



**İĞDIR İLİNDEKİ BİTKİSEL ÜRÜN DEPOLARININ
MEVCUT DURUMU, GELİŞTİRME OLANAKLARI VE
PLANLANMASI**

Kürşat MAMAN
Yüksek Lisans Tezi

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Hakan KİBAR
2019

Her hakkı saklıdır

T.C.
İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İĞDIR İLİNDEKİ BİTKİSEL ÜRÜN DEPOLARININ MEVCUT DURUMU,
GELİŞTİRME OLANAKLARI VE PLANLANMASI**

Kürşat MAMAN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İĞDIR

2019

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Hakan KİBAR danışmanlığında Kürşat MAMAN tarafından hazırlanan bu çalışma 08/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Şükrü İsmail İPEKİmza:

Üye : Doç. Dr. Hakan KİBARİmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İhsan CANAN.....İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun / /2019 tarih ve 2019/ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

(imza)

.....

Doç. Dr. Süleyman TEMEL

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Kürşat MAMAN



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

İĞDIR İLİNDEKİ BİTKİSEL ÜRÜN DEPOLARININ MEVCUT DURUMU, GELİŞTİRME OLANAKLARI VE PLANLANMASI

MAMAN, Kürşat

Yüksek Lisans Tezi, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan KİBAR

Temmuz 2019, 118 Sayfa

Bu çalışmada, Iğdır ili, ilçe ve köylerindeki tarımsal ürün depolama yapıları ile ilgili anket çalışması yapılarak mevcut durumları araştırılmıştır. Mevcut durumda yapılmış olan depolama yapılarının eksiklikleri göz önünde bulundurularak buğday tahılı için 1500 ton depolama kapasitesine sahip yatay bir betonarme deponun teknik verilere uygun şekilde planlanması amaçlanmıştır. Anket çalışmaları sonucunda bölgedeki depolama yapılarının çoğunun yıllar önce yapıldığı ve projelerinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Aile tipi depoların ilkel yöntemlerle yapıldığı, çatı eğim açılarının yetersiz olduğu ve tahıl için gerekli çevre koşullarının göz önünde bulundurulmadığı belirlenmiştir. Ayrıca soğuk hava depoları dışındaki, depolama yapılarında depolama ilkelerinin uygulanmadığı belirlenmiştir. İncelenen depolama yapılarında, doğal ve mekanik havalandırmanın yapılmadığı, depoların nem ve ısı yalıtımının sağlanmadığı, ürün depolanmasının kısa süreli ve depo ortamının sağlıklı olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda emniyetli ve güvenli bir depolama için depo duvar kalınlığı 32 cm ve depo ortam sıcaklığının optimum durumda sağlanabilmesi için 44.636,28 W'lık toplam ısı ihtiyacı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; tarımsal ürünlerin depolanma süresini arttırarak ürün niteliğini bozmadan depo fonksiyonlarını geliştirmek etkenlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi ile mümkündür. Buna bağlı olarak birçok etkenin olduğu fakat en önemlilerinden biri olan ortam ısısının optimum koşulları sağlanmasıdır. İyi bir iklimlendirme yapılabilmesi için ısıtma, soğutma ve havalandırma hesaplamaları yapılmalıdır. Bu nedenle depolanacak ürün için arzu edilen çevresel koşullar kontrol altına alınacak ve üründe en az düzeyde kalite kayıpları meydana gelecektir.

Anahtar kelimeler: Iğdır, Buğday, Depolama yapıları, Depolama koşulları, Havalandırma, İklimlendirme

ABSTRACT

CURRENT SITUATION, DEVELOPMENT OPPORTUNITIES AND PLANNING OF PLANT PRODUCTION STORES IN IĞDIR PROVINCE

MAMAN, Kürşat

Master Thesis, Department of Biosystem Engineering

Thesis Adviser: Assoc. Prof. Dr. Hakan KİBAR

Temmuz 2019, 118 Pages

In this study, a survey study was carried out on storage structures of the agricultural products in Iğdır province, district and villages and their current situation was investigated. In view of the shortcomings of the existing storage structures, it was aimed to plan a horizontal reinforced concrete store with a capacity of 1500 tons for wheat grain in accordance with technical data. As a result of the survey studies, it was found that most of the storage structures in the region were built many years ago and there were no projects. It was determined that family type stores were built in primitive methods, roof slope angles were insufficient and environmental conditions for grain were not taken into consideration. In addition, it was determined that storage principles were not applied in storage structures other than cold storage. In the examined storage structures, it was determined that natural and mechanical ventilation is not performed, the humidity and heat insulation of the stores are not provided, the product storage is short-term and the storage environment is not healthy. As a result of the study, the store wall thickness is 32 cm for safe and secure storage and the total heat requirement is determined as 44.636,28 W in order to maintain the optimum ambient temperature of the store.

As a result; by increasing the storage time of agricultural products, it is possible to improve the storage functions without deteriorating the product quality by correctly determining the factors. Accordingly, there are many factors but one of the most important is that the ambient temperature provides optimum conditions. Heating, cooling and ventilation calculations should be made for a good air conditioning. Therefore, the desired environmental conditions for the product to be stored will be controlled and the quality losses that may occur in the product will be minimized.

Key words: Iğdır, Wheat, Storage structures, Storage conditions, Ventilation, Air conditioning

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bitkisel ürün depoları projelendirme aşamasında birçok süreçten geçmektedir. Depolar inşa edilirken inşaat yapım kuralları ve depolanacak ürünlerin karakteristik özellikleri ciddi anlamda önem arz etmektedir. Depolanacak ürüne yönelik iç ortam sıcaklığı ve havalandırma koşullarının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Yeterli havalandırmanın yapılmadığı ve depo iç ortam sıcaklığının optimum şartları oluşmadığı durumlarda önemli ölçüde ürün kayıpları oluşmaktadır.

Bu tezde bitkisel ürün depolarının geliştirilmesine katkı sunmak amacıyla İğdır ili, ilçe ve köylerinde bulunan depolarda anket çalışması ile birlikte teknik olarak analizler yapılmıştır. Yapılan analizler doğrultusunda depo ortam sıcaklığının muhafaza edilmesi için iklimlendirme otomasyonu ve mekanik havalandırma sistemi geliştirilerek, bu alanda yapılan çalışmalara katkı sunması amacıyla bazı önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada büyük emeği olan tez danışmanım, saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hakan KİBAR' a, çalışmam süresince sabırla bana destek olan sevgili eşim Şeymanur MAMAN' a, tezimin birçok safhasında tecrübeleriyle bana katkıda bulunan arkadaşım Öğr. Gör. Murat KARAKILIÇ' a ve bu çalışmada İdeCAD® Statik IDS v10 CAD program lisansını kullanmama müsaade eden İnşaat Mühendisi Celal GÜNEŞ' e içtenlikle teşekkür ederim.

Kürşat MAMAN

Temmuz, 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Depolama Yapıları	8
1.2. Ülkemizde Depolama Yapıları ile İlgili Sorunlar	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1. Depolama Yapılarının Genel Tipleri	11
2.2. Depolama Yapılarında Etkili Hesap Kriterleri	12
2.2.1. Rankine eşitliği	13
2.2.2. Janssen eşitliği	14
2.3. Depolamada Etkili Faktörler.....	15
2.3.1. Nem.....	16
2.3.2. Sıcaklık	16
2.3.3. Oksijen miktarı	17
2.3.4. Yabancı madde miktarı	17
2.3.5. Depo tipleri ve depolama yükleri.....	18
2.4. Depolama Yapıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar	18
3. MATERYAL ve METOT	22
3.1. Materyal	22
3.2. Araştırma Yeri	22
3.2.1. Iğdır ilinin iklim özellikleri.....	23
3.2.2. Kullanılan araç gereçler ve bilgisayar yazılımları	25
3.3. Metot.....	25

