

**TAHİL DEPOLAMASINDA MODERN
AÇIK YIĞIN DEPOLAMA ÜNİTESİ
(MAYDÜ) KULLANIMI
Ayşen KÖKTAŞ KESKİN
Yüksek Lisans Tezi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Can Burak ŞİŞMAN
2019**

**T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TAHİL DEPOLAMASINDA MODERN AÇIK YIĞIN DEPOLAMA
ÜNİTESİ (MAYDÜ) KULLANIMI**

AYŞEN KÖKTAŞ KESKİN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. CAN BURAK ŞİŞMAN

TEKİRDAĞ – 2019

Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Can Burak ŐŐŐMAN danıŐmanlıęında, Ayşen KÖKTAŞ KESKİN tarafından hazırlanan “Tahıl Depolamasında Modern Açık Yığın Depolama Ünitesi (MAYDÜ) Kullanımı” isimli bu çalışma aŐaęıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri BaŐkanı: Prof. Dr. Ahmet Nedim YÜKSEL

İmza :

Üye: Prof. Dr. Can Burak ŐŐŐMAN

İmza :

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Murat TEKİNER

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Tahıl Depolamasında Modern Açık Yığın Depolama Ünitesi (MAYDÜ) Kullanımı

Ayşen KÖKTAŞ KESKİN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Can Burak ŞİŞMAN

Günümüzde artan nüfusun beslenme ihtiyacı üretimin arttırılması ve birim alandan daha fazla ürün elde edilmesi ile karşılanabilir. Ancak verimin ve üretimin arttırılmasının yanında elde edilen ürünlerin uygun şekilde değerlendirilmesi ve tüketime sunuluncaya kadar depolanması da en az üretim kadar önemli bir konudur. Depolamadaki amaç, ürünün özelliklerini ve tazeliğini tüketilinceye kadar korumaktır. Ancak uygun koşullar sağlanmadan yapılan depolamalar büyük kantitatif ve kalitatif kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların azaltılması uygun depolama koşullarının sağlanması ve depo yönetimiyle mümkündür. Bu çalışmada Toprak Mahsulleri Ofisi Hayrabolu Şube Müdürlüğü Bölgesinde önemli bir üretim payına sahip olan buğdayın depolanmasında MAYDÜ kullanımının depolama koşulları ve ürün kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Buğday, Nem Göçü, Depolama Koşulları, Hayrabolu TMO

2019, 48 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Usage of the Modern Open Temporary Store for Wheat Storage

Ayşen KÖKTAŞ KESKİN

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystem -Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Can Burak ŞİŞMAN

Nowadays increasing agricultural production is based on obtaining further product from the unit area. But the addition of increasing agricultural production and consumption of products derived from the evaluation are submitted in accordance with the storage is also important. Aim of storage is to preserve properties of products and their freshness. If suitable storage conditions aren't supplied, according to product variety, quality and quantity losses increase. Decreasing these losses are possible with providing suitable storage conditions and storage management. In this study, the Turkish Grain Boards' Hayrabolu region has a significant share of production of wheat used the storage of Open Temporary Store, storage conditions and tried to determine the effects on losses during storage.

Key Word: Wheat, Moisture Migration, Storage Condition, Hayrabolu TMO

2019, 48 sayfa

TEŞEKKÜR

Tez konumu belirlemeden itibaren tüm aŐamalarında bana destek olan yardımlarını esirgemeyen tez yöneticim sayın Prof. Dr. Can Burak ŐIŐMAN'a ve bölüm hocalarıma, desteğini hiç esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Orhan YÜKSEL'e, TMO Hayrabolu Şube müdürü sayın Hüseyin GÜLTEKİN'e ve çalışma arkadaşlarına, tüm çalışmalarım da ve her zaman bana destek olan aileme teşekkür ederim.

Haziran 2019, Tekirdağ

Ayşen KÖKTAŞ KESKİN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLLER	iv
ÇİZELGE DİZİNİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
2.2. Sıcaklık ve Bağıl Nem	6
2.3. Nem göçü ve havalandırma	8
2.7. Depo Şekli ve Yapısı	12
Modern Açık Yığın Depolama Üniteleri (MAYDÜ)	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Araştırma alanı ve iklim özellikleri.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.2. Yöntem	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	23
4.1. Depolama Koşulları	24
4.2. Buğday Kalite Özellikleri	26
4.2.1. Nem içeriği	26
4.2.2. Hektolitre ağırlığı	27
4.2.3. Protein	29
4.2.4. Sedimantasyon	30
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	33
6. KAYNAKLAR.....	35
ÖZGEÇMİŞ.....	39

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünyada Buğday Üreten Ülkeler ve Üretim Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi.....	1
Çizelge 1.2. Türkiye'de buğday ekim alanı, üretim miktarı ve verimi	3
Çizelge 1.3. Ülkemizde ve bölgemizde buğday üretimi	3
Çizelge 2.1. Güvenli depolama için bazı tahılların nem içerikleri.....	5
Çizelge 2.2. Çeşitli ürünlerin farklı bağıl nem altındaki denge nem içerikleri.....	7
Çizelge 2.3. TMO'nun depo şekilleri ve depolama kapasiteleri.....	13
Çizelge 2.4. MAYDÜ'nün teknik özellikleri.....	15
Çizelge 3.1. Hayrabolu TMO'ya ait MAYDÜ'nün teknik özellikleri.....	19
Çizelge 3.2. Hayrabolu İlçesi 2018 Yılı İklim Verileri	21
Çizelge 4.1. TMO 2018 dönemi ekmeklik buğday alım baremi.....	24
Çizelge 4.2. MAYDÜ'de ölçülen yığın sıcaklıkları.....	25
Çizelge 4.3. Yıllara göre yapılan havalandırma miktarları ve amacı.....	27
Çizelge 4.4. Yıllara göre depolama süresince ürünün nem içeriği değişimi (%).....	28
Çizelge 4.5. Yıllara göre hektolitre ağırlığı değişimi.....	29
Çizelge 4.6. Yıllara göre protein değişimi.....	30
Çizelge 4.7. Yıllara göre sedimantasyon değişimi.....	32
Çizelge 4.8. Yıllara göre süne değişimi.....	33

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünyada buğday tüketimi ve önemli tüketici olan ülkelerin payları.....	2
Şekil 2.1. Silo içerisinde oluşan hava akımları ve nem göçü	9
Şekil 2.2. Modern açık yığın depolama ünitesi (MAYDÜ)'nün şekilsel gösterimi	14
Şekil 2.2. MAYDÜ'nün dolumu.....	17
Şekil 3.1. İncelenen MAYDÜ'nün planları ve ölçüm ile örnekleme yapılan noktalar.....	20
Şekil 3.2. MAYDÜ'de Buğday Örneği Alınan Yerlerde Yapılan Sıcaklık Ölçümleri.....	21
Şekil 3.3. MAYDÜ'de buğday numunesi alımı ve nem içeriğinin ölçümü.....	21
Şekil 4.1. Yıllara göre yığın sıcaklıkları değişimi a) 2016 yılı 150 günlük sıcaklık değişimi b) 2017 yılı 150 günlük sıcaklık değişimi c) 2018 yılı 90 günlük sıcaklık değişimi.....	26
Şekil 4.2. Yıllara göre nem içeriği değişimi.....	28
Şekil 4.3. Yıllara göre hektolitreye değişimi.....	29
Şekil 4.4 Yıllara göre protein değişimi.....	31
Şekil 4.5. Depolama süresince sedimantasyon değişimi.....	32

1.GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de insan ve hayvan beslenmesinde büyük öneme sahip olan tahıllar, stratejik ürün olmaları nedeniyle tarımsal üretimin en önemli kısmını oluşturmaktadırlar.

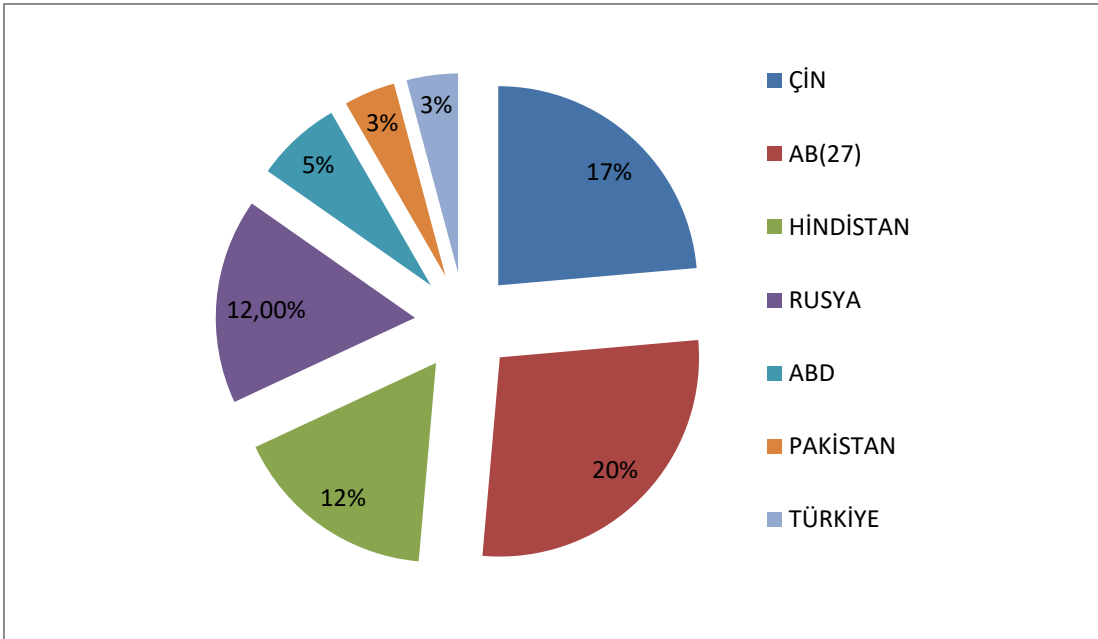
Dünya genelinde tahıl ekim alanları giderek genişlemekte ve FAO verilerine göre; 2005 ve 2010 yılları arasında dünyada yaklaşık 700 milyon ha alanda tahıl üretimi gerçekleşmiştir. 2011 yılından itibaren 700 milyon ha' ın üzerine çıkan tahıl ekim alanı, 2013 yılında 721 milyon ha' a ulaşmıştır. Dünya üzerinde buğday üretimi yapan ülkeler ve üretim miktarlarının yıllara göre değişimi Çizelge 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünyada Buğday Üreten Ülkeler ve Üretim Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi (Milyon Ton) (Anonim 2017)

Ülke (Ton) Milyon	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017
AB(28)	118,0	150,7	138,3	136,8	137,4	131,6	143,2	156,1	159,7	144,4
Çin	109,3	112,5	115,1	115,2	117,4	120,8	121,9	126,2	130,2	128,9
Hindistan	75,8	78,6	80,7	80,8	86,9	94,9	93,5	95,9	86,5	86,0
ABD	55,8	68,4	60,1	58,9	54,2	61,3	58,1	55,1	56,1	62,9
Rusya	49,4	63,8	61,7	41,5	56,2	37,7	52,1	59,1	61,0	72,5
Avustralya	13,6	21,4	21,8	27,4	29,9	22,9	25,3	23,7	24,2	33,5
Pakistan	23,3	21,0	24,0	23,9	24,2	23,3	24,2	26,0	25,5	25,5
Kanada	20,1	28,6	26,8	23,3	25,3	27,2	37,5	29,4	27,6	31,7
Türkiye*	17,2	17,8	20,6	19,7	21,8	20,1	22,1	19,0	22,6	20,6
Ukrayna	13,9	25,9	20,9	16,8	22,3	15,8	22,3	24,7	27,3	26,8
Arjantin	16,3	8,4	9,0	15,9	14,5	8,0	9,2	13,9	11,3	15,5
Kazakistan	16,5	12,5	17,1	9,6	22,7	9,8	13,9	13,0	13,8	17,0
Diğer	80,1	77,3	86,0	84,0	86,6	84,0	92,9	88,0	90,6	86,3
Dünya	609,2	686,8	682,2	653,8	699,4	657,4	716,3	730,2	736,4	751,5

Tahıl üretiminde elde edilen verim 2005 yılından bu yana artış göstermiş ve 2005 yılında dünyada ortalama tahıl verimi 32 kg/ha iken, her yıl sürekli bir artış ile 2011 ile 2012 yıllarında 36 kg/ha'a, 2013 yılında ise 38 kg/ha'a ulaşmıştır (Anonim 2019).

