankara.

Pomeranz, Y., 1987. Modern Cereal Science and Technology. VCH Publishers, Inc., 486 p, Washington.

Rehman, Z.U., 2006. Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. Food Chemistry, 95: 53-57.

Tekeli, S.T., 1964. Hububat Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Genel Yayın No: 228, 271 s, Ankara.

Anonim, 2002a. Tahıllar ve Baklagillerin Depolanması – Bölüm 1: Tahılların Muhafazası ile İlgili Genel Kurallar. TS 4353 ISO 6322-1, Ankara.

Anonim, 2002b. Tahıllar ve Baklagillerin Depolanması – Bölüm 2: Uygulama Önerileri. TS 4294 ISO 6322-2, Ankara.

Anonim, 2003. Silolar – Tahıl Depolama – Terimler ve Tarifler. TS 12973, Ankara.

Ünal, S.S., 1991. Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Baskısı, 216 s, İzmir.