3.3.1. Depo boyutsal özelliklerinin belirlenmesi	25
3.3.2. Projelendirme yüklerinin belirlenmesi	25
3.3.2.1. Yanal proje yükünün belirlenmesi	25
3.3.2.2. Kar yükü hesabı.....	27
3.3.2.3. Rüzgâr yükü hesabı	28
3.3.2.4. Isı geçirme katsayısının hesaplanması	29
3.3.2.5. Isıtılacak hacimlerdeki toplam ısı kaybı	29
3.3.2.5.a İletimsel ısı kaybı (Q_i).....	29
3.3.2.5.b Hava sızıntı ısı kaybı (Q_s)	32
3.3.3. Havalandırma sisteminin ısı ihtiyacı.....	34
3.3.4. Soğutma ısı hesabı.....	34
3.3.5. Mekanik havalandırma sistemi	36
3.3.6. Isıtma ve soğutma sistem otomasyon tasarımı	39
3.3.7. Anket çalışmaları	39
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	43
4.1. Depo İşletmelerinin Değerlendirilmesi.....	43
4.2. Depo Tasarımının Değerlendirilmesi.....	48
4.2.1. Buğday deposunun proje yükleri	48
4.2.1.1. Yanal proje yükünün hesaplanması	48
4.2.1.2. Kar yükünün hesaplanması	49
4.2.2. Isı kaybının hesaplanması.....	51
4.2.2.1. Isı geçirme katsayısının hesaplanması	51
4.2.3. Mekanik havalandırma sisteminin hesaplanması	54
4.2.3.1. Havalandırma kanal sayısı ve aralığı	54
4.2.3.2. Hava akımı oranı	54
4.2.3.3. Statik basınç gereksinimlerinin hesaplanması	54
4.2.3.4. Kanallardaki hava hızlarının hesaplanması.....	54
4.2.3.5. Hava girişi ve çıkışının hesaplanması	55
4.2.3.6. Havalandırılacak tahıl miktarının hesaplanması	55
4.2.3.7. Kanal kesit alanını hesaplanması	55
4.2.3.8. Fan gücü gereksiniminin hesaplanması	56

4.2.3.9. Hava dağıtım sistemlerinin hesaplanması.....	56
4.2.4. Isı kaybı hesabında çizelge kullanımı.....	57
4.2.4.1. Yapı bileşenleri	57
4.2.5. Havalandırma sisteminin soğutma hesabı.....	70
4.2.6. Isıtma ve soğutma sistem otomasyonunun hazırlanması.....	71
4.2.6.1. Isıtma ve soğutma sisteminin çalışması için yazılan kodlar	75
4.2.7. 1500 tonluk buğday deposunun modellenmesi.....	81
4.2.7.1. Program analiz ayarları	82
4.2.7.2. Yapı elamanlarının materyal boyut seçimi ve geometri kontrolü.....	87
4.2.7.3. Buğday deposuna etkiyen yüklerin programa aktarılması.....	90
4.2.7.4. Buğday deposu analiz sonucu kesitlerin yeterlilik durumu	92
4.2.8. Metraj ve keşif	93
4.2.8.1. Mekanik metraj ve keşifler	94
4.2.8.2. Elektrik metrajı ve keşfi.....	101
4.2.8.3. İnşaat metrajı ve keşfi	103
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR	113
ÖZGEÇMİŞ	119

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Tahıl deposu tipleri (Ankara, 2015).....	9
Şekil 2.1. Yatay depo	11
Şekil 2.2. Düşey depo	12
Şekil 2.3. Ürün depolarının hidrolik yarıçapları	13
Şekil 2.4. Depo kesit geometrisi	13
Şekil 3.1. Bitkisel ürün depolarının il haritasındaki konumu (ED50-3°)	23
Şekil 3.2. Program giriş sayfası	26
Şekil 3.3. Basınç değerinin hesap verileri.....	26
Şekil 3.4. Hidrolik yarıçap değeri	26
Şekil 3.5. Depo boyutlarının girilmesi.....	26
Şekil 3.6. Programa veri girişi	26
Şekil 3.7. Depo basınç değerleri	26
Şekil 3.8. Farklı hava akımı oranlarında buğday için statik basınç değerleri	37
Şekil 4.1. Depo tipine göre hidrolik yarıçap değeri hesabı.....	49
Şekil 4.2. Depo tipine göre boyutlarının girilmesi.....	49
Şekil 4.3. Depo ve ürün değerlerinin programa girişi.....	49
Şekil 4.4. Depo basınç değerleri	49
Şekil 4.5. Kar yağış yüksekliği haritası (TS 498, 1997)	51
Şekil 4.6. Buğday deposuna ait boyutsal veriler.....	55
Şekil 4.7. 1500 ton buğday deposu için ısı kaybı hesabı	57
Şekil 4.8. Duvar ve döşeme için kullanılan yapı elamanlarının gösterimi	59
Şekil 4.9. Doğu cephesi görünümü	60
Şekil 4.10. Batı cephesi görünümü	60
Şekil 4.11. Kuzey cephesi görünümü	61
Şekil 4.12. Güney cephesi görünümü	61
Şekil 4.13. Temel aplikasyon planı.....	62
Şekil 4.14. Kapı, pencere ve duvarda havalandırma için açılan boşluk ölçüleri	69
Şekil 4.15. Otomasyon sistemi bekleme modu devredeyken	72

Şekil 4.16. Otomasyon sistemi ısıtma devredeyken	72
Şekil 4.17. Otomasyon sistemi kontrol paneli gösterimi	73
Şekil 4.18. Otomasyon sistemi fan sayısının artırılması.....	73
Şekil 4.19. Otomasyon sistemi soğutma devredeyken.....	74
Şekil 4.20. Otomasyon sistemi yaz ve kış modu gösterimi	75
Şekil 4.21. İdeCAD® Statik programının TBDY 2018 ile uyumluluğu	81
Şekil 4.22. Genel ayarlar sekmesi görünümü	82
Şekil 4.23. TBDY 2018 seçenekleri sekmesi görünümü	82
Şekil 4.24. TBDY 2018 tasarım spektrumu sekmesi görünümü	83
Şekil 4.25. Aşamalı inşaat hesabı sekmesi görünümü	83
Şekil 4.26. Isı yükleri sekmesi görünümü.....	84
Şekil 4.27. Rüzgâr yükü sekmesi görünümü	84
Şekil 4.28. Temel ve zemin sekmesi görünümü	85
Şekil 4.29. Yük ve güvenlik sekmesi görünümü	85
Şekil 4.30. Güçlendirme sekmesi görünümü	86
Şekil 4.31. Diğer sekmesi görünümü.....	86
Şekil 4.32. Statik materyal özellikleri sekmesi görünümü	87
Şekil 4.33. Çelik çatı için materyal özellikleri sekmesi görünümü	87
Şekil 4.34. Döşeme ayarları sekmesi görünümü.....	88
Şekil 4.35. Kolon ayarları sekmesi görünümü.....	88
Şekil 4.36. Perde ayarları sekmesi görünümü.....	89
Şekil 4.37. Yapı elamanları geometri kontrolü listesi ve sonuç görünümü.....	89
Şekil 4.38. Paneller için yanal yük ekranı.....	90
Şekil 4.39. Paneller ve kolonlar için yatay yük görseli.....	90
Şekil 4.40. Kolonlar için yanal yük görünümü	91
Şekil 4.41. Döşeme ayarları genel ayarlar sekmesi görünümü.....	91
Şekil 4.42. Kar yükü girişi görünümü.....	92
Şekil 4.43. Betonarme tüm yetersizlikler görünümü	93
Şekil 4.44. Çelik tüm yetersizlikler görünümü	93
Şekil 4.45. Buğday deposu mekanik proje çizimi	94
Şekil 4.46. Klima santrali detay çizimi.....	94

Şekil 4.47. Depoda kullanılacak havalandırma kanalı tipi (Tutar, 2010)	95
Şekil 4.48. Depo havalandırma kanalı yerleşim planı	96
Şekil 4.49. Buğday deposu elektrik proje çizimi	101
Şekil 4.50. Buğday deposu statik proje çizimi.....	103
Şekil 4.51. Buğday deposu genel görünüşü	103
Şekil 4.52. Depo çelik makas çizimi.....	104