Ülkemizde işlenen tarım alanlarının yaklaşık 2/3'ünü tahıllar oluşturmaktadır. Bu alan içerisinde gerek ekiliş gerekse üretim yönünden ilk sırada ise buğday gelmektedir. Günümüzde, toplam işlenen tarım alanlarımızın yaklaşık %33'ünü ve tahıl ekili alanlarımızın ise yaklaşık % 67'sini buğday oluşturmaktadır (Anonim 2016). Çizelge 1.1 ve Şekil 1.1'den görüleceği gibi dünyada buğday üretimi 2016/2017 üretim yıllarında 751,5 milyon ton civarındadır. Buğday üretiminde Avrupa ülkeleri birinci sırada, Çin ikinci sırada yer alırken Türkiye ise yaklaşık 20 milyon ton ile dokuzuncu sırada yer almaktadır. Buğday tüketim miktarları incelendiğinde toplam tüketimin % 20'si (7.6 milyon ton) AB(27) ülkelerinde gerçekleşmektedir. AB(27)'yi Çin, Rusya, ABD ve Hindistan takip etmektedir. Türkiye ise 0.45 milyon ton artış beklenmektedir.



Şekil 1.1. Dünyada buğday tüketimi ve önemli tüketici olan ülkelerin payları (Anonim 2008)

Buğday üretimi, ülkemizin her bölgesinde yapılmakta olup dünya buğday ekim alanının % 3,5'ini oluşturmaktadır.

Buğday veriminde yüksek vasıflı tohum kullanımı en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Ülkemizde 9 milyon hektar buğday ekim alanı ve 200kg/ha tohumluk ihtiyacı dikkate alındığında yıllık toplam tohum talebi 1,8 milyon ton civarındadır (Anonim 2008).

Türkiye, Tekirdağ ve Hayrabolu'ya ait 2015-2017 yılları arasında buğday üretim verileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Buğday ülkemizin her bölgesinde üretilmekte olup, tarla ürünleri arasında ekiliş oranı ve üretim açısından ilk sırada yer almaktadır. Üretim miktarı ne kadar önemliyse ürünün depolama aşaması da bir o kadar daha önemlidir.

Çizelge 1.2. Türkiye'de buğday ekim alanı, üretim miktarı ve verimi (Anonim 2018)

Yıl	Ekilen alan (ha)	Üretim (Milyon Ton)	Verim (kg/ha)
1961	7846,5	7,13	9,1
1970	8615,5	10,08	11,7
1980	8956,0	16,55	18,5
1990	9432,3	20,02	21,2
2000	9159,0	21,00	22,9
2005	9223,8	21,50	23,2
2010	8063,0	19,67	24,3
2015	7846,4,	22,60	28,7
2016	7600,9	20,60	26,9
2017	7668,8	21,50	28,0
2018	7200,0	20,00	27,7

Çizelge 1.3. Ülkemizde ve bölgemizde buğday üretimi (Ton) (Anonim 2018)

Yıllar	Türkiye	Tekirdağ	Hayrabolu
2015	20 600 000	744 257	132 824
2016	21 500 000	825 714	144 155
2017	20 000 000	882 674	169 037

Bu çalışmada Tekirdağ ilinin tarım potansiyeli açısından önemli bir yeri olan Hayrabolu ilçesinde faaliyet gösteren, Hayrabolu Toprak Mahsulleri Ofisi Ajans Amirliğine bağlı olarak faaliyet gösteren bölgede yoğun olarak buğday depolamasında kullanılan modern açık yığın depolama ünitesinde (MAYDÜ) buğdayın depolanabilirliği üzerine olan etkileri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bitkisel veya hayvansal kaynaklı tüm gıda maddeleri uzun süre tüketilmemeleri durumunda, yapıları gereği bazı değişikliklere uğramaktadırlar. Bu nedenle gıdaların ve gıda hammaddelerinin özelliklerini kaybetmeden ve bozulmadan saklanabilmeleri, diğer bir ifadeyle depolanmaları çok önemli bir konudur (Acu 1989).

Depolamada, tarımsal ürünlerin besin değerini ve tazeliğini tüketilinceye veya işleninceye kadar korumak amaçlanmaktadır. Depolamada ürünün canlılık gücü korunmaya çalışılır. Herhangi bir tohumun canlılığının bir sonraki vejetasyon dönemine aktarılabilmesi, en yavaşlatılmış biçimde canlılığını sürdürebilmesi için gereken enerjinin karşılanabilmesi durumunda mümkündür. Ancak bu canlılık ve oluşan ısınma, ürünlerde filizlenme, mikrobiyal bozulma, kemirgen ve böceklerin zararları gibi nedenlerle hasat, nakliye ve özellikle depolama süreçlerinde çok önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Depolama süresince oluşan bu kayıpların azaltılması ve ürünün hasat kalitesinin korunması sadece uygun depolama ve depo yönetimi ile mümkündür (Acu 1989, Shelton ve ark. 1998, Şehirli 1989, Jones ve Shelton 1994).

Kalite, tüketici veya kullanıcıların talep ettikleri özelliklerin tamamıdır. Dolayısıyla kalite kavramı kullanım veya beklentilere göre anlam kazanmaktadır. Kalite kavramı içerisinde genel olarak ürüne yönelik fiziksel, mekaniksel, biyo-kimyasal ve kapsadığı diğer özellikler ön plana çıkar. Üründe fiziksel özellik olarak nem içeriği, tane büyüklüğü, tane ağırlığı, zarar görmüş tane miktarı, ısınma zararı gibi özellikler, biyo-kimyasal olarak mikotoksin ve böceklenme, fungus, toz, yabancı madde gibi özellikler ve diğer özellikler olarak ta protein, karbonhidrat ve yağ oranları, besin değeri yoğunluğu ve depolanabilme gibi özellikler sayılabilir. Ürün kalitesinin korunması veya uygun depolanması bu faktörlerin tümünün izlenmesini ve gerektiği anda her türlü önlemlerin alınmasını zorunlu kılar (Bakker 1999, Maier 1995, Şişman 2003).

Tahıl depolamasında ürünü güvenle depolayabilmek için, planlama aşamasında depoyu ve içerisindeki ürünü etkileyebilecek etmenleri iyi bir şekilde bilmek gerekir. Ürünlerin depolanabilirliğini diğer bir ifade ile depolama koşullarını etkileyen bu etmenler (Kendirli 2007).

- Ürün nem içeriği
- Sıcaklık ve bağıl nem
- Nem göçü ve havalandırma

- Oksijen ve CO₂,
- Zararlılar (böcek ve kemirgen)
- Yabancı madde,
- Depo şekli ve yapısı olarak sıralanabilir.

2.1. Ürünün Nem İçeriği

Depolamada etkili faktörlerin başında tanenin nem içeriği gelmektedir. Nem içeriği depolama için uygun olmayan seviyede bulunan tanenin yapısı hızlı bir şekilde bozulur. Yığın şeklinde saklanan ürünlerde nem, bir üründen diğer ürüne taneler arasındaki boşluklarda hareket ederek geçebilmekte ve bu yolla ürünlerin nem ve sıcaklığının artmasına, mikrobiyolojik faaliyetlerin hızlanmasına ve yığın içerisine yayılmasına neden olur. Bu durum ise ürünün kızılaşması olarak isimlendirilen bazı biyolojik ve kimyasal bozulmalara yol açmaktadır (Döven 1998).

Tahılların güvenli depolanabilmesi için gerekli olan nem içeriğinin % 13,5-14 civarında olması önerilir ve bu değer kritik nem içeriği olarak isimlendirilir. Kritik nem içeriği; ürünün cinsine, yöreye, yetiştirme ve hasat koşulları ile depolama koşullarına bağlıdır. Genel olarak tahılın nem içeriğinin % 1 azaltılması, depo ömrünü 1,5 kat arttırmaktadır (Anonim 2008).

Çizelge 2.1. Güvenli depolama için bazı tahılların nem içerikleri (Şişman 2003)

Ürün	% Nem içeriği	
	6 aydan kısa depolama	6 aydan uzun depolama
Buğday	14,0	13,0
Mısır	15,5	13,0
Fasulye	16,0	13,0
Darı	10,0	9,0
Pirinç	13,0	12,0
Sorgum	13,5	13,0
Soya fasulyesi	13,0	11,0
Çekirdeklik ayçiçeği	11,0	10,0
Yağlık ayçiçeği	10,0	8,0
Keten tohumu	9,0	7,0
Arpa	14,0	12,0
Yulaf	14,0	13,0
Bezelye, börülce	15,0	13,0

Depolama süresince tahılların besleyicilik değeri, ürünün nem içeriğinin düşürülmesi ile korunabilir. Depolanan ürünün ömrü, nem içeriğindeki her % 1'lik azalma (% 5-15 nem içeriği arasında) ile iki katına çıkmaktadır (Anonim 1990). Nem içeriği yüksek tanelerde mikroorganizma faaliyetleri, bakteri ve küflerin üremesi daha hızlı olmaktadır.

Çizelge 2.1' te verildiği gibi güvenli depolama için nem içeriğinin, buğdayda % 13' ü, arpa, mısır, sorgum ve yulafta % 12-14 pirinçte ise % 12-13'ü geçmemesi gerekir (Hoseney 1986). Tahılın nem içerikleri Çizelge 2.1'de belirtilen değerlerin üzerinde ise ürün depolamadan önce mutlaka kurutulmalı (Kent 1982) ya da depo içerisinde etkin bir havalandırma ile uygun sınırlara düşürülmelidir.

Jones ve Shelton (1994), ürün nemindeki artışın, tanenin mekaniksel etkilerle kırılma ve zedelenmesini arttırdığını belirtmiştir. Özellikle % 18-20'nin üzerindeki nem içeriklerinde kırılma ve zedelenmeler en yüksek oranda ortaya çıkmaktadır. Sağlam tanelere göre kırık ve zedeli taneler 3-4 kat daha hızlı bozulmakta, ayrıca bu tanelerden kemirgen ve böcekler ise daha kolay beslenmektedirler.

2.2. Sıcaklık ve Bağlı Nem

Depolanmış tarımsal ürünlerde oluşan kayıpların azaltılabilmesi ancak ürüne bağlı olarak depolama koşullarının düzeltilmesi, diğer bir deyişle depo içi çevre koşullarının denetim altına alınması ile mümkündür (Hall 1980).

Depolanmış tahılların depo ömrünü etkileyen ve depo içi çevre koşullarından ilki sıcaklıktır. Depo içerisindeki tahıl solunum yaparak depo sıcaklığını arttırmakta ve artan sıcaklık solunum hızını arttırmaktadır. Artan solunum hızı ve sıcaklık üründe oluşan gerek mikrobiyal bozulmaları gerekse zararlıların oluşturdukları kayıpları arttırmaktadır. Depo sıcaklığının 18 °C'nin altında tutulması hem mikrobiyal hem de böcek ve kemirgenlerin faaliyetlerini azaltır (Ünal 1991).

Depolanan ürünün sıcaklığındaki 5 °C 'lık azalma ömrünü iki katına çıkmaktadır (Anonim 1990). Depolama sıcaklığı 0 °C olan tohumların depolama ömrü, 50°C sıcaklıkta depolananlardan bin kat daha fazladır (Harrington 1963). Tahıllar için en uygun depolama sıcaklığı 0-5°C arasındaki sıcaklıklardır. Donma noktasının altındaki sıcaklıklar ürünlerin sahip olduğu suyun donmasına ve canlılık gücünü kaybetmesine neden olacağından önerilmemektedir (Şehirli 1997). Harner ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada, tahılların depoya yerleştirildikten hemen sonra hızlı bir şekilde soğutulmaları gerektiğini ve dış hava sıcaklıklarına paralel olarak sıcaklığın sonbahara kadar 10 °C kadar düşürülmesini, kış

aylarında ise nem göçünün önlenmesi için yığın sıcaklığının 0-5 °C arasında tutulmasını tavsiye etmiştir.

Hellevang (1990), ürün nem içeriklerinin depolama sıcaklığı arttıkça arttığını ve depolama sıcaklığının 10 °C'den 25 °C'ye artması durumunda tahılların nem içeriğinin % 1 arttığını ifade etmiştir. Ürünün nemi içeriğinin artması, özellikle % 20'nin üzerine çıkması, solunumu hızlandırmakta ve artan solunum ürünün yakacak kadar yüksek bir ısıya neden olarak oluşan kayıpları arttırmaktadır (Brandenburg ve ark.1961).

Çizelge 2.2. Çeşitli ürünlerin farklı bağıl nem altındaki denge nem içerikleri (Hall 1980, Brooker ve ark. 1992)

Bağıl Nem (%)		Bitki ve bitki sıcaklığı (°C)	%90	%80	%70	%60	%50
Denge Nem İçerikleri (%)	Buğday (25 °C)		17,1	16,7	14,7	13,1	11,9
	Arpa (25 °C)		19,2	15,7	13,4	11,9	10,6
	Mısır (25 °C)		19,1	15,9	13,7	12,2	11,0
	Soya fasulyesi (25 °C)		21,3	15,8	12,1	9,7	7,8
	Sorgum (32 °C)		-	14,7	13,5	12,4	11,3
	Fasulye (25 °C)		-	18,2	14,9	12,6	11,0
	Yulaf (25 °C)		18,2	15,0	12,8	11,4	10,3
	Pirinç (25 °C)		18,3	15,3	13,4	12,0	11,0
	Çekirdeklik ayçiçeği (21 °C)		15,0	12,7	11,0	9,6	8,4
	Yağlık ayçiçeği (21 °C)		10,7	9,3	8,3	7,4	6,6
	Pamuk		19,6	12,9	10,1	9,1	7,8
	Keten tohumu (25 °C)		14,9	11,2	9,2	7,7	6,7

Kreyger (1978), 10 haftalık bir süre boyunca 16 °C sıcaklık ve % 24 nem içeriğine sahip arpanın depolanması durumunda % 2'lik bir kuru madde kaybı olduğunu, 10 °C sıcaklık ve % 22 nem içeriğinde depolandığında % 1, aynı sıcaklık ve % 24 nem içeriğinde ise % 7 kayıp olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde 30 hafta boyunca 13 °C sıcaklık ve % 22 nem içeriğinde

depolanan arpada kuru madde kaybı %3, aynı sıcaklık ve % 24 nem içeriğinde ise % 12 olduğu belirlenmiştir.

Güvenli depolama açısından kuru olarak yani düşük nem içeriğinde depolanması gereken tahıllar depolama sırasında depo havasıyla sürekli bir sıcaklık ve nem iletişimi içerisindeyler. Ürünün depo havasından nem almaması, ancak bağıl nemi düşük bir ortamda saklanması ile mümkündür. Depo havası ile ürün arasındaki nem geçişi yüksek buhar basıncından az olana doğru olacak ve basınçlar eşitleninceye kadar azalarak devam edecektir. Buhar basınçlarının eşitlendiği yani nem geçişinin durduğu andaki ürünün nem içeriği ise “Denge Nem İçeriği” olarak isimlendirilmektedir. Denge nem içeriği ortamın sıcaklığı ile bağıl nemine, ürün çeşidine ve olgunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Hellevang 1994, Henderson ve ark. 1997).

Uygun depolama koşullarının belirlenmesi açısından, tahılların farklı sıcaklık ve bağıl nem koşullarında ulaşacakları denge nem içeriklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Çizelge 2.2’de çeşitli ürünlerin farklı bağıl nem koşullarındaki denge nem içerikleri verilmiştir.

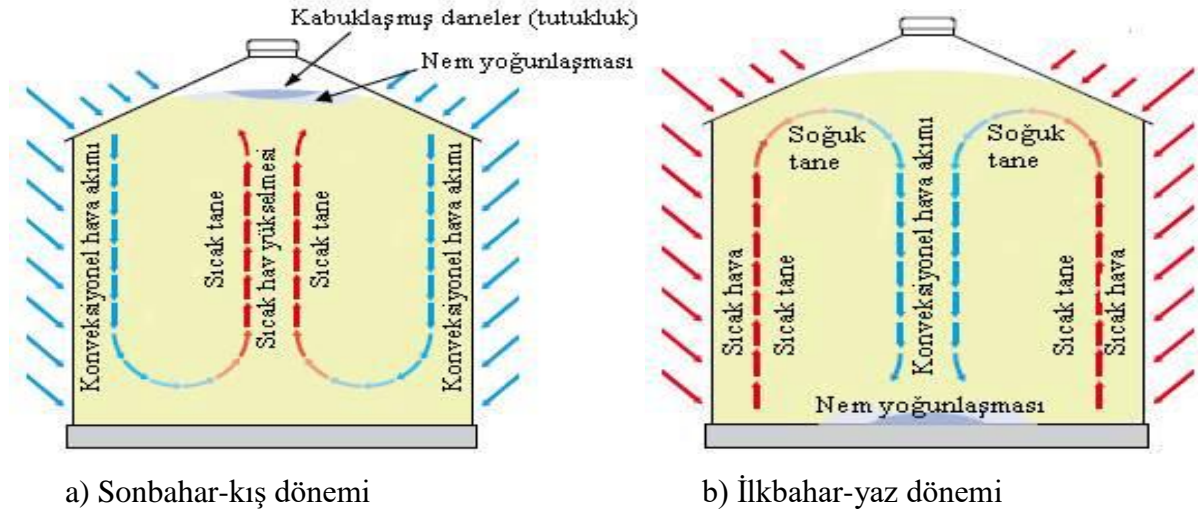
Çizelge 2.2’de de görüldüğü gibi, denge nem içerikleri depo havasının bağıl nemine ve ürüne göre farklı olmaktadır. Güvenli depolama için gerekli denge nem içeriği buğday için % 60 iken, mısır için % 70, ayçiçeği için % 75 civarındadır. Genel olarak tahılların depolanmasında depo havasının % 70’in altında tutulması ürünün güvenle depolanması açısından yeterlidir (Şişman 2003).

2.3. Nem göçü ve havalandırma

Güvenli depolama için önerilen nem içeriğine kadar kurutulmuş ve soğutulmuş bir tahıl, sıcaklığı ve bağıl nemi önerilen sınırların altında olan bir depoya yerleştirilse bile depolamanın sonunda yüksek ısı ve nemden bozulabilir. Şişman (2003), kapalı depolardaki tüm depolama koşulları uygun bile olsa, ürünün canlılığı ve solunumu sonucunda ortama bir miktar ısı ve nem verdiğini, bu ısı ve nemin ise üründe gerek mikrobiyal gerekse zararlıların oluşturduğu kayıpları arttırdığını belirtmiştir. Ayrıca solunum sonucunda ortaya çıkan bu ısı ve nem; depo içerisinde sıcaklık ve nem farkı yaratarak hava hareketine neden olur. Sıcaklık ve nem farkı ile oluşan bu hava hareketi depo içerisinden sıcak bölgeden soğuk bölgeye doğru bir hava hareketidir. Sıcaklık farkı nedeniyle oluşan hava hareketi sonucunda sıcak ve nemli hava yığınının soğuk bölgelerine ulaştığında taşınmış olduğu nem soğuk taneler üzerinde yoğunlaşır. Nem göçü olarak isimlendirilen bu olay güvenli depolama açısından çok önemlidir (Şişman 2003).

Sonbahar aylarında dış hava sıcaklığının azalmasına paralel olarak depo içerisinde kenar ve üst kısımların hızlı soğuması, orta kısımların ise sıcak kalması nedeniyle oluşan sıcaklık

farkı, orta kısımlardaki sıcak ve nemli havanın yığının üstüne doğru hareket etmesine ve buradaki soğuk taneler üzerinde nemin yoğunlaşmasına sebep olur. Böylece yoğunlaşmanın olduğu bölgedeki ürünlerin nem içerikleri artar. İlkbahar aylarında ise bu hareket ters yönde meydana gelir ve bu sefer yığının alt – orta kısımlarına nem yoğunlaşması oluşur. Sıcaklığın ve nem içeriğinin artması mikro organizma ve zararlıların yarattığı bozulmaların artmasına neden olur (Kendirli 2006, Şişman ve Engin 2011).



Şekil 2.1. Silo içerisinde oluşan hava akımları ve nem göçü (Anonim 2018)

Tanenin ısınması veya yığın içerisindeki ısı farkı değişik nedenlerden olabilir. Önemli nedenler şunlardır (Şişman ve Delibaş 2005);

1. Deponun iyi izole edilmemiş olması yığın içerisinde sıcaklık farkı oluşturur,
2. Hasat sırasında eğer hasat zamanları farklı ise ve bu değişik ürünler aynı depoya konulmuşsa sıcaklık farkları oluşturur,
3. Herhangi bir yerde böcek üremesi olmuşsa böcekler kendi etrafındaki atmosferin sıcaklığını yükseltir ve sıcaklık farkı oluşturur,
4. Ürünün solunumu sonucunda sıcaklık artar ve yığında sıcaklık farkları oluşur.

Nem göçü nedeniyle oluşan nem birikimi yığın içerisinde üniform sıcaklık ve nem dağılımı sağlanarak önlenir. Hammer (1989), dış hava sıcaklığı ile yığın sıcaklığı arasındaki fark 5°C 'nin altında tutulması durumunda depo içerisinde oluşan nem göçünün engellenebileceğini belirtmiştir.

Depolanan üründe yığının sıcaklık ve neminin eşitlenmesi için ürün içerisinde hava geçirilmeli yani etkin bir şekilde havalandırılmalı veya başka bir depoya taşınmalıdır. Ancak

tahılın poroz yapısından dolayı ürün içerisinden hava geçirmek, hava içerisinden ürünün geçirilmesinden daha kolay ve etkindir (Brandenburg ve ark. 1961), yeterli miktarda, düşük sıcaklık ve bağıl nemde hava ürün içerisinden geçirilirse güvenli depolama için gerekli çevre koşulları kolaylıkla sağlanabilir (Ünal 1991).

Havalandırma, depo içerisindeki iklimik hava hareketlerini azaltmak ve yığın içerisinde oluşabilecek yüksek sıcaklık ve nemin yaratacağı zararı önlemek amacıyla, nispeten düşük hacimli hava akımının yığın içerisinden emme veya basma yoluyla geçirilmesi olarak tanımlanır (Öztarhan ve Aruoma 1989). Havalandırmanın birinci amacı fazla nemin ve solunum ıslısının dışarı atılması ve ürünün soğutulmasıdır (Balaban ve Şen 1979). İkinci amacı ise depo içerisindeki yığın sıcaklıklarının dış hava sıcaklıklarındaki mevsimsel değişikliklerden etkilenmemesi ve sıcaklık farklarının ortadan kaldırılmasıdır.

Havalandırma ile ürünün soğutulması ile mikroorganizma ve böcek aktivitesinin azaltılması ve yığın içerisindeki sıcaklık farklarının önlenmesi ile nem göçünün engellenmesi sağlanarak ürünün güvenli depolama süresi büyük oranda arttırılabilmektedir (Cloud ve Morey 1991).

Eğer ürün havalandırma sistemi bulunmayan bir depo konulursa, depolamadan önce ürün ne kadar iyi kurutulmuş ve soğutulmuş olursa olsun, kısa bir süre sonra ısınacak, nemlenecek ve hızlı bir şekilde bozulma meydana gelecektir (Şişman 2005).

Harner ve Higgins (1987), altı aydan kısa süreli depolamalarda havalandırma sistemi bulunmayan depoların kullanılabileceğini, daha uzun süreli depolamalar için ise ürünün havalandırma sistemine sahip depolarda saklanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Jones ve Shelton (1994), tahılların havalandırma sistemi bulunan bir depodaki güvenli depolama süresinin, havalandırma sistemi bulunmayan depodakinden dört kat fazla olacağını belirtmişlerdir.

Depolama süresince yapılan havalandırmaların mevsimlere göre farklı amaçları söz konusudur. Depolamanın başında yapılan havalandırma ürünü soğutma amaçlıdır. Daha sonraki dönemde yani sonbaharda yapılan havalandırma dış hava sıcaklığın düşmesine paralel olarak ürünü soğutmak, depo içerisinde sıcaklık ve nem farkları ile nem göçünü engellemek için yapılmaktadır. Bu dönemdeki havalandırma yığın sıcaklığını dış hava sıcaklığına düşürünceye kadar sürdürülmelidir. Hellevang (1993), Eylül ve Ekim aylarında yığın sıcaklığının 11 °C'a kadar düşürülmesi gerektiğini belirtmiş ve sonbahardaki bu dönemi, soğuk öncesi dönem olarak

adlandırmıştır. Kış mevsimini kapsayan dönemde ise yığın sıcaklığının 0-5 °C arasında bir sıcaklığa düşürülmesi tavsiye edilmektedir (Thompson ve Shelton 1993).

Kış mevsiminde yapılan havalandırma, soğuk öncesi dönemde soğutulmuş ürünü daha fazla soğutulmak için değil, mevcut sıcaklığın korunması ve yığın içerisindeki sıcaklık farklarının engellenmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenle kışın havalandırma sistemi genellikle dış hava sıcaklığının yığın sıcaklığına eşit veya yüksek olduğu günlerde çalıştırılır. Depo içindeki ve dışındaki iklimsel koşullara bağlı olarak kış mevsiminde haftada birkaç saat havalandırma yapmak yeterlidir (Navarro 1996).

Bahar mevsiminde yapılan havalandırma ise, dış sıcaklığın artması paralel olarak depo içerisinde oluşacak sıcaklık farklarını ve buna bağlı olarak yığın içerisinde oluşacak nem göçünü önlemek amacıyla yapılır ve ısınma dönemi olarak isimlendirilir. Diğer bir deyişle ürünün bir miktar ısıtılması amacıyla havalandırma yapılır. Bu dönemde havalandırma ürünün sıcaklığı 15-16 °C'a yükselinceye kadar yapılmalıdır. Bu sıcaklık mikrobiyal ve zararlıların yaşamsal faaliyetlerini engelleyecek kadar düşüktür (Cloud ve Morey 1991). Thompson ve Shelton (1993), bu dönemde haftada 1 °C'lık sıcaklık artışı olacak şekilde havalandırmanın çalıştırılmasının yeterli olacağını belirtmiştir.