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Ülkemizde tarımsal üretimin gerçekleştiği alanlar (TÜİK, 2018a).....	2
Çizelge 1.2. Iğdır' da tarımsal üretimin gerçekleştiği alanlar (TÜİK, 2018a).....	3
Çizelge 1.3. Türkiye' de bazı tarla bitkilerinin ekim alanı (TÜİK, 2018a)	4
Çizelge 1.4. Türkiye' de bazı tarla bitkilerinin üretim miktarı (TÜİK, 2018a).....	5
Çizelge 1.5. Iğdır' da bazı tarla bitkilerinin üretim alanı (TÜİK, 2018a).....	6
Çizelge 1.6. Iğdır' da bazı tarla bitkilerinin üretim miktarı (TÜİK, 2018a).....	7
Çizelge 3.1. Iğdır' da anket çalışması yapılan bitkisel ürün depolarının koordinatları ..	22
Çizelge 3.2. Iğdır ili uzun yıllar ve aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019b)	24
Çizelge 3.3. Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri (m_a).....	27
Çizelge 3.4. Zati kar yükü (P_{k0}) değerleri, kN/m^2	28
Çizelge 3.5. Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D , % (TS 2164, 1983)	31
Çizelge 3.6. Yön artırımı Z_H , % (TS 2164, 1983)	31
Çizelge 3.7. Kat artırımı Z_W , % (TS 2164, 1983).....	32
Çizelge 3.8. Bina durum katsayısı için düzeltme faktörü (E) (TS 2164, 1983).....	32
Çizelge 3.9. Hava sızdırma katsayısı (a_s) (TS 2164, 1983)	33
Çizelge 3.10. Yüksekliğe bağlı olarak ω değerleri (TS 2164, 1983).....	33
Çizelge 3.11. Bina durum katsayısı (H_d) (TS 2164, 1983)	34
Çizelge 3.12. Ülkemiz için soğutma tasarım değerleri (Yılmaz ve Bulut, 1996).....	35
Çizelge 4.1. Iğdır ilinde bulunan mevcut depolama yapıları anket çalışması	44
Çizelge 4.2. Örtü malzemesine göre çatı eğimleri (Ekmekyapar, 1993).....	50
Çizelge 4.3. Isı kaybı hesabında yapı bileşenleri için kullanılan semboller	58
Çizelge 4.4. Çeşitli yerleşim merkezleri için dış sıcaklık değerleri (TS 2164,1983)	65
Çizelge 4.5. Mekanik tesisat havalandırma sistemi yaklaşık maliyeti.....	97
Çizelge 4.6. Mekanik tesisat klima santrali yaklaşık maliyeti.....	98
Çizelge 4.7. Mekanik tesisat otomasyon sistemi yaklaşık maliyeti.....	100
Çizelge 4.8. Elektrik tesisatı yaklaşık maliyeti.....	102
Çizelge 4.9. Statik yapı elamanları yaklaşık maliyeti.....	105

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	.....	Yüzde
ΔT	.....	Sıcaklık farkı
®	.....	Kayıtlı
μ	.....	Statik sürtünme katsayısı
°C	.....	Santigrad derece
$1/U$	.....	Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci
$1/\alpha$	.....	Isı taşınım direnci
$1/\alpha_d$	.....	Dış yüzeysel ısı iletim katsayısı
$1/\alpha_i$	.....	İç yüzeysel ısı iletim katsayısı
$1/\lambda$	.....	Isıl iletkenlik direnci
a	.....	Deponun genişliği
A	.....	Yüzey alanı
a_s	.....	Hava sızdırma katsayısı
A_{Top}	.....	Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanları toplamı
b	.....	Deponun boyu
C	.....	Ürünün yaydığı ısı miktarı
C30	.....	1 cm ² 300 kg yük taşıma kapasitesine sahip hazır beton
C_f	.....	Aerodinamik yük katsayısı
cm	.....	Santimetre
C_P	.....	Havanın özgül ısı kapasitesi
D	.....	Deponun çapı
da	.....	Dekar
D_Z	.....	Birim alan, zaman ve sıcaklık ısı değeri
E	.....	Bina durum kat sayısı için düzeltme çarpım faktörü
G	.....	Deponun kapasitesi

h	.....	Ürün yığın yüksekliği
H	.....	Depo yan duvar yüksekliği
H_d	.....	Bina durum katsayısı
HP	.....	Horse power
k	.....	Yatay basıncın düşey basınca oranı
K	.....	Kelvin
kcal	.....	Kilokalori
kg	.....	Kilogram
kJ	.....	Kilojoule
kN	.....	Kilonewton
kW	.....	Kilowatt
L	.....	Depo duvarına etki eden basınç
L_n	.....	Yapı bileşeninin kalınlığı
L_p	.....	Yanal proje basıncı
M	.....	Ürün miktarı
m_a	.....	Çatı eğimine bağlı azaltma değeri
m_{hava}	.....	Isıtılacak hava miktarı
min	.....	Dakika
mm	.....	Milimetre
Ø	.....	Depo taban açısı
Pa	.....	Pascal
P_k	.....	Kar yükü hesap değeri
P_{k0}	.....	Kar yükü
q	.....	Ürünün 24 saatte yaydığı ısı miktarı
Q	.....	Depo maksimum ısı ihtiyacı
Q₀	.....	Artırımımsız iletimsel ısı kaybı
Q_e	.....	Emme (hız basıncı)
Q_h	.....	Toplam ısı kaybı
Q_i	.....	İletimsel ısı kaybı
Q_s	.....	Hava sızıntısı ısı kaybı
r	.....	Yarıçap
R	.....	Depo hidrolik yarıçapı

R_a	.....	Isı geçirgenlik direnci
R_d	.....	Depo durum katsayısı
R_z	.....	Hava sıcaklığı için rüzgar durumu
s	.....	Saniye
$S420$	.....	Akma dayanımı 420 N/mm ² olan çelik
t	.....	Ürünün yaydığı ısı miktarı
T_d	.....	Dış sıcaklık
T_i	.....	İç sıcaklık
U	.....	Isı geçirgenlik katsayısı
V	.....	Kanaldaki hava akım hızı
V_d	.....	Deponun hacmi
V_{hava}	.....	İhtiyaç duyulan havanın hacmi
V_T	.....	Toplam düşey basınç
W	.....	Watt
Y	.....	Depo üst noktasından itibaren olan yığın yüksekliği
Z_D	.....	Birleştirilmiş artırım katsayısı
Z_e	.....	Hava sızıntı oda durum katsayısı
Z_H	.....	Yön artırımı katsayısı
Z_W	.....	Kat artırımı katsayısı
α	.....	Çatı eğimi
β	.....	Ürün yığın açısı
γ	.....	Birim hacim ağırlığı
λ	.....	Isıl iletkenlik
π	.....	Pi sabiti
ρ_{hava}	.....	Havanın özgül ağırlığı
φ	.....	İçsel sürtünme açısı
ω	.....	Pencere sızıntı aralığı uzunluğu katsayısı
l	.....	Pencere veya kapının açılan kısmının çevre uzunluğu

Kısaltmalar

B	.....	Batı
BDD	.....	Bitişik Dış Duvar
BK	.....	Balkon Kapısı
ÇA	.....	Çatı
ÇP	.....	Çift Pencere
D	.....	Doğu
DD	.....	Dış Duvar
DK	.....	Dış Kapı
Dö	.....	Döşeme (temel)
EPS	.....	Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük
G	.....	Güney
GB	.....	Güney Batı
GD	.....	Güney Doğu
İD	.....	İç Duvar
İK	.....	İç Kapı
K	.....	Kuzey
KB	.....	Kuzey Batı
KD	.....	Komşu Duvar
KD	.....	Kuzey Doğu
KT	.....	Kuru termometre sıcaklığı
MaxKT	.....	Maksimum kuru termometre sıcaklığı
PU	.....	Poliüretan esaslı malzeme
StD	.....	Standart sapma
TBDY	.....	Türkiye bina deprem yönetmeliği
TMO	.....	Toprak Mahsulleri Ofisi
TP	.....	Tek Pencere
TS	.....	Türk Standardı
TÜİK	.....	Türkiye İstatistik Kurumu
XPS	.....	Sıkıştırılmış Polistiren
YT	.....	Yaş termometre sıcaklığı