Depo içerisinde güvenli depolama için sağlanmaya çalışılan uygun depolama koşullar sürekli takip edilmelidir. Havalandırmanın çalıştırılacağı veya durdurulacağı zamanlar depoda yapılacak sıcaklık, bağıl nem ve ürün nem içeriği ölçümleri ile belirlenmelidir

Noyes ve ark. (1998), Ekim-Kasım aylarında yığın sıcaklığı 10°C düşünceye kadar 2-3 haftada bir böcek ve küf kontrolü yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Jones ve Shelton (1994), tahıl depolamasında ürünün sıcaklık, nem ve zararlı kontrollerinin kış aylarında en az ayda bir kez, diğer dönemlerde ise iki haftada bir kez yapılmasını tavsiye etmiştir.

Thompson ve Shelton (1993), depolama süresince yapılacak yığın sıcaklık kontrollerinin sonbaharda en az iki haftada bir, kışın en az ayda bir, ilkbaharda ise iki haftada bir yapılmasını tavsiye etmiştir.

Maier (1993b), depolama süresince depolarda yapılması gereken kontrollerde bir diğeri olan ürün nem içeriklerinin saptanmasında kullanılacak örneklerin, deponun en az iki farklı

bölge ve derinliğinden alınmasını, özellikle deponun merkeze yakın bölgesinden alınacak örneklerin mümkün olduğu kadar derinden alınmasının önermiştir.

2.4. Oksijen ve CO₂

Tüm yaşayan organizmalar gibi depolanmış tahıl ve tahıllarda zarar oluşturan mikro organizmalar oksijene ihtiyaç duyarlar. Solunum, özellikle tanedeki oksijen mevcudiyetinde karbonhidratların oksijen ile parçalanmasıdır. Ancak bazı maya ve bakteriler oksijen olmadığı takdirde de solunum yapabilirler. Aerobik ve anaerobik solunum ve oluşum şekli ürünler bakımından farklılık gösterir. Depolanmış ürünlerde her ikisi de cereyan etmesi durumunda aerobik solunum anaerobik solunuma göre depolanmış ürünün depo ömrü bakımından daha önemlidir. Çünkü aerobik koşullarda solunum sonucu meydana gelen enerji oluşumu ve karbonhidrat parçalanması daha fazladır. Örneğin; aerobik koşullarda 1g şekerden 0,747 L CO₂ ve 3,76 Kcal enerji meydana gelirken, anaerobik koşullarda aynı miktar şeker 0,25 L CO₂ ve 0,12 Kcal enerji ortaya çıkmaktadır (Kanburoğlu 1980).

2.5. Zararlılar

Ürünlere saklama süresince mikroorganizmalar, kemirgenler ve özellikle böcekler zarar vermektedir. Bu zararlılar gıda maddelerini kemirerek, kırarak ve yiyerek zarar verirler. Bu nedenle mahsul ticari değerini ve tohumluk vasfını kaybeder. Yapılan araştırmalar, zararlı böceklerden dolayı tahıllarda yılda ortalama verim %10 azalmaktadır (Anonim 2019).

2.6. Yabancı Madde

Depolanacak ürünler depoya yerleştirilmeden önce mutlaka temizlenmeli ve yabancı madde miktarı %4'ün altına düşürülmelidir (Öztarhan ve Aruoma 1989). Ürün içerisindeki kavuzlar, yabancı maddeler ve toz, nemi çabuk absorbe ederek, güvenli depolama için gerekli koşulları olumsuz yönde etkiler. Ayrıca ürünün içerisindeki kırık ve zedeli taneler daha hızlı nemlenerek mantar ve mikroorganizmalardan daha kolay zarar görecektir.

2.7. Depo Şekli ve Yapısı

Tarımsal ürünlerin güvenli depolama süresi üzerinde etkili bir diğer faktör ise depo şekli ve yapısıdır. Ülkemizde tahılların en önemli alıcı ve depolayıcısı olan TMO, farklı tip ve kapasitede depolar kullanmaktadır. TMO' da kullanılan depo tipleri,

- Silo,
- Mekanize ufki depo (MUD),

- Makineli beton ambar ve yarı mekanik depo,
- Betonarme ambar ve büz depo,
- Modern açık yığın depolama ünitesi (MAYDÜ),
- Kagir depo,
- Ahşap depo,
- Çelik ambardır.

Silo: Çelik veya betonarme yapıdan oluşan silindir şeklindeki doldurma, boşaltma ve havalandırma sistemine sahip, depolama koşullarının otomatik olarak izlenebildiği depolardır.

Mekanize ufki depo (MUD): Kapasitesi 10 000 ton olan, havalandırma sistemine sahip, mekanik olarak doldurulup seyyar elevatörlerle boşaltılan, konstrüksiyonu çelik olan beton depolardır.

Betonarme ambar ve büz depo: İnşaat tarzı tamamen beton olup, yangına karşı en az tehlikeli, depolama yönünden kullanılabilir depolardır.

Kagir depolar: Temelleri taş ve duvarları tuğla, çatısı kiremit olan depolardır. Ahşap depolara göre depolamaya daha elverişli depolardır.

Ahşap depolar: İnşaat malzemesinin tamamına yakını ahşaptır. Yapı itibarıyla gerek yangın tehlikesine hassas oluşu, gerekse haşere barınmasına müsait olması yönüyle depolamaya çok uygun olmayan yapıdadır. Ülkemizde fazla tercih edilmemektedir.

Çelik ambarlar: Bu depoya genellikle ambar denilmektedir. Tabanı beton, yan duvarları ve çatısı saçtan yapılmıştır. Depo içerisinde beton bölme yoktur.

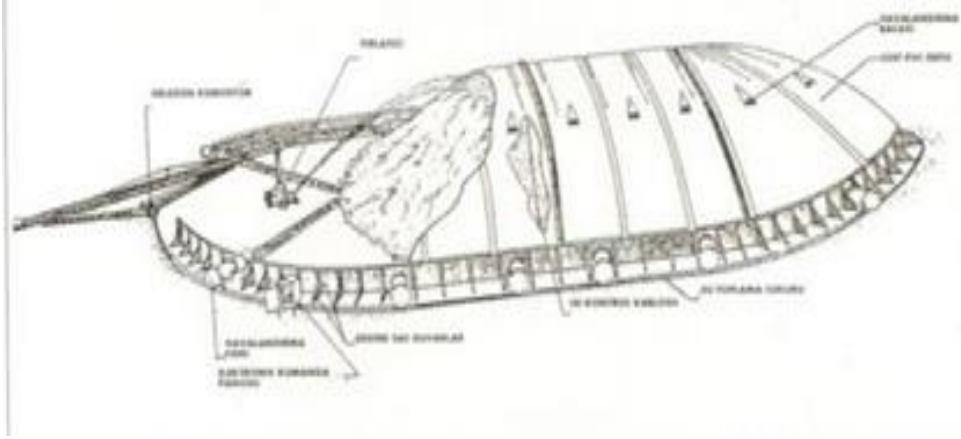
Çizelge 2.3. TMO'nun depo şekilleri ve depolama kapasiteleri (Anonim 2019)

Depolama kapasitesi		
TMO	0,5 Milyon Ton	Liman silosu
Depoları	3,5 Milyon Ton	Diğer depolar
	4 Milyon Ton	Toplam

Modern Açık Yığın Depolama Üniteleri (MAYDÜ)

Türk standardı TS 12973 (Anonim 2003)'e göre MAYDÜ "Tabanı beton, asfalt, sıkıştırılmış dolgu malzemesi veya parke taşlarından yapılan, etrafı 120 cm yüksekliğinde çelik saç ve üzeri örtülerle örtülen depolama üniteleri" şeklinde tanımlanmaktadır

- ❖ MAYDÜ'ler 1.000, 5.000 ve 10.000 ton ürün kapasiteli olarak inşa edilirler.
- ❖ Oval ve dairesel olmak üzere iki tipte yapılırlar (Şekil 2.2).
- ❖ Oval üniteler seyyar doldurma cihazları ile doldurulur, dairesel üniteler ise kamyon devirici - bant konveyör ve ünite merkezinde mevcut dolum kulesi vasıtasıyla sabit yükleme cihazları ile doldurulurlar.
- ❖ Depoların yan saçlarında iki yerde kapılar bulunmaktadır. Araçların MAYDÜ içerisine rahatça girebilmesi için bu kapılar kullanılır.



Şekil 2.2. Modern açık yığın depolama ünitesi (MAYDÜ)'nün şekilsel gösterimi (Anonim 2003)

Avantajları

- ❖ Ürünün doldurulup boşaltılması kolaydır.
- ❖ Her yerde kolaylıkla inşa edilebilir.
- ❖ İlk yapım maliyeti azdır.
- ❖ Yapım ve onarımı kolaydır.

Dezavantajları

- ❖ İklim koşullarından etkilenir.
- ❖ Ürünün muhafaza edilmesi daha zordur.
- ❖ Depolanan ürünün bakım ve mücadelesi zordur.

❖ Nem ve sıcaklık değerlerini dengede tutabilmek için havalandırması daha hassas yapılmalı ve daha çok dikkat edilmelidir.

MAYDÜ ' nün Kuruluşu;

- ❖ MAYDÜ tesisleri düz ve iyi drene edilmiş zemin üstüne yaklaşık 1,15 m yüksekliğinde yan saclar dikilerek kurulur.
- ❖ Yan sacların bastığı yer betondur. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde tüm taban betondur.
- ❖ Yan duvarlar bir üçgen teşkil eden 3 adet özel profile civatalanan 1,15 m yükseklikte oluklu galvanizli sactan inşa edilir.
- ❖ Alt profil zemine 90 cm boyunda çubuklarla ankre edilmektedir.
- ❖ Yan saclarda iki yerde 9 m uzunluğunda araçların depo içine girmesini sağlayan kapı ve kapılarda depo dolu iken kapı saclarının sökülebilmesi amacıyla kapak bulunmaktadır.
- ❖ Yan saclar içine doldurulan hububat üst kısmına örtülen özel PVC örtü ile çevre şartlarında korunmaktadır.
- ❖ Yan sacların üst kısmına PVC örtüyü sabitlemek üzere ahşaplar monte edilmektedir.
- ❖ Tahılın modern teknolojiye uygun olarak muhafazası için ünitelerde havalandırma sistemi, ısı ölçme sistemi ve ilaçlama sistemi bulunmaktadır.

Ülkemizde TMO tarafından inşa edilen farklı kapasite ve taban şeklindeki MAYDÜ' nün teknik özellikleri Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. MAYDÜ'nün teknik özellikleri(Anonim 2019)

Kapasitesi	Şekli	Örtü	Havalandırma
5.000 Tonluk	Dairesel	8 parça ve örtü çapı = 45,70 m	16 adet havalandırma bacası
	Yuvarlak	2 parça ve örtü ölçüsü=30,26*31,75 m	16 adet havalandırma bacası
10.000 Tonluk	Yuvarlak	3 parça ve örtü ölçüsü=40*80m	28 adet havalandırma bacası
	Dairesel	8 parça ve örtü çapı=59,30 m	28 adet havalandırma bacası

TMO eksperleri tarafından alımı yapılacak olan ürünün özelliklerini ve fiyatını belirlemek için, standarda uygun olarak her araçtan sondalar ile en az 1 kg örnek alınır. Aynı anda ürünün sıcaklığı ve nemi de ölçülür. Alınan örneklerin aşağıda belirlenen sıralamaya göre analizi yapılır.

❖ Alınan 1 kg analiz numunesi üstte 3,55 mm'lik uzun delikli elek ve altta 1,0 mm'lik elek olacak şekilde 30 saniye elenir.

❖ 1,0 mm'lik uzun delikli elek üstte kalan kısımda ve elek altında canlı haşere kontrolü yapılır. Canlı haşereye rastlanmadığı takdirde analiz işlemlerine devam edilir. Gerekğinde 1,0 mm'lik elek üzerinde kalan kısım, 2,2 mm'lik yuvarlak delikli elekten de elenmek suretiyle canlı haşere kontrolü yapılır.

❖ 3,55 mm'lik delikli elek üzerinde kalan maddelerden hububat taneleri yabancı maddeden ayrılarak numuneye eklenir.

3,55 mm'lik uzun delikli elek üzerinde kalan diğer maddeler ile 1,0 mm'lik uzun delikli elek altına geçen maddeler birlikte tartılarak "yabancı madde" olarak değerlendirilir.