1. GİRİŞ

Ülkemizde bitkisel üretimde verimlilik ve etkinlik düzeyinde önemli sorunların varlığı söz konusu olup istenilen kalitede standartlara uygun, maliyeti düşük üretim ile söz konusu sorunların hafifletilmesinin mümkün olacağı öngörülmektedir. Bitkisel üretimde teknik etkinlik azaldığından tarım için gerekli teknolojinin artırılması, ayrıca eş zamanlı olarak etkili çiftçi eğitim ve yayım çalışmaları ile çiftçilerin teknolojiden etkin yararlanmalarının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Aksi halde ticaret ölçütleri ve maliyet ile ortaya konulan bazı ürünlerdeki mukayeseli üstünlüğü sürdürmek mümkün olamayacaktır. Ülke tarımının içinde olduğu bu yapıda sektör vizyonunu; ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülebilir üretim ile ülke insanının yeterli ve sağlıklı beslenmesini temin etmenin yanında dünyanın en önemli ihracatçı ülkeleri arasında yer alan, girişimci ve rekabetçi bir bitkisel üretim olarak belirlenmiştir. Ülkemizde, tarımsal üretim faaliyetinin gerçekleştirildiği yaklaşık 38 milyon ha tarım arazisinden yem bitkileri dâhil yıllık yaklaşık 172 milyon tona ulaşan bitkisel ürün elde edilmektedir (TÜİK, 2018a). 2018 yılı istatistiklerine göre, ülkemizdeki toplam tarım alanı 37.817 ha' dır. Bu alan içerisinde tahıllar ve diğer tarla ürünleri için ekilen alan 15.435 ha, nadas alanı 3,512 ha, sebze alanı 0,783 ha, meyve alanı 3.462 ha ve çayır-mera alanı 14.617 milyon ha' dır (Çizelge 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 ve 1.5). Üretim değerinde ise en yüksek paya %40 ile tarla bitkileri ürünleri sahiptir.

Çizelge 1.4 incelendiğinde tahıllar grubunda yıllık yaklaşık 17 milyon ton ve %67 ile en yüksek payın buğday üretiminde olduğu görülmektedir (TÜİK, 2018a).

Iğdır ilinde ise yıllık 43.000 ton ve %75,5' lik (Çizelge 1.6) değerle en yüksek pay buğday üretiminde meydana gelmiştir (TÜİK, 2018a).

Çizelge 1.1. Ülkemizde tarımsal üretimin gerçekleştiği alanlar (TÜİK, 2018a)

Ürünler	Alan (1.000.000 da)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Meyveler, içecekler ve baharat bitkileri alanı	27,80	28,31	28,95	29,08	29,49	29,42	30,10	30,91	32,00	32,32	32,42	32,83	33,29	33,48	34,62
Nadas alanı	49,56	48,76	46,90	42,18	42,59	43,22	42,49	40,17	42,86	41,47	41,07	41,13	39,98	36,97	35,12
Sebze alanı	8,94	8,93	8,50	8,14	8,35	8,11	8,01	8,09	8,26	8,08	8,03	8,08	8,04	7,98	7,83
Süs bitkileri alanı	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,042	0,047	0,045	0,048	0,045	0,048	0,049	0,051
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı	179,6	180,0	174,3	169,4	164,6	162,1	163,3	156,9	154,6	156,1	157,8	157,2	155,7	155,3	154,3

Çizelge 1.2. Iğdır' da tarımsal üretimin gerçekleştiği alanlar (TÜİK, 2018a)

Ürünler	Alan (1.000.000 da)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Meyveler, içecekler ve baharat bitkileri alanı	0,0208	0,0206	0,029	0,029	0,023	0,024	0,036	0,037	0,042	0,043	0,044	0,052	0,053	0,058	0,059
Nadas alanı	0,197	0,183	0,182	0,199	0,175	0,181	0,236	0,145	0,065	0,115	0,118	0,038	0,040	0,204	0,209
Sebze alanı	0,031	0,030	0,030	0,026	0,027	0,026	0,026	0,034	0,041	0,047	0,053	0,051	0,057	0,034	0,033
Süs bitkileri alanı	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı	0,515	0,539	0,533	0,505	0,544	0,557	0,501	0,477	0,488	0,483	0,499	0,564	0,534	0,750	0,728

Çizelge 1.3. Türkiye’ de bazı tarla bitkilerinin ekim alanı (TÜİK, 2018a)

Ürünler	Ekilen alan (1.000.000 da)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Buğday	72,00	72,50	69,80	67,43	67,50	67,65	67,70	67,58	63,45	64,94	66,36	65,93	64,33	64,31	60,97
Arpa	32,50	33,00	32,87	31,10	27,00	27,50	28,00	26,52	25,54	25,42	26,07	26,03	25,97	22,90	24,78
Çavdar	1,43	1,30	1,31	1,32	1,25	1,38	1,41	1,27	1,43	1,38	1,15	1,12	1,14	1,01	1,10
Yulaf	1,29	1,33	1,00	0,94	0,91	0,92	0,88	0,85	0,89	0,92	0,93	1,03	0,99	1,12	1,05
Çeltik	0,70	0,85	0,99	0,93	0,99	0,96	0,99	0,99	1,19	1,10	1,10	1,15	1,16	1,09	1,20

Çizelge 1.4. Türkiye’ de bazı tarla bitkilerinin üretim miktarı (TÜİK, 2018a)

Ürünler	Üretim miktarı (1.000.000 ton)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Buğday	16,00	17,00	16,51	14,52	15,00	16,86	16,22	17,95	16,80	17,97	15,70	18,50	16,98	17,60	16,50
Arpa	8,10	8,60	8,60	6,66	5,40	6,65	6,65	6,97	6,51	7,34	5,81	7,38	6,31	6,70	6,60
Çavdar	0,27	0,27	0,27	0,24	0,24	0,34	0,36	0,36	0,37	0,36	0,30	0,33	0,30	0,32	0,32
Yulaf	0,27	0,27	0,20	0,18	0,19	0,21	0,20	0,21	0,21	0,23	0,21	0,25	0,22	0,25	0,26
Çeltik	0,49	0,60	0,69	0,64	0,75	0,75	0,86	0,90	0,88	0,90	0,83	0,92	0,92	0,90	0,94

Çizelge 1.5. Iğdır’ da bazı tarla bitkilerinin üretim alanı (TÜİK, 2018a)

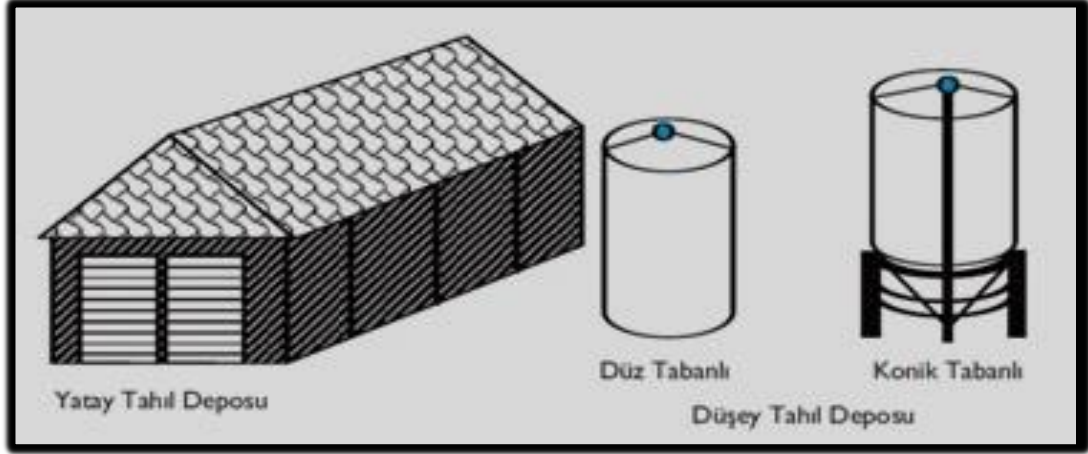
Ürünler	Ekilen alan (1.000.000 da)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Buğday	0,27	0,27	0,25	0,24	0,26	0,27	0,22	0,20	0,17	0,17	0,17	0,19	0,18	0,21	0,20
Arpa	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,09
Çavdar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yulaf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çeltik	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0039	0,0093	0,004	0,0029	0,00001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 1.6. Iğdır’ da bazı tarla bitkilerinin üretim miktarı (TÜİK, 2018a)

Ürünler	Üretim miktarı (1.000.000 ton)														
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Buğday	0,060	0,060	0,059	0,054	0,063	0,064	0,042	0,050	0,046	0,043	0,042	0,050	0,046	0,046	0,043
Arpa	0,021	0,022	0,021	0,021	0,019	0,019	0,014	0,016	0,014	0,012	0,009	0,013	0,011	0,015	0,014
Çavdar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yulaf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Çeltik	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0021	0,0048	0,0030	0,0025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

1.1. Depolama Yapıları

Depolama, ihtiyaç fazlası olan çeşitli ürünlerin, mamul maddelerin farklı amaçlarla değerlendirilinceye kadar, bir plan dâhilinde farklı tip depolama yapılarında çeşitli şekillerde muhafaza edilmesidir. Depolama yapılarının en önemli özellikleri mevsim koşulları dışında ürün tedariki, piyasa fiyatlarını gözeterek ürünlerin makul fiyatlarda pazara sürülmesini, tüketicilerin uzun vadede kaliteli ürünleri piyasada tutarak uygun fiyatlarda pazarlaması, üretimden pazarlamaya kadar her aşamada dengeli dağılım yapılmasını sağlamasıdır. Bu nedenlerden dolayı ürün sanayisine uzun süreli, kaliteli ve kararlı bir çalışma olanağı sağlamaktadır. Bu yapıların en büyük amacı ürünlerin piyasaya sürülme sürecine kadar kalitesinin korunmasıdır. Depolama işleminde önemli parametrelerden birisi depolama yapılan ürünlerde ürün verimliliğinin yüksek tutulmasını sağlamak adına ürüne yönelik depolama kriterlerinin belirlenmesidir. Canlı bir biyolojik malzeme olması nedeniyle tarımsal ürünlerin uzun ömürlü olmaması, özellikle savaş ve doğal afetler gibi durumlarda ülkeler için ürün depolama çok büyük bir önem arz etmektedir. Ürünlerin depolanmasında dikkat edilecek bir diğer husus da depolama maliyetinin makul seviyelerde olmasıdır. Bu nedenle depolamanın hem maksimum verimlilikten ödün vermeden, titizlikle planlanması gerekirken diğer taraftan depolama maliyetinin minimum düzeyde tutulması büyük bir önem taşımaktadır. Bu tarz bir sistemin kontrollü olarak sistematik bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bu tarz kontrollü bir depolama sistemi ancak yatay ve düşey depolama sistemleri ile gerçekleştirilebilir. Bu sistemler de ancak doğru parametrelerin tespit edilmesi ile sağlıklı bir depolama yaparlar. Kontrollü depolama sistemleri genellikle çelik konstrüksiyonlu olarak inşa edilmektedir (Şekil 1.1). Ancak farklı malzeme türlerinden inşa edilen depo türleri de bulunmaktadır. Bunlar; ahşap, betonarme, alüminyum gibi malzemelerden inşa edilen depolardır (Kibar, 2011).



Şekil 1.1. Tahıl deposu tipleri (Ankara, 2015)

1.2. Ülkemizde Depolama Yapıları ile İlgili Sorunlar

Türkiye sahip olduğu ekolojik özelliklerden dolayı buğday üretiminde büyük bir paya sahiptir. Fakat tüm bu imkânlara rağmen, üretim seviyeleri yeterli düzeye ulaşmamıştır. Bu sebepten dolayı zaman zaman bitkisel ürün sıkıntısı çekilmekte ve ürün ihtiyacı için ithalata başvurulmaktadır. Türkiye’de depolama ile ilgili önemli sorunların temelinde yetersiz depolama alanı ve uygun olmayan depolama yapıları gelmektedir. Bitkisel ürünlerin üretilmesi, insanların yaşamı ve ülkenin ekonomisi yönünden ne kadar önemli ise, tüketilinceye kadar kalitesiyle birlikte ürünün muhafaza edilmesi de o kadar önemlidir (Karaman ve ark. 2009). Çünkü üretilen ürünleri muhafaza etmeyip, tamamı tüketiciye ulaştırılmıyorsa, üretimi çoğaltma çabaları büyük bir önem taşımaz. Bundan dolayı ürettiğimiz kadar, ürettiğimiz ürünleri hangi ölçüde muhafaza edebildiğimiz ve sağlıklı bir gıda olarak tüketiciye ulaştırdığımız da önemlidir (Kibar ve Öztürk, 2009). Buna bağlı olarak uzun süreli ürün muhafazası için depolamanın önemi ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde genelde her yıl, önemli ölçüde bitkisel ürün ertesi yıla sarkabilmektedir. Bir sonraki yıla devreden buğday stoku; depolama kayıpları, buğdayın maliyetine eklenen depolama masrafları ve yeni ürünün depolanmasında ortaya karışıklık ile olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Ülkemizin ekonomisine canlılık getireceği göz önüne alınacak olursa sonraki dönemlere devreden bitkisel ürün stokunun en düşük seviyelerde tutulması, pazarlama politikalarının geliştirilmesi için uygun olacaktır. Ürün depolarının iyi tasarlanmaması ya da çevresel etkilerin göz önünde bulundurulmadan depoların inşa edilmesi ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bitkisel ürün depoları, iklim koşulları, depolanacak ürünün

karakteristik özelliği göz önünde bulundurularak ve fizibilite çalışmaları iyi yapılarak tasarlanmalıdır. Ülkemizde depolama konusunda donanımlı ve tecrübeli eleman sayısı yetersiz düzeydedir. Bu sorunun aşılması için depolama konusunda eğitilmiş kalifiye eleman yetiştirilmesine fazlasıyla önem verilmelidir (Gözüm, 1992).

Bu çalışmanın amacı, Iğdır ili, ilçe ve köylerindeki çiftçilerin, kooperatiflerin, müteşebbislerin ve Toprak Mahsuller Ofisi'nin sahip olduğu bitkisel ürün depolarının mevcut durumları incelenerek, yapılmış anketler doğrultusunda depolama yapılarının eksikleri ve yeni yapılacak depolarda ürünlerin en sağlıklı şekilde korunarak depolanabilmesi için inşa edilecek depoların planlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, kaliteli ve sağlıklı bir ürün devamlılığı için Iğdır ili koşullarına uygun 1500 ton depolama kapasitesine sahip buğday tahılı için betonarme yatay bir depolama yapısı tüm yönleriyle projelendirilerek yaklaşık maliyetinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Depolama Yapılarının Genel Tipleri

Güvenli ve sağlıklı koşullarda depolamadaki temel amaç bitkisel ürünün kalite ve miktarının korunmasıdır. Bitkisel ürünün dış etkenlerden daha uzun süre korunabilmesi ve depolanabilmesi için özel olarak inşa edilen depolara ihtiyaç duyulmaktadır. Bitkisel ürün depoları çok farklı tiplerde olabilirse de genellikle; yatay ve düşey tahıl depoları olmak üzere iki tipte inşa edilirler (Şekil 2.1 ve 2.2). Düşey tahıl depoları, daire kesitli ve konik çatılı olarak inşa edilir. Daire kesitli depo yapılmasının nedeni, en az malzeme kullanımı yanında yatay yüklere karşı dayanımının istenilen seviyede olmasıdır. Bununla beraber kolay inşa ve bakım, büyük boyut özelliği, boşaltma, havalandırma ve kurutma işlemlerinin yapılabilmesi gibi üstün özellikleri de bulunmaktadır. Bundan dolayı ekonomik bir depolamaya örnek olarak gösterilebilir. Yatay depolar, dikdörtgen bir taban alanına sahip olup genellikle çok yönlü kullanılabilen ve toprak seviyesinin üzerinde inşa edilen yapılardır. Düşey depolara göre genişlikleri daha fazla yükseklikleri ise daha azdır.