1,0 mm'lik uzun delikli elek üzerinde kalan numune içinde bulunan taş, toprak, kum gibi inorganik maddeler ile sap, saman ayıklanır ve yabancı maddeye ilave edilir. Taş, toprak, kum gibi inorganik maddeler toplam %1' in altında ise analize devam edilir.

Bulunan toplam yabancı madde 10' a bölünerek % oranı bulunur.

❖ 1,0 mm'lik elek üzerinde kalan ve yabancı maddesi ayıklanan numune kullanılarak nem içeriği, hektolitre, protein, sedimantasyon ve yaş gluten analizleri yapılır. İlk olarak yapılan nem içeriği analizi sonucunda rutubet oranı % 14,5'i geçmemesi gerekir. Eğer nu oranın altında ise diğer analizlere devam edilir.

Tüm bu aşamalar tamamlandıktan sonra üreticiye; TMO' ya teslim ettiği ürün miktarını, ürünün hektolitre değerini, nemi ve sıcaklık değerlerinin yazılı olduğu ürün teslim makbuzu verilir.

Deponun doldurulma işlemi yapılmadan öncelikle ürünün döküleceği kısımdaki havalandırma kanalları döşenir. 25 m' lik helezon konveyör, döküm ağzı kapının ters tarafındaki yarım dairenin merkezine ürünü boşaltacak biçiminde yerleştirilir. Depoya yerleştirilecek ürün, konveyörün eme ağzına boşaltılır. Konveyörle doldurma sırasında boş kalan yerler hububat fırlatıcı ile doldurulur (Anonim 1990).

MAYDÜ yarıya kadar doldurulduktan sonra dolan kısmın üstündeki örtü tamamen kaldırılarak o bölgeye sıcaklık ölçme sensörleri, MAYDÜ işletme ve bakım talimatlarında

verilen plana göre yerleştirilir ve kablolar MAYDÜ saclarının üzerine yerleştirilen prizlere takılır (Özkaya ve Özkaya 2005).

MAYDÜ ' nün ikinci yarısı da doldurulduktan sonra yine plana göre sıcaklık ölçme kablolarının yerleştirilmesi yapılır. Üst örtüler bağlantı yerlerinden birbirine ve yan saclara bağlanır, emniyet kuşakları takılır, havalandırma bacaları yerleştirilir. Rüzgarlı havalarda tavana serilen üst örtünün açılmaması için üzerine örtüye zarar vermeyecek ağırlıklar yerleştirilir (Anonim 1990).



Şekil 2.3. MAYDÜ'nün dolumu

Ürün miktarı dikkate alınarak yapılacak uygulamada stoğun alt, orta ve üst kısımların sıcaklıkları ölçülür ve en düşük stok sıcaklığı esas alınarak, “fümigasyon uygulamalarında ürün sıcaklık dereceleri ve depo türlerine göre kullanılacak fümigant miktarları (adet/ton)” tablosu dikkate alınarak uygulama yapılır.

Fümigasyondan önce ürün yüzeyi tesviye edilir. Depo yüzeyinde ilacın belli aralıklarla atılacağı noktalar belirlenerek, ilaçlama sondası yardımıyla depo tabanından başlayarak ürün yüzeyine doğru belirli aralıklarla ilaç uygulanır. Fümigasyon yeterli sayıda teknik personel tarafından güvenlik tedbirleri alınarak en kısa zamanda uygulanmalıdır.

Depodaki tahılın boşaltılarak kamyon ve traktörlere yüklemesinde 25 m helezon konveyörler kullanılır. Bu amaçla önce yan saçlarda kapı kısmında bulunan kapaklar ve üst örtü açılarak bu kısımdaki hububat helezon konveyör vasıtasıyla boşaltılır, kapı kısmı saçları sökülerek konveyör ve araçların depo içine girerek kamyonu mal yüklemesi sağlanır.

Boşaltma yapıldıkça hava kanalları ve ısı ölçme kabloları sökülerek emniyetli bir yerde muhafaza edilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Tekirdağ ili Hayrabolu ilçesinde yer alan TMO Şube Müdürlüğüne ait MAYDÜ' de yürütülmüştür. İncelenen MAYDÜ' nün planları ve teknik özellikleri Şekil 3.1 ve Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Araştırma materyalini oluşturan MAYDÜ, Haziran 2018 – Eylül 2018 tarihleri arasında sadece 3 aylık bir süre kullanılmış olması ve sadece bu tarih aralığında yapılan analizlerin çalışmanın amacına ulaşılabilmesinde yetersiz kalması nedeniyle aynı MAYDÜ' ye ait 2016 ve 2017 yıllarına ait TMO tarafından yapılan ölçüm ve analiz sonuçları da TMO Şube Müdürlüğünden alınarak çalışmaya dahil edilmiştir.

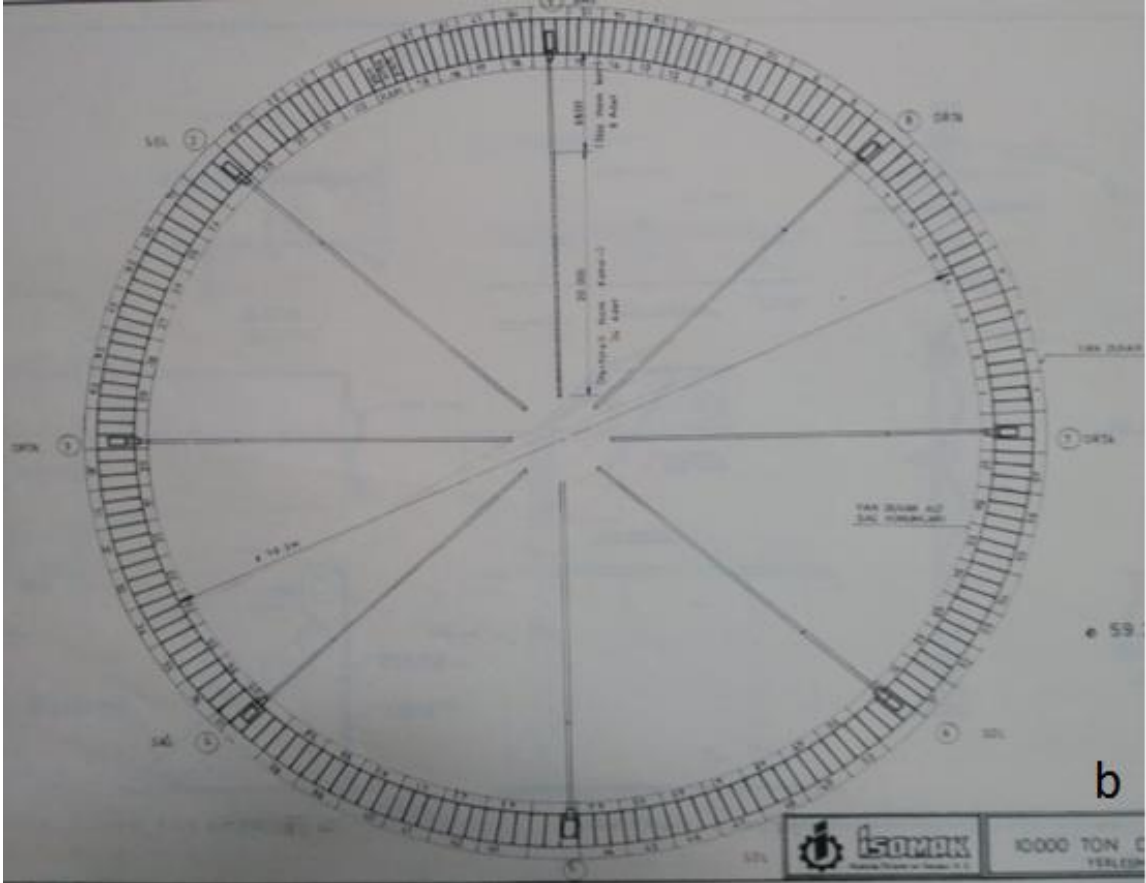
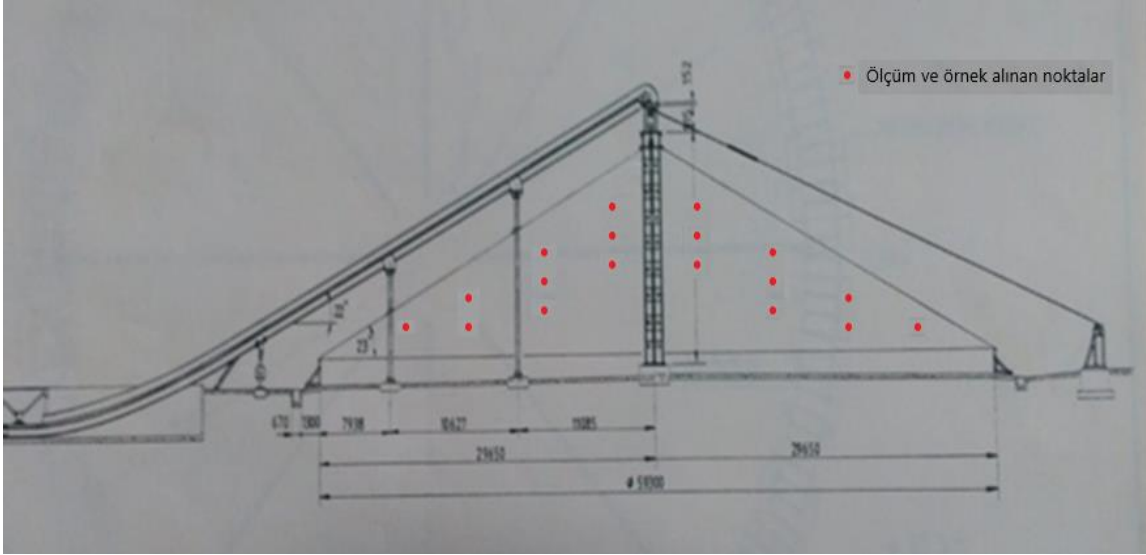
Çizelge 3.1. Hayrabolu TMO'ya ait MAYDÜ'nün teknik özellikleri

Taban alanı	2762 m ²
Kule yüksekliği	14,40 m
Havalandırma bacası	8 tanesi kapalı 16 tanesi delikli
İç çapı	59,3 m
Sac yüksekliği	1,25 m
MAYDÜ kapasitesi	10.000 ton

3.1.1. Araştırma alanı ve iklim özellikleri

Tekirdağ'a 52 km uzaklıkta olan Hayrabolu ilçesinin kuzeyinde Kırklareli, batısında Edirne, güneyinde Tekirdağ, doğusunda Muratlı yer almaktadır. Toplam yüz ölçümü 1.037 km²' dir.

Bölgenin en verimli topraklarına sahip olup, il merkezinin kuzey batısında, Ergene Havzası içerisindeki Hayrabolu Deresi vadisinde kurulmuştur. Arazisinin % 60'ı ova, % 35'i hafif engebeli olup % 5'i orman örtüsüyle kaplıdır. Deniz seviyesinden ortalama yükseltisi 210-220 m olup, en yüksek yeri 269 m ile Kabahöyük Tepesidir. Batı kesimleri Işıklar Dağının alçak olan kuzeybatı uzantıları ile çevrilidir. Bunun dışındaki alanlar ise çok parçalanmamış ve yer yer dalgalı düzlüklerden oluşan bir plato niteliğindedir.



Şekil 3.1.İncelenen MAYDÜ'nün planları ve ölçüm ile örnekleme yapılan noktalar

İncelenen MAYDÜ den 2016-2017 ve 2018 yıllarında örtü üzerinde özel olarak bırakılmış örnek alma açıklıklardan bölmeli sonda kullanılarak MAYDÜ yığının farklı derinliklerinden 15 günde bir buğday örnekleri alınmıştır. Örneklerin depoları temsil edebilmesi amacıyla deponun kenar ve orta kısımlarından olmak üzere farklı yerlerinden ve yığın yüksekliğinin %25-%75'lik derinliklerinden olmak üzere 1m, 2 m ve 3 m uzunluğunda sonda sokularak yaklaşık 2-3 kg örnek alınmıştır

Hayrabolu'ya ait 2018 yıllı iklim verileri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Yörede Trakya geçiş iklimi görülür. Kışları oldukça yağışlı ve çok soğuk, yazları az yağışlı ve sıcaktır. Yıllık yağış ortalaması 600 mm civarındadır (Anonim 2019).