Şekil 2.1. Yatay depo


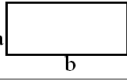

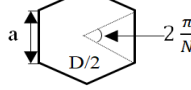


Şekil 2.2. Düşey depo

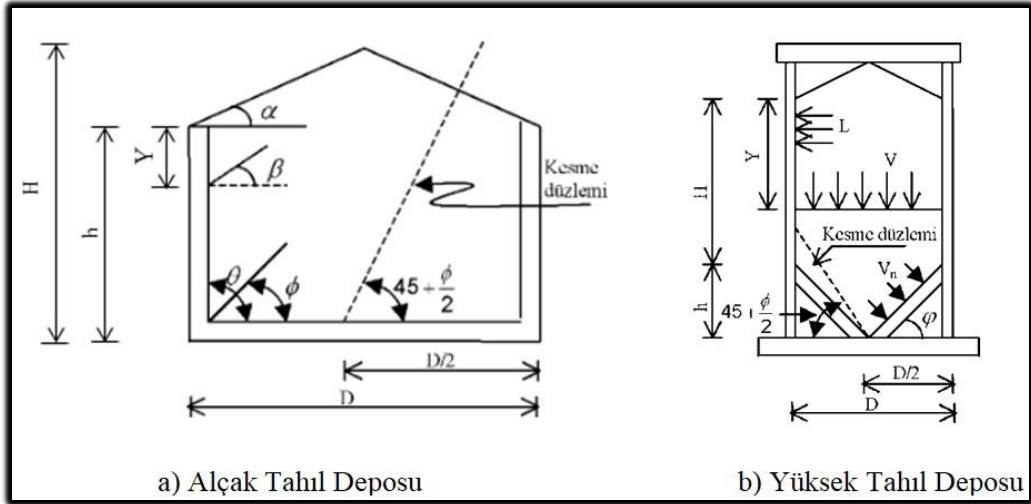
2.2. Depolama Yapılarında Etkili Hesap Kriterleri

Depolama yapıları tarımsal ürünlerin tüketiciye sevki yapılarına kadar ürün niteliğinde kayıpların oluşmaması amacıyla inşa edilirler. Ancak depolanacak ürünlerin kalitesini bozmadan koruyabilmek için depo ortam koşullarının istenilen seviyede tutulması gerekmektedir. Yatay ve düşey olarak inşa edilen depolama yapıları ile kontrollü bir ortam sağlamak mümkündür. Ancak depolama yapıları inşaat kurallarına, çevresel etkilere ve ortam koşullarına göre inşa edildiğinde sağlıklı olarak hizmet verebilir. 19. yüzyıldan itibaren günümüze kadar depolanan ürünlerin yapı elemanlarına uygulamış olduğu basınçlar çeşitli eşitlikler yardımıyla hesaplanmış olup etkin olarak kullanılmaya devam etmektedir (Munch-Andersen and Nielsen, 1990; Ooi *et al.* 1990; Ooi and Rotter, 1991). Ürünün depolandığı tarımsal yapı elemanlarında yatay ve düşey yönde ortaya çıkan basınçlar genellikle Janssen, (1895) eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte ürünün depoya etkileri depolanan ürünlerin karakteristik özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Farklı ülkeler bu alanda çeşitli eşitlikler geliştirmişler ve günümüzde de yaygın olarak kullanmaya devam etmektedirler (DIN 1055; ACI 313; AS 3774; EN 1991-4 vb.). Ürünlerin yığın yüksekliğine bağlı olarak meydana getireceği yatay kuvvetler depo derinliğine bağlı olarak artmaktadır. Yanal basınçlar ise depo merkezinde sıfır olmakla birlikte yanlara doğru artış göstermektedir. Düşey basınç değeri depo tabanında maksimum değere ulaşmaktadır. Bitkisel ürün depolarında depo türünün alçak ya da yüksek depo olmasına göre yatay ve düşey basınçlar

hesaplanmaktadır. Depolanan ürünün yığın yüksekliği (h) ile deponun hidrolik yarıçap (R) değerinin karşılaştırılmasına göre deponun alçak ya da yüksek olduğuna karar verilir (Anonymous, 1983; Öztürk, 2003). Yığın yüksekliği $h < R$ olduğunda alçak depo, $h > R$ olduğunda ise yüksek depo olarak kabul edilmektedir. Ürün depolarındaki depo hidrolik yarıçap değerleri ile deponun kesit geometrisi Şekil 2.3 ve 2.4' te verilmiştir (Anonymous, 1983; Öztürk, 2004).

Kesit Şekli	Alan(A)	Çevre Uzunluğu(P)	Hidrolik Yarı Çap(R)
Daire 	$\frac{\pi x D^2}{4}$	$\pi x D$	$\frac{D}{4}$
Dikdörtgen 	$a x b$	$2 x (a + b)$	$\frac{a x b}{2 x (a + b)}$
Kare 	a^2	$4a$	$\frac{a}{4}$
Düzenli Poligon 	$\frac{\pi x D^2}{4} x \sin \frac{\pi}{4} x \cos \frac{\pi}{N}$ $\frac{N a^2}{4} x \cot \frac{\pi}{N}$	$N x D x \sin \frac{\pi}{N}$ $N x a$	$\frac{D}{4} x \cos \frac{\pi}{N}$ $\frac{a}{4} x \cot \frac{\pi}{N}$

Şekil 2.3. Ürün depolarının hidrolik yarıçapları



Şekil 2.4. Depo kesit geometrisi

2.2.1. Rankine eşitliği

Alçak depolarda yatay basınç, depolanan ürünlerin depo içerisindeki derinliği ile orantılı olarak artış gösterdiğinden basınçların ve kuvvetlerin hesaplanmasında yaygın olarak Rankine eşitliği kullanılmaktadır (Ekmekyapar, 1997). Rankine göre ürün

depolarında meydana gelen basınç kuvvetlerinin belirlenmesinde kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir;

- Alçak tip ürün depolarında meydana gelen kuvvet eşitliği;

$$L = \gamma x Y x \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.1)$$

- Yanal kuvvetler;

$$L_p = \frac{1}{2} x \gamma x h^2 x \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.2)$$

- Depolanan ürün yığın yüksekliğinin Y derinliğinde oluşan düşey basınç;

$$V = \mu x \gamma x Y x \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.3)$$

- Toplam düşey basınç;

$$V_T = \frac{1}{2} x \mu x \gamma x h^2 x \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.4)$$

eşitlikleri yardımıyla hesaplanır (Anonymous, 1983; Öztürk, 2003).

2.2.2. Janssen eşitliği

Yüksek depolarda yığın yüksekliğine bağlı olan yatay kuvvetlerin göstereceği artış, alçak depolardaki yığın yüksekliğine bağlı olan yatay kuvvetlerin doğrusal artışına göre daha düşüktür. Bu nedenlerden dolayı yüksek depolama sistemlerinde yatay kuvvetlerin hesaplanması için Janssen metodu kullanılmaktadır (Ekmekyapar, 1997). Bu amaçla yüksek tahıl depolarında oluşan basınçların belirlenmesinde;

- Depolama derinliğinin Y derinliğinde oluşan yanıl kuvvetler;

$$L = \frac{\gamma x R}{\mu} x \left(1 - e^{-\frac{k x \mu x Y}{R}} \right) \quad (2.5)$$

- Yanıl proje basıncı;

$$L_p = \frac{\gamma x R}{4x\mu} x \left(h + \frac{e^{-4xkx\mu xh/R}}{4xkx\mu/R} - \frac{R}{4xkx\mu} \right) \quad (2.6)$$

- Depolama derinliğinin Y derinliğinde oluşan düşey kuvvetler;

$$V_T = L_p x \mu \quad (2.7)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır (Anonymous, 1983; Öztürk, 2003).

Yukarıda verilen eşitliklerde k değeri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu değer depo derinliği, ürün nem içeriği, içsel sürtünme açısı, depo geometrisi, ürünün tipi ve kohezyon gibi kriterlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle içsel sürtünme açısının değişimi basınç oranının da değişime neden olmaktadır.

$$k = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \quad \text{veya} \quad k = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (2.8)$$

eşitliği yardımıyla elde edilir (Öztürk, 2004).

2.3. Depolamada Etkili Faktörler

Ürün depolamada, depolama sistemlerinden maksimum verimi elde etmek için, projelendirme aşamasında yapıyı ve ürün verimliliğini etkileyecek olumlu yada olumsuz tüm parametrelerin sağlıklı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bitkisel ürün depolama koşullarını etkileyen en önemli etmenler:

- Nem
- Sıcaklık,
- Oksijen miktarı,
- Yabancı madde oranı,
- Depo tipi,
- Depolama yükleri

olarak altı ana başlık altında incelenmektedir.

2.3.1. Nem

Nem miktarı depolamanın önemli unsurlardan birisidir. Depo nemi uygun değerlerde kontrol altında tutulursa, depolanacak ürün uzun süre muhafaza edilebilir. Zira nem, ürün canlılığının devamı için gerekli olup mikroorganizma ve enzimlerin işlevi için çok önemlidir. Depolanan ürün tanelerinin arasındaki hava boşluklarında meydana gelebilecek nem miktarı, yığındaki toplam nem ve sıcaklığın artmasına buna bağlı olarak mikroorganizmaların oluşmasına ve bunlar da ürün yığnında zarara neden olurlar. Meydana gelen bu tip olaylar sonucunda ürün kızıışma noktasına geleceğinden, biyolojik ve kimyasal olarak üründe birçok zararlar meydana gelir (Döven, 1998). Bitkisel ürünlerin önemli nem düzeyleri; hasat nem içeriği, ilk depolama nem içeriği ve denge nem içeriği olarak ifade edilir.

Depolamanın korunaklı olması için ürünün nem içeriğinin düşük tutulması, ürünün kalitesinde ve veriminde artış sağlamaktadır. Sağlıklı ve korunaklı bir depolama yapılabilmesi için maksimum nem içeriği; buğday için %14, mısır, arpa, yulaf için %13, pirinç için %12-13 değerlerinde olmalıdır (Hoseney, 1986). Nem içerikleri belirtilen değerlerden daha fazla ise ürünler kurutulur veya havalandırılarak nem içeriği sağlıklı ve güvenle depolanabilecekleri uygun sınırlara getirilmelidir (Kent, 1982).

2.3.2. Sıcaklık

Sıcaklık bitkisel ürünleri depolamadaki önemli parametrelerden birisidir. Mikroorganizmaların gelişimleri için sıcaklık değerlerinin yüksek olması gerekmektedir. Mikroorganizma aktiviteleri için 30-40 °C arası sıcaklık değerleri idealdir. Ancak sıcaklık değeri 25 °C' ye düştüğü zaman aktiviteleri yavaşlar, 17 °C' ye düştüğü zaman birçoğu beslenemez ve bu sıcaklık 10 °C' nin altına düştüğü zaman ölürler (Öztürk, 2003).

Ürün depolamasında ürün kayıplarının en önemli sebebi düşük sıcaklık etmenidir. Düşük sıcaklık faktöründe küflenme gibi problemlerin artışı nem faktörü etkili olmaktadır. Hasat dönemlerinin mevsimlik olmasından dolayı bitkisel ürün deposunda ilk sıcaklıklar değişim göstermektedir. Yazın ortalarında hasat edilen buğdayın depo sıcaklığı 25-30 °C civarındadır. Depo içerisindeki ürünün solunum hızı depo sıcaklığına bağlı olarak yükselmektedir. Depo ortam sıcaklığının 18 °C' nin altında tutulması birçok haşere faaliyetlerini önler veya tamamen durdurur. Depo

sıcaklığındaki meydana gelen her 5 °C' deki azalış depolama süresini 2 kat arttırdığı saptanmıştır (Öztürk, 2003; Karaçalı, 2009).

2.3.3. Oksijen miktarı

Yaşamsal faaliyet gösteren canlılar gibi depolanmış bitkisel ürünlerin ve onlara bozucu etki yapan organizmalar da oksijene ihtiyaç duymaktadırlar. Depo içerisinde haşerenin meydana gelmesi nedeniyle O₂ kısa sürede tükenir ve havasız kaldıkları için ölürlür. Ürün yığını arasında bulunan boşluklarda O₂ seviyesi %2' den aşağıya düşüncü böceklerin yaşamsal aktiviteleri son bulmaktadır. Fakat mantarlar %0,2 seviyelerine kadar yaşamsal aktivitelerine devam ederler. Bazı mantarlar O₂ miktarı %0,5-1 arasında olduğunda üreme yapabilirken, depodaki CO₂ oranı %12 seviyesinin üzerine çıktığında ise küflenme yavaşlamaktadır. Tanelerin solunumu O₂ ile karbonhidratların parçalanmasını ifade eder. Ancak bazı mantar ve bakteriler O₂ olmadığı halde solunuma devam edebilirler. Bu duruma anaerobik solunum adı verilir. Aerobik ve anaerobik solunumun oluşum şekli ürünler açısından farklılık göstermektedir. Depolanan üründe her iki solunumunda görülmesi durumunda aerobik solunumun yapılması anaerobik solunumun yapılmasından daha hayattır. Çünkü aerobik solunum sonucunda ortaya çıkan enerji ve CO₂ miktarı fazla olacaktır. Örnek olarak aerobik solunumda 1 gr şekerden 0,747 lt CO₂ ve 3,76 kcal enerji ortaya çıkarken, anaerobik solunumda aynı miktarda şekerden 0,25 lt CO₂ ve 0,12 kcal enerji meydana çıkmaktadır (Tutar, 2010).

2.3.4. Yabancı madde miktarı

Bitkisel ürünler depolanırken ürün içerisinde bulunan yabancı madde miktarı, kırılmış taneler veya depo ortamında istenmeyen organizmaların ürün depolama kalitesini etkilediği açıkça bilinmektedir. Depolama yapılarında gözlemlenen yabancı maddeler ve bunlardan bazıları olan böcekler, böcek larvaları ve un bulaşıkları çoğunlukla ürünlerin kırık tanelerinden kaynaklanmaktadır.

Eğer depolama yapısında ilaçlama yapıyorsa yabancı maddeler ve kırık taneler ilaç etkinliğini azaltmaktadır. Çünkü ürün kırıkları ve depo ortamında bulunan yabancı maddeler ilacı absorbe ederek etkinliğini azaltır ve ilacın derinlere etki etmesine engel olacaktır. Bu nedenle yabancı maddeler depolama kararlılığı bakımından önem teşkil eder. Ürünleri depolarken içerisinde bulunan organik ve inorganik yabancı maddeler de ürün depolanmasına olumsuz etki yapmaktadır. Bunun için ürünlerin depolanmasından

önce kuru yada yaş temizleme ile yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bakteri ve küf mantarlarının depolanan tahıllarda ağırlık kaybı ve kızışma gibi istenilmeyen bazı zararlara neden oldukları bilinmektedir (Tutar, 2010).

2.3.5. Depo tipleri ve depolama yükleri

Depolamada en önemli husus, bitkisel ürün depolanmasında kullanılacak depo tipinin belirlenmesidir. Deponun özelliklerinin doğru tespit edilmesi bitkisel ürünlerin yüksek verimde uzun süre korunabilmesi için en önemli faktörlerden birisidir. Ürünün nem oranının artışı ortam sıcaklığının azalmasına ve ortam neminin artmasına bağlıdır. Nem içeriğinin artması sürtünme açısını arttıracak bu da depolama yapısında yatay ve düşey yönde yapılacak basınçları arttıracaktır.