Çizelge 3.2. Hayrabolu İlçesi 2018 Yılı İklim Verileri (Anonim 2019)

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Yağış (mm)	58	55	47	34	27	17	8	6	16	45	62	78
Max. sıcaklık (°C)	8	9	13	19	24	29	32	32	27	21	15	9
Min. sıcaklık (°C)	1	1	3	6	10	14	17	17	14	10	6	3

3.2. Yöntem

Araştırma materyalini oluşturan MAYDÜ'de depolama koşullarının takip edilmesi için 2018 yılında depo içerisinde yığının üst, orta ve alt kısımlarında olmak üzere deponun farklı bölge ve derinliklerinde Digitherm sıcaklık ölçer cihazı kullanılarak 15 günde bir yığın sıcaklığı ölçülmüştür (Şekil 3.2). Ayrıca incelenen depoda depo sıcaklığı ile dış hava sıcaklığı arasında 8°C'lık bir fark olduğunda havalandırma sistemi çalıştırılmış ve havalandırma sonunda aynı noktalarda sıcaklık ölçümleri tekrar yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan 2016 ve 2017 yıllarına ait veriler. MAYDÜ'nün farklı bölge ve derinliklerine yerleştirilmiş olan otomatik sıcaklık sensörleri kullanılarak TMO Şube Müdürlüğü tarafından yapılan ölçümlerden temin edilmiştir.



Şekil 3.2. MAYDÜ'de buğday örneği alınan yerlerde yapılan sıcaklık ölçümleri



Şekil 3.3. MAYDÜ'de buğday numunesi alımı ve nem içeriğinin ölçümü

TMO Şube Müdürlüğü tarafında depolanan ürünün kontrolü 15 günde bir yapıldığı için araştırmada 15 günde bir elde edilen veriler kullanılmıştır.

İncelenen MAYDÜ den 2016-2017 ve 2018 yıllarında örtü üzerinde özel olarak bırakılmış örnek alma açıklıklarından bölmeli sonda kullanılarak yığının farklı derinliklerinden 15 günde bir buğday örnekleri alınmıştır. Örneklerin depoları temsil edebilmesi amacıyla deponun kenar ve orta kısımlarından olmak üzere farklı yerlerinden ve yığın yüksekliğinin %25 ve %75'lik derinliklerinden olmak üzere yaklaşık 2-3 kg örnek alınmıştır. Alınan buğday örneklerinin bir kısmı elekten elendikten sonra Pfeuffer Cihazı kullanılarak nem içerikleri ölçülmüştür (Şekil 3.3). Diğer kısmı ise kapalı kutulara yerleştirilerek depolamanın ürünün kalite özelliklerindeki değişimi belirlemek üzere laboratuvara getirilmiştir.

Depolamanın buğday kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek üzere alınan buğday örneklerin de nem içeriği, hektolitre ağırlığı, Protein, sedimantasyon ve süne analizleri TS 2974 no'lu standartta (Anonim 2009b) belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ'deki sıcaklık ölçümleri depolama koşulları başlığı altında, depodan düzenli olarak alınan buğday örnekleri üzerinde yapılan nem içeriği, hektolitre ağırlığı, protein, sedimentasyon ve süne analiz sonuçları ise buğday kalite özellikleri başlığı altında verilmiştir

Araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ'de depolanan 2018 dönemi ekmeklik buğdaya ait Alım Baremi Çizelge 4.1'de verilmiştir. Her yıl MAYDÜ'lere yerleştirilen tüm buğdayların depoya yerleştirilmeden önce kalite ve kantite özellikleri belirlenerek aşağıda örneği verilen alım baremi çizelgelerine işlenmekte ve depolamanın başındaki ürün durumu kayıt altına alınmaktadır.

Çizelge 4.1. TMO 2018 dönemi ekmeklik buğday alım baremi (Anonim 2018)

Kodu	Ekmeklik buğdaylar	Grup kodu	Alım fiyatı(TL/TON)
1210	Anadolu beyaz sert buğdaylar	ABS	1.050
	Adana-99, Avorio, Ceyhan-99, Kıraç-66, Tosunbey, Melez-13, Zerun		
1220	Anadolu kırmızı sert buğdaylar	AKS	1.000
	Adalade, Aldane, Alparslan, Cömert, Destan, Delabrad, Drobya, Esperia, Flamura-85, Karasu-90, Rumeli,Selimiye		
1310	Diğer beyaz buğdaylar	DB	1.000
	(Anadolu beyaz sert buğdaylar grubunda yer almayan tüm beyaz buğdaylar)		
1320	Diğer kırmızı buğdaylar	DK	
	(Anadolu kırmızı sert buğdaylar grubunda yer almayan tüm kırmızı buğdaylar)		
1610	Düşük vasıflı beyaz ekmeklik buğdaylar	DVB	870
1620	Düşük vasıflı kırmızı ekmeklik buğdaylar	DVK	

4.1. Depolama Koşulları

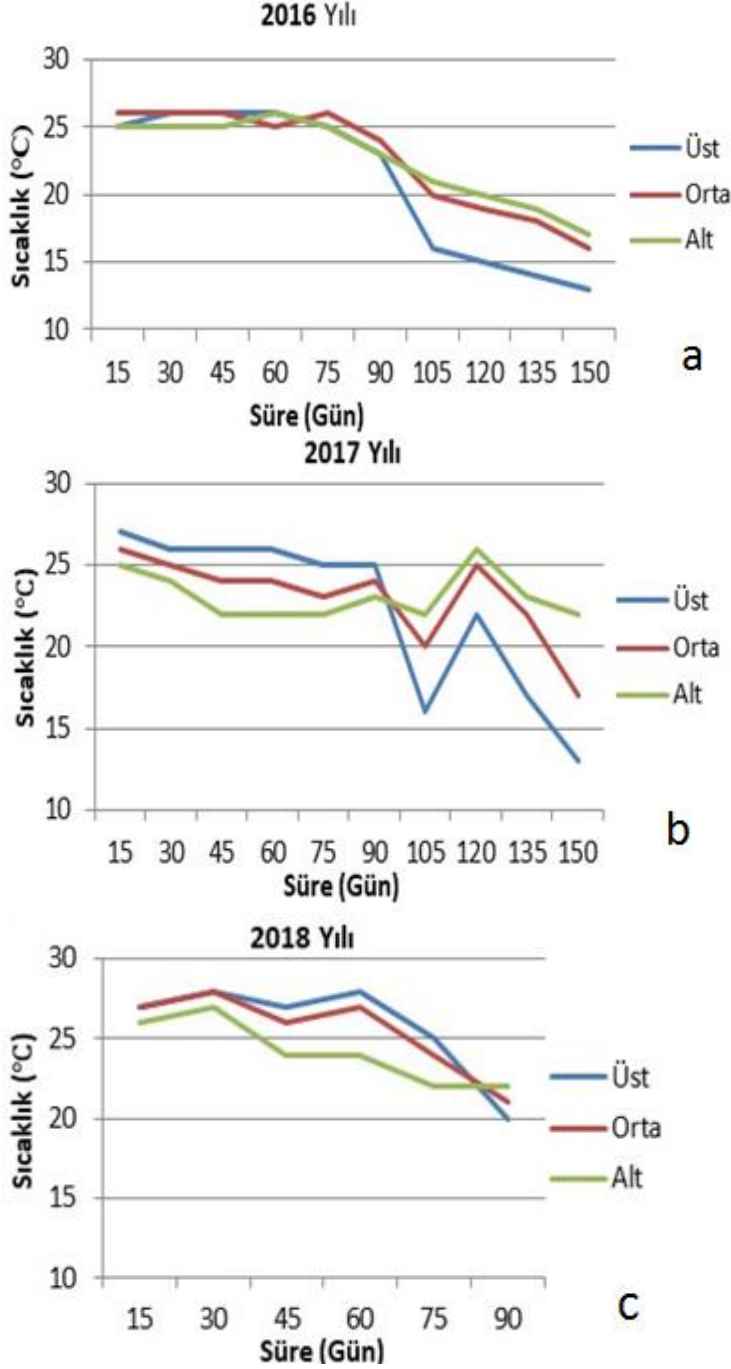
Hasadın başlamasıyla birlikte MAYDÜ'ye 2016, 2017 ve 2018 yıllarında 16 Haziranda ilk buğday alımı başlamış ve Temmuz başında depo doldurulmuş, 2016 ve 2017 yıllarında 15 Kasım, 2018 yılında ise 15 Eylül tarihinde depo boşaltılmıştır. Dolayısıyla 2016 ve 2017 yıllarında 5 aylık bir depolama yapılmışken 2018 yılında 3 aylık bir depolama süreci geçirilmiştir. 2018 sezonu itibariyle MAYDÜ'de stok miktarı 9.675,720 kg olarak belirlenmiştir.

İncelenen MAYDÜ'de 2016-2017 ve 2018 yıllarında 15 gün aralıklarla yığının farklı derinliklerinde yapılan sıcaklık ölçümleri Çizelge 4.2'de ve Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. MAYDÜ'de ölçülen yığın sıcaklıkları

Gün (°C) Sıcaklık	2016				2017				2018			
	Dış Hava	Üst	Orta	Alt	Dış Hava	Üst	Orta	Alt	Dış Hava	Üst	Orta	Alt
15.	25	25	26	25	20	27	26	25	21	27	27	26
30.	26	26	26	25	21	26	25	24	25	28	28	27
45.	27	26	26	25	25	26	24	22	25	27	26	24
60.	27	26	25	26	24	26	24	22	25	28	27	24
75.	25	25	26	25	27	25	23	22	25	25	24	22
90.	25	23	24	23	23	25	24	23	23	20	21	22
105.	23	16	20	21	24	16	20	22	-	-	-	-
120.	19	15	19	20	18	22	25	26	-	-	-	-
135.	17	14	18	19	15	17	22	23	-	-	-	-
150.	12	13	16	17	14	13	17	20	-	-	-	-

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1'de görüleceği gibi her üç yıl için de Eylül ayının başlarına kadar yığın sıcaklıklarının, yüksek dış hava sıcaklıkları nedeniyle 24-25°C civarında kalmıştır. Özellikle bu dönemde yığının alt kısımlarında sıcaklıkların yapılan havalandırmalar sonucunda 1-2°C daha düşük olduğu belirlenmiştir. Özellikle bu dönemde uzun süre yapılan soğutma amaçlı havalandırmaların sonucunda yığın sıcaklıkları bir miktar düşürülse de günlük ortalama dış hava sıcaklıklarının 26-27°C civarında olması havalandırma etkinliğini azaltmıştır.



Şekil 4.1. Yıllara göre yığın sıcaklıkları değişimi

Daha sonraki dönemde dış hava sıcaklıklarındaki düşümlere paralel olarak yığın sıcaklıkları ani bir şekilde düşmeye başlamıştır. Özellikle deponun üst kısımlarındaki düşüş daha hızlı gerçekleşmiş ve deponun orta ve alt kısımlarının daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Yığın içerisinde oluşan bu sıcaklık farklarının ortadan kaldırılması amacıyla bu dönemde havalandırma daha sınırlı süreler çalıştırılmıştır. Bu durum Cloud ve Morey (1991), Thompson ve Shelton (1993) Şişman ve Ergin (2011) gibi birçok araştırmacı tarafından da benzer şekilde belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Yıllara göre yapılan havalandırma miktarları ve amacı

Yıllar	Aylar	Havalandırma yapılan gün sayısı	Havalandırma yapılan süre	Açıklama
2016	Temmuz	15 Gün	62 Saat	Soğutma
	Ağustos	15 Gün	55 Saat	Soğutma
	Eylül	7 Gün	25 Saat	Soğutma
	Ekim	4 Gün	13 Saat	Sıcaklık farkını önleme
2017	Temmuz	5 Gün	22 Saat	Soğutma
	Ağustos	7 Gün	28 Saat	Soğutma
	Eylül	5 Gün	20 Saat	Soğutma
	Ekim	7 Gün	12 Saat	Sıcaklık farkını önleme
2018	Haziran	2 Gün	14 Saat	Soğutma
	Temmuz	4 Gün	13 Saat	Soğutma
	Ağustos	9 Gün	28 Saat	Soğutma
	Eylül	-	-	-

4.2. Buğday Kalite Özellikleri

Bu bölümde, araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ’de depolama süresince ortaya çıkan kalite kayıpları belirlenerek değerlendirilmiştir. Bu amaçla 15 günde bir depodan alınan buğday örnekleri laboratuvarında nem içeriği, hektolitreye, protein, sedimantasyon ve süne analizleri yapılmıştır.

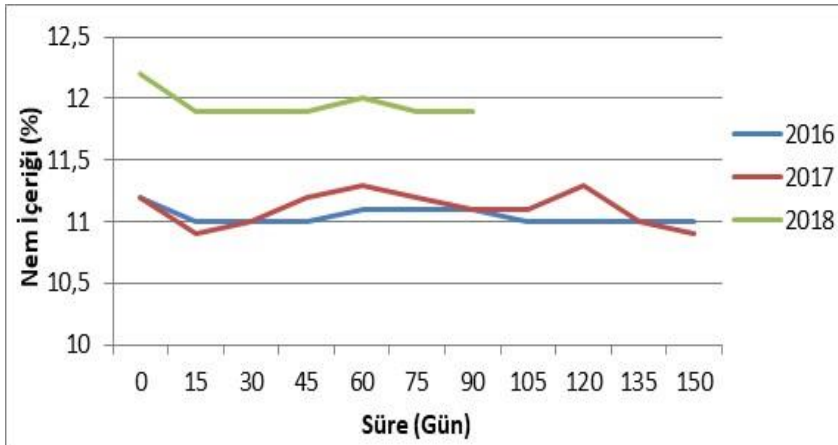
4.2.1. Nem içeriği

Buğday kalitesini ve özellikle de depolanabilirliğini etkileyen en önemli özelliklerin başında ürünün nem içeriği gelmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ’den depolama süresince 15 günde bir düzenli olarak alınan buğday örneklerinde Hayrabolu TMO Şube Müdürlüğü tarafından yapılan nem içeriği analiz sonuçları Çizelge 4.4’te ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.4’de görüleceği gibi her üç yıl içinde nem içerikleri, Hall (1980), Hellevang (1990), Jones ve Shelton (1994), Şişman ve Ergin (2011) gibi birçok araştırmacı tarafından güvenli depolama için önerilen kritik nem içeriği sınırı olan %13 nem içeriği sınırının altında kalmıştır. Ancak 2016 yılında %11,0, 2017 yılında %11,3 civarında tutulan nem içerikleri 2018 yılında %12,0 seviyesinde kalmıştır (Şekil 4.2). Nem içeriğinin 2016 yılında diğer yıllara göre daha düşük tutulması bu yıl yoğun olarak yapılan havalandırmaların bir sonucudur (Çizelge 4.4). Bu durum depolamada havalandırmanın önemini gözler önüne sermektedir. Özellikle 2018 yılında havalandırmanın yeterli etkinlikte yapılmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.4. Yıllara göre depolama süresince ürünün nem içeriği değişimi (%)

Nem içeriği (%)			
Depolama süresi	2016	2017	2018
0.Gün	11,20	11,20	12,20
15. Gün	11,00	10,90	11,90
30. Gün	11,00	11,00	11,90
45. Gün	11,10	11,20	11,90
60. Gün	11,10	11,30	12,00
75. Gün	11,10	11,20	11,90
90. Gün	11,10	11,10	11,90
105.Gün	11,00	11,10	-
120.Gün	11,00	11,30	-
135.Gün	11,00	11,00	-
150. Gün	11,00	10,90	-



Şekil 4.2. Yıllara göre nem içeriği değişimi

4.2.2. Hektolitre ağırlığı

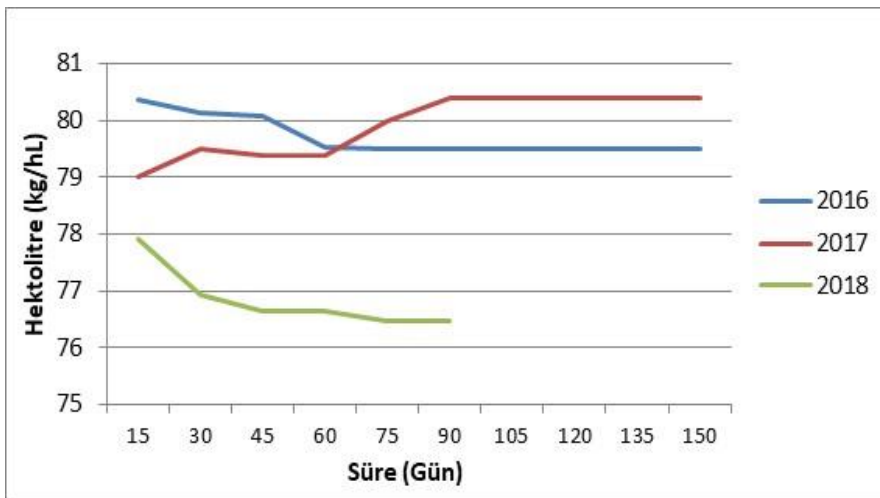
Hektolitre ağırlığı tanenin dolgunluğu hakkında bilgi veren, buğdayın un verimini gösteren ve dünya standartlarında sınıflandırmada esas alınan bir kalite parametresidir (Şehirli 1997). Ekmeklik buğdayın Türkiye'deki ortalama hektolitre ağırlığı 78 kg ve kabul edilebilir minimum hektolitre ağırlığı ise 72 kg'dır (Anonim 2009a).

Araştırmanın yapıldığı depoda bulunan buğdayların depolama süresince hektolitre ağırlığı değişimi Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yıllara göre hektolitreye ağırlığı değişimi

Hektolitreye ağırlığı (kg/hL)			
Depolama süresi	2016	2017	2018
15. Gün	80,36	79,00	77,91
30. Gün	80,13	79,51	76,93
45. Gün	80,08	79,38	76,65
60. Gün	79,52	79,38	76,65
75. Gün	79,50	80,00	76,46
90. Gün	79,50	80,40	76,46
105. Gün	79,50	80,40	-
120. Gün	79,50	80,40	-
135. Gün	79,50	80,40	-
150. Gün	79,50	80,40	-

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, 2016 ve 2018 yıllarında hektolitrenin depolama süresince düştüğü, ancak 2017 yılında ise ters bir şekilde yükseldiği görülmektedir. Depolama süresince hektolitrenin sıcaklığın düşürülmesi ve nem içeriğinin sabit kalması durumunda değişmemesi beklenirken 2017 yılındaki bu artışı aynı yıl depo içerisindeki ürünün nem içeriğinin artmasından kaynaklanmıştır (Şekil 4.3). Benzer şekilde 2018 yılında MAYDÜ'ye yerleştirilen ürünün nem içeriğinin diğer yıllara göre daha yüksek olması ve ilk ay nem içeriğinin düşürülmesi ve daha sonra sabit tutulması hektolitreye ağırlığının da düşmesine sebep olmuştur.



Şekil 4.3. Yıllara göre hektolitreye değişimi

Çizelge 4.5'te verildiği üzere 2016 ve 2017 yıllarına ait veriler de depolamanın 90. gününden itibaren alınan örnekler üzerinde yapılan hektolitre ağırlıklarının sabit kalması beklenen bir durum değildir. Sehven yapılmış bir hata sonucunda böyle bir durum ortaya çıkmış olabilir.

Yıllar itibariyle bakıldığında her üç yıl içinde buğdayın hektolitre ağırlığı literatürde belirtilen minimum sınır olan 72 kg'ın üzerinde (Anonim 2009a), yıllara göre değişmekle beraber ortalama 77-80 kg arasında değişmiştir. Hektolitre ağırlığı açısından buğdayın MAYDÜ de 6 aydan kısa süreli depolamalarda kullanılmasının bir sakınca yaratmadığı söylenebilir.

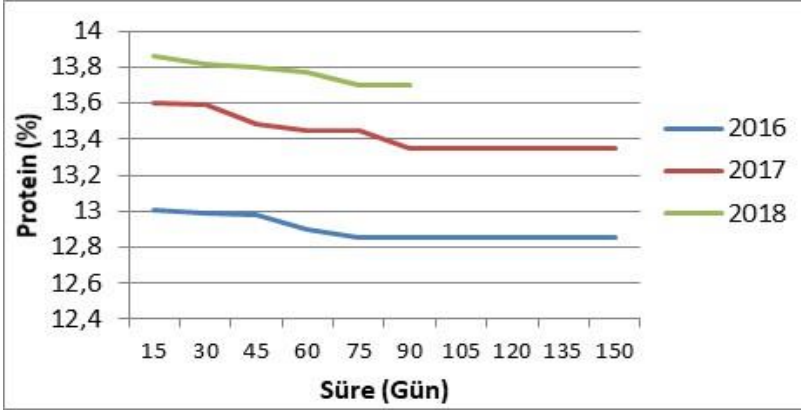
4.2.3. Protein

Buğdaylarda protein miktarı tür, çeşit, çevre koşulları ve üretim koşullarına bağlı olarak %8-20 arasında değişmektedir. Ülkemiz buğdaylarında protein miktarlarının, topbaş buğdaylarda %8-12, ekmeçlik buğdaylarda; %10-15, makarnalık buğdaylarda ise %12-20 arasında değiştiği bildirilmektedir. Protein miktarı ve özelliklede içerisindeki gluten % olarak ifade edilen bir kalite parametresidir (Anonim 2018).

Araştırmanın yapıldığı depodan alınan buğday örneklerinde depolama süresince yapılan protein analiz sonuçları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında MAYDÜ'ye yerleştirilen buğdayların protein açısından uygun olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.6. Yıllara göre protein değişimi

Protein (%)			
Depolama süresi	2016	2017	2018
15. Gün	13,01	13,60	13,86
30. Gün	12,99	13,59	13,82
45. Gün	12,98	13,48	13,80
60. Gün	12,90	13,45	13,77
75. Gün	12,85	13,45	13,70
90. Gün	12,85	13,35	13,70
105.Gün	12,85	13,35	-
120.Gün	12,85	13,35	-
135.Gün	12,85	13,35	-
150.Gün	12,85	13,35	-



Şekil 4.4 Yıllara göre protein değişimi

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi protein yüzdeleri her üç yıl içinde depolama süresince azalmıştır. Protein yüzdeleri 2016 yılında %0,16, 2017 yılında %0,25 ve 2018 de ise %0,16 azalmıştır. Protein yüzdesindeki düşüşün 2017 yılında bir miktar daha yüksek olması aynı yıl depo içerisindeki ürünün nem içeriğinin yükselmesine bağlı olarak parçalanmanın artmasından kaynaklanmıştır (Şekil 4.4).

Protein verileri incelendiğinde hektolitrede olduğu gibi 2016 ve 2017 yıllarında 90. günde itibaren sabit kaldığı görülmektedir. Bu durumun yukarıda belirtildiği gibi sehven yapılan bir hatadan, analizlerin yapılmamasından veya bilinçli olarak sabitlenmesinden kaynaklanmış olabilir.

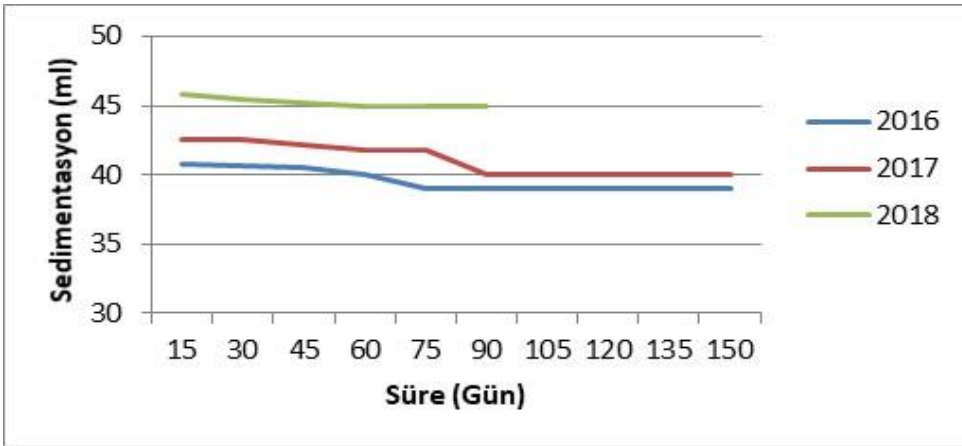
4.2.4. Sedimentasyon

Sedimentasyon buğdayın un ve ekmeklik kalitesini gösteren, gluten miktarına ve kalitesine bağlı olarak değişen önemli bir parametredir. Ekmeklik unlarda 15 ml altında ise "zayıf", 15-24 ml arası için "orta", 25-36 ml arası için "iyi" ve 36 ml' den yüksek değerler için "çok iyi" olarak değerlendirilmektedir (Anonim 2009 b).

Araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ'den alınan örnekler üzerinden yapılan sedimentasyon analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5'da verilmiştir. Sedimentasyon değişimleri incelendiğinde üç yıl içinde depolama süresince sedimentasyon miktarları azalmıştır. Özellikle 2017 yılındaki düşüş diğer yıllara oranla bir miktar (%6,1) daha fazla olmuştur. Bu yıl depolanan buğdayın protein miktarındaki düşüşün fazla olması sedimentasyondaki düşüşünde sebebidir.

Çizelge 4.7. Yıllara göre sedimantasyon değişimi

Sedimantasyon (ml)			
Depolama süresi	2016	2017	2018
15. Gün	40,75	42,60	45,89
30. Gün	40,65	42,57	45,50
45. Gün	40,50	42,19	45,24
60. Gün	40,00	41,73	45,00
75. Gün	39,00	41,77	44,90
90. Gün	39,00	40,00	44,90
105.Gün	39,00	40,00	-
120.Gün	39,00	40,00	-
135.Gün	39,00	40,00	-
150.Gün	39,00	40,00	-



Şekil 4.5. Depolama süresince sedimantasyon değişimi

4.2.5. Süne

Buğday'ın verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen zararlılarının başında süne ve kımıl olarak bilinen böcekler gelmektedir. Sünenin buğdayın teknolojik yapısını bozmasının nedeni, bu zararlının buğdayı emerek beslenirken taneye bıraktığı yüksek proteolitik enzim aktivitesine sahip sindirim salgısıdır. Bu enzim gluten proteinlerini parçalayarak, buğday kalitesinin önemli düzeyde gerilemesine yol açar. Sünenin zarar verdiği tane oranı arttıkça, bin dane ağırlığı gibi fiziksel kalite kriterlerinin ve un veriminin düşmesine neden olur (Özkaya ve Özkaya 1990, Anonim 2009 b).

Araştırmanın yürütüldüğü MAYDÜ den alınan buğday örnekleri üzerinde yapılan süne kontrolünde elde edilen veriler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yıllara göre süne değişimi

Süne			
Depolama süresi	2016	2017	2018
15. Gün	1,27	1,30	-
30. Gün	1,28	1,26	-
45. Gün	1,30	1,18	-
60. Gün	1,60	1,18	-
75. Gün	1,66	1,16	-
90. Gün	1,66	1,1	1,1
105.Gün	1,66	1,1	
120.Gün	1,66	1,1	
135.Gün	1,66	1,1	
150.Gün	1,66	1,1	-

Çizelge 4.8'in incelenmesinden de görüleceği gibi süne miktarı 2016 yılında artarken, 2017 yılında azalmış ve 2018 yılında ise sadece depolamanın sonunda veri alınmıştır. Süne miktarının 2017 yılında azalma miktarı ise bu yıl depo içerisinde yapılan fumigasyon ve yığın içerisine atılan 5 adet tablet ve 5 günlük havasız bekletme sonucudur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayrabolu Toprak Mahsulleri Ofisi ajans amirliğinde bulunan MAYDÜ depolarda yürütülen araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Üç yıllık veriler karşılaştırıldığı yılın sıcaklıklarının yapılan havalandırmalara rağmen yüksek olduğu ancak Ekim ayından itibaren dış hava sıcaklığındaki düşümlere paralel olarak güvenli depolama için önerilen sıcaklık değerlerinin altına düşürüldüğü belirlenmiştir. Yılın sıcaklıklarının düşürülebilmesi, dış hava sıcaklığının Ekim ayına kadar yüksek olmasından ve MAYDÜ’de örtü malzemesi olarak kullanılan brandanın güneş ışınlarının ısıtma gücüne eremeyişinden ileri gelmiştir. Yüksek yılın sıcaklıkları üründe oluşan kalitatif kayıpları artıracak en önemli kriterlerin başındadır. Araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılında havalandırmanın 2016 yılına göre daha az yapılması yılın içerisindeki sıcaklık farklarının artmasına sebep olmuştur.

Araştırmada dikkate alınmış üç yıllık veriler incelendiğinde özellikle nem içeriklerinin genel olarak güvenli depolama için öngörülen sınırların altında tutulduğu, ancak özellikle 2018 yılında havalandırmanın etkin şekilde yapılamamasının nem içeriğinin yeteri kadar düşürülebilmesine sebep olmuştur.

Depolanmış buğdayın diğer kalite parametrelerine bakıldığında hektolitre ağırlığı, protein yüzdesi, sedimantasyon ve süne miktarındaki değişimlerin ürün kalitesini çok fazla etkilemediği ve bu kayıpların kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, Trakya bölgesinde önemli bir üretim payına sahip olan buğdayın depolanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

Bölgede, maliyetinin ve işletme masraflarının düşük olması nedeniyle çok yaygın olarak kullanılan MAYDÜ’lerin 6 aydan daha kısa süreli depolamalarda kullanılması oluşacak kalite kayıplarının kabul edilebilir bir seviyede olması nedeniyle önerilebilir.

Depolanacak buğdayların nem içerikleri düşük olmalıdır. Buğdaylar depoya konulmadan önce hasarlı, kırık, küflü ve pörsümüş tanelerden arındırılmalıdır. Haşere ve enfekte olmuş buğday tane içeren buğday kitleleri fumigasyon (gazlama) yoluyla ilaçlanmalıdır.

MAYDÜ kurulurken ve işletilirken havalandırma sistemi mutlaka yerleştirilmeli ve etkin bir şekilde çalıştırılmalıdır. Kurulacak havalandırma sistemi, deponun kısa yan duvarlarına yerleştirilecek fanlar ve depo tabanına dönecek delikli borular yardımıyla kolay bir şekilde

tesis edilebilir. Havalandırma sistemi projelendirilirken seçilecek fanların kapasiteleri ve hava hızları, havalandırma kanal büyüklükleri ve depo içerisine yerleştirilme şekilleri ile hava çıkış açıklıklarının alanlarının saptanması standartlaşmış bilgilerdir. Burada önemli olan havalandırmanın ne zaman ve ne kadar süre ile yapılacağı yani işletilmesidir. (Şişman 2003).Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında MAYDÜ'lerde havalandırma sistemlerinin özellikle depolamanın ilk aylarında yağın ve dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak gerekiyorsa sürekli çalıştırılmalıdır.6 aydan uzun süreli MAYDÜ depolamalarındaki göstergeler tekrar incelenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Acu A (1989). İzmirli Pamuk işletmelerinde Çiğitin Depolanmasında Bozulmalara Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Yağ Miktarı Üzerinde Azalmaya Yol Açan Değişiklikler Üzerine Bir Araştırma. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, İzmir il Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü Yayın No: 33, 13 s. İzmir.
- Anonim (1990). Toprak Mahsulleri Ofisi Alım ve Muhafaza İşleri İzahnamesi. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Yayın No 253, Cilt I. 262 sayfa, Ankara.
- Anonim (2003). Silolar-Tahıl Depolama-Terimler ve Tarifler- TS 192973, Ankara.
- Anonim (2008). Toprak Mahsulleri Ofisi 2008 Yılı Hububat Raporu Ankara.
- Anonim (2008). Tahıl Ürünlerinin Kritik Nem Sınırı Toprak Mahsulleri Ofisi Alım ve Muhafaza İşleri İzahnamesi. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Cilt I. Ankara. TMO
- Anonim (2009a). Toprakcan Un ve Gıda San. Tic. A. Ş. Buğday Analiz Laboratuvarında Yapılan Ölçümler. Toprakcan Un ve Gıda Sanayi A.Ş, www.toprakcan.com.tr
- Anonim (2009b). TS 2974, Buğday Kalite Standartları Türk Standartları Enstitüsü, 1,18 S. Ankara.
- Anonim (2017). Toprak Mahsulleri Ofisi 2017 Yılı Hububat Raporu. Ankara.
- Anonim (2019). http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Tah%C4%B1llar%C4%B1%20Depolama.pdf
- Anonim (2016). TÜİK Verileri <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
- Balaban A, Şen E (1979). Tarımsal Yapılar. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları 721, Ders Kitabı No 213, 244s, Ankara.
- Bakker FW (1999). Grains and Grain Quality. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Volüme IV, Agro-Processing Engineering, ASABE,
- Brandenburg NR, Simons JW, Smith L (1961). Seeds. The US Department of Agriculture, Washington DC.USA.
- Brooker DB, Arkema FB, Hall CW (1992). Drying and Storage of Grains and Oilseeds. An AVI Book, Published by Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-20515-5, 443 p. New York
- Cloud HA, Morey RV (1991). Management of Stored Grain with Aeration. University of Minnesota, College of Agricultural Food and Environmental Science, FO 1327-GO, USA
- 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.

- Döven S (1998). TMO Doğankent Kurutma ve Depolama Tesislerinin Kurutma, Depolama ve Aktarma Düzenlerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Lisans Tezi, 47 s, Adana.
- Gray H.E (1955). Farm Service Buildings. McGraw-Hill Book Company Inc, Library of Congress Catalog Card Number 55-7277, New York.
- Hall CW (1980). Drying and Storage of Agricultural Crops. The AVI Publishing Company Inc. ISBN 0-87055-364-X, USA
- Harner JP, Higgins RA (1987). Storing Wheat. Kansas State Univ. Cooperative Extension Service Agricultural Engineering 1-8, MF 855, Kansas
- Harrington JF (1963). The Value of Moisture-Resistant Containers in Vegetable Seed Packaging. Agricultural Exp. Sta. Bul. 792, 23 p. California.
- Harner JP (1989). Peaking Grain in Round Storage Structures. Kansas State Univ. Cooperative Extension Service, MF 933, Kansas.
- Harner JP, Herrman TJ, Reed C (1998), Temporary Grain Storage Considerations. Kansas State Univ. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, MF 2362, Kansas.
- Hellevang KJ (1990). Crop Storage Management. NDSU. Extension Service, ND 58105-AE-791, North Dakota, USA.
- Hellevang K.J (1993). Naturel Air/ Low Temperature Crop Drying. North Dakota State Univ. Extension Service Publication, EB-35,USA.
- Hellevang KJ (1994). Grain Drying. NDSU Extension Service, AE-701, 4 p. USA.
- Henderson SM, Perry RLYoung, JH (1997). Principles of Process Engineering. Fourt Edition, ASAE Textbook, 801M0297, ISBN 0-929355-85-7, p. 273-284, USA.
- Hoseney RC (1986). Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, 378 p, Minnesota.
- Jones D, Shelton P (1994). Management to Maintain Stored Grain Quality. Nebraska State Univ. Cooperative Extension Service, Institute of Agriculture and Natural Researches, G 94-1199-A, USA.
- Kanburoğlu, S.-Öğretir, K.1980, Mısır, Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müd. Yay. No:146, Çiftçi Bülteni seri no:26, Eskişehir.
- Kendirli B (2006). Tarımsal Yapılarda Havalandırma Sistemleri. Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ANKARA.
- Kent NL (1982). Technology of Cereals. Pergamon Press, Third Edition, 221 p, U.S.A.
- Kreyger J (1978). Drying and Storing Grains Seeds and Pulses in Temperate Climates. Institute for Storage and Processing of Agricultural Produce, Publicatie 205, Holland.

- Maier DE (1993b). Proper Use of Moisture Meters. Purdue Univ. Cooperative Extension Service Grain Quality Task Force FactSheet 14, Indiana.
- Maier DE (1995). Quality Grain Needs TLC. Purdue University Grain Quality Fact Sheet 23 West Lafayette, Indiana,
- Navarro S (1996). Aeration and Cooling for Control of Stored Grain Insect. International Course on Control on Agricultural Engineering Technology of Grain Storage, The Volkanı Center, Israel.
- Noyes RT, Clary BL, Cuperus GW (1998). Maintaining Quality of Stored Grain by Aeration. Oklahoma State Univ. Extension Service Division of Agricultural Scienceand Natural Resources, USA.
- Özkaya H, Kahveci B (1990).Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneđi Yayınları No: 114. Ankara.
- Özkaya H ve Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi. Sim Matbaacılık Limited Şirketi, Ankara, 757 Sayfa.
- Öztarhan H ve Aruoma M (1989). Havalandırma ve Kurutma El Kitabı. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Sağlam M (2008) . Depolama Aşamasında Hububat ve Baklagil Kökenli Tanelerde Bulunan Küfler Üzerine Plazma Uygulamasının İnhibisyon Etkisi Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, İsparta.
- Şehirali S (1989). Tohumluk ve Teknolojisi Ankara Üniv. Basım Evi, ISBN 975-482-0,39-2, Ankara.
- Şehirali, S (1997). Tohumluk ve Teknolojisi Fakülteler Matbaası, s.171-195, İstanbul.
- Şişman CB (2003a). Tekirdağ Yöresindeki Ayçiçeği Depolarının Konumu ve Geliştirme Olanakları Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Şişman CB (2003b).Tahıl Ve Baklagillerin Depolanması. Türk-Koop Ekin, 7(25): 73-77. Temmuz-Eylül 2003, Ankara.
- Şişman CB and Delibaş L (2005). Storing Sunflower Seeds and Quality Losses During Storage. Helia Int. Scientific Journal 28(42(:115-132)
- Şişman CB (2005). Quality Losses In Temporary Sunflower Seed Stores And Influences Of Storage Conditions On Quality Losses During Storage. Journal of Central European Agriculture, Volume 6, No. 2, 143-150.
- Şişman CB and Ergin S (2011). The Effects of Different Storage Buildings On Storage Conditions And Wheat Quality. Journal of AppliedSciences 11(14):2613-2619
- Thompson TL and Shelton DP (1993). Aeration of Stored Grain. Nort Dakota State Univ. Extension Service, G84-692, USA.

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

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Tekirdağ 'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Tekirdağ'ın Hayrabolu ilçesinde tamamladı. 2015 Yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünden mezun oldu. 2016 Yılında Hayrabolu Ziraat Odasında çalışmaya başladı ve halen çalışmaya devam etmektedir. 2016 Bahar döneminde Biyosistem Mühendisliği Bölümü Tarımsal Yapılar Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.