2.4. Depolama Yapıları İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Toole (1953), Hawaii’de yapılan bir çalışma kapsamında sıcaklık değeri 7,2-10 °C arasında olan ürün depolarında, tohumların uzun süre muhafaza edilebildiğini tespit etmiş olup tohumların donma sıcaklığına yakın değerlerde depolanmasını önermiştir.

Altan (1986), ideal koşullarda depolama sürecinde nem oranı düşük olan bitkisel ürünlerde çoğunlukla değişiklikler gözlemlendiğini, fakat bitkisel ürünlerin nem içeriği ve sıcaklık değerlerinin yükselmesi ile ürünlerde bazı farklılıkların saptandığını bu farklılıkları da bozulmanın göstergesi olarak değerlendirmiştir.

Harner and Higgins (1987), buğdayda mikroorganizma ve haşerelerin oluşumunun engellenmesi için nem oranının %12’ nin altına düşürülmesi, küf oluşumunun önlenmesi için ise nem oranının %14’ ün altına düşürülmesi gerektiğini tespit etmişlerdir.

Öztarhan ve Aruoma (1989), 30-05 °C’ de depolanan buğdayın, 950 saat havalandırma ile sıcaklığının Aralık ayında 15-20 °C’ye, 1212 saatlik havalandırma ile Mart ayında 10-15 °C’ ye düşürülebildiğini saptamışlardır.

Hellevang (1990), depo içerisinde homojen bir sıcaklık dağılımı olabilmesi için depo tabanına havalandırma kanallarının yerleştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Havalandırma kanallarındaki hava debisinin en çok 10 m/s, kanallardaki delik alanının 0,01 m³/s hava akımı için 0,0929 m² ve kullanılacak baca kesit alanının her 0,47 m³/s hava akımı için 0,0929 m² olması gerektiğini belirlemiştir.

Anonymous (1990), havalandırma yapılmadığı durumda depolanan buğdayların %60' nın sıcaklık değerinin 30-35 °C, üst kısımlardaki ürünün %40' unda sıcaklık değerinin ise 25-30 °C olarak belirlemiştir. Ayrıca bu çalışmada, 950 saatlik havalandırma sürecinde ürünün %40' ının 10-15 °C sıcaklık değerinde, %40' nın 15-20 °C sıcaklık değerinde ve geri kalan %20' sinin ise 20-25 °C sıcaklık değerinde olduğu tespit edilmiş, 1212 saatlik havalandırma sürecinde ise ürünün %90' ının 10-15 °C sıcaklık değerinde olduğu ifade edilmiştir.

Mason *et al.* (1993), soya, mısır ve buğdayın optimum koşullarda depolanabileceği sürelerin tespiti için yaptıkları çalışmada, mısırın %15 nem oranında 6 hafta, %14 nem oranında 12 hafta, %13 nem oranında 12 haftadan daha fazla süre depolanabildiği, soya fasulyesinin %14 nem oranında 6 hafta, %12 nem oranında 12 hafta ve %11 nem oranında 12 haftadan fazla süre depolanabildiği, buğdayın %14 nem oranında 6 hafta, %13 nem oranında 12 hafta, %12 nem oranında 12 haftadan daha uzun süre depolanabildiği belirlemişlerdir.

Hellevang (1994), tahılların depolama sürelerinin -1, 4,5, 10 ve 15,5 °C sıcaklıklarda nem oranı %16 olduğu durumlarda sırasıyla 70, 120, 230 ve 370 gün, nem oranı %17 olduğu durumda ise 45, 75, 130 ve 280 gün olduğunu tespit etmiştir.

Proctor (1994), deponun tabanındaki havalandırma kanallarının ihtiyaç duyulan hava debisini karşılayacak şekilde olması gerektiğini tespit etmiş ve havalandırma kanallarındaki hava akış hızının 0,2-10 m/s arasında olması gerektiğini önermiştir. Kanalların kesit alanları her 700 l/s' lik hava akımında 929 cm² değerinde olması gerektiğini ayrıca havalandırma kanallarının delik alanının 11,8 l/s' lik hava debisi için 929 cm² olduğunu saptamıştır.

Elgün ve Ertugay (2002), depolama esnasında tahıl tanelerinin tüm canlılar gibi hayati aktivitelerini azda olsa sürdürdüklerini, bu nedenle solunum yaptıklarını ve metabolizma olayları sonucu bazı hayati değişikliklerin meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Arthur and Casada (2005), üç farklı çelik depoda sonbahar havalandırması, sonbahar+yaz havalandırması ve soğutulmuş hava ile muhafaza olmak üzere üç farklı çelik depoda ekin kambur böceği, un biti ve pirinç biti zararlılarının gelişimini

araştırmışlardır. Sonuç olarak sonbahar, sonbahar+yaz havalandırmasında ekin kambur böceği, un biti ve pirinç biti zararlılarının gelişimi daha yüksek iken soğutulmuş hava ile muhafaza koşullarında zararlı gelişiminin daha az olduğunu saptamışlardır.

Özkaya ve Özkaya (2005), buğdayın nem içeriği ve rutubet oranı nedeniyle birçok gıda maddesine göre daha kolay depolanabildiğini belirtmiştir. Fakat depolamaya gereken özenin gösterilmediği durumlarda kısa süre içerisinde bozulmanın meydana geleceğini, bu nedenle depolamada etkili faktörlerin kontrol altında tutulmasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Depolamada en önemli etkenlerden birisinin sıcaklık olduğunu belirterek diğer bütün etkenlerin aynı kalması şartıyla depo ortam sıcaklığında her 5 °C'lik düşüşün depolama süresini 2 kat artırdığını ifade etmiştir.

Karaoğlu *et al.* (2009), buğday tahılını 10, 20 ve 30 °C sıcaklıkta %12, 14 ve 16 tohum nem içeriğinde 9 ay depolamışlardır. Depolama sonucunda sıcaklık ve tohum nem içeriğinin artması ile hektolitre ağırlığı, yaş gluten ve kuru gluten, zeleny sedimentasyon ve düşme sayısının azaldığını tespit etmişlerdir.

Arthur and Casada (2010), altı farklı çelik depoda havalandırma ve sıcaklığın buğday tahılını böcek gelişimine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yüksek sıcaklık ve havalandırması düşük olan depolarda böcek gelişiminin arttığını, düşük sıcaklık ve etkin havalandırmanın yapıldığı depolarda ise böcek gelişiminin en az düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Strelec *et al.* (2010), buğday tahılını %45 bağıl nem 4, 25 ve 40 °C ile 2-25 °C ve %40-74 bağıl nem olmak üzere dört farklı koşulda depolamışlardır. Depolama sonucunda sıcaklığın artması ile protein, nişasta içeriği, hektolitre ağırlığı, yaş gluten indeksi ve zeleny sedimentasyon değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Sisman and Ergin (2011), betonarme silo ve yatay bir depoda buğdayın hektolitre ağırlığı, gluten içeriği, gluten indeksi, sedimentasyon ve süne gibi kalite üzerine etkili özellikleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda betonarme siloda kalite kayıplarının en az düzeyde olduğunu yatay depoda ise kalite kayıplarının daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir. Öneri olarak ise yatay depolama sisteminde havalandırmanın yapılarak kayıpların en aza indirilebileceğini vurgulamışlardır.

Morales-Quiros *et al.* (2018), atmosfer havasının silo içerisine uygulandığı kontrollü havalandırma ve soğuk havanın silo içerisine uygulandığı iki farklı sistemin buğday tahılında bozulmanın etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda her iki depolama koşulunda kayda değer bir bozulmanın olmadığını tespit etmişlerdir.



3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada; Iğdır ili merkez, ilçe ve köylerinde bulunan mevcut tahıl depoları materyal olarak kullanılmıştır. Iğdır ilindeki mevcut depolar teknik yönden incelenmiştir. Araştırma kapsamında Iğdır ve ilçelerinde en yaygın depo tipi betonarme yatay depolar olması nedeniyle bu depo tipi seçilmiştir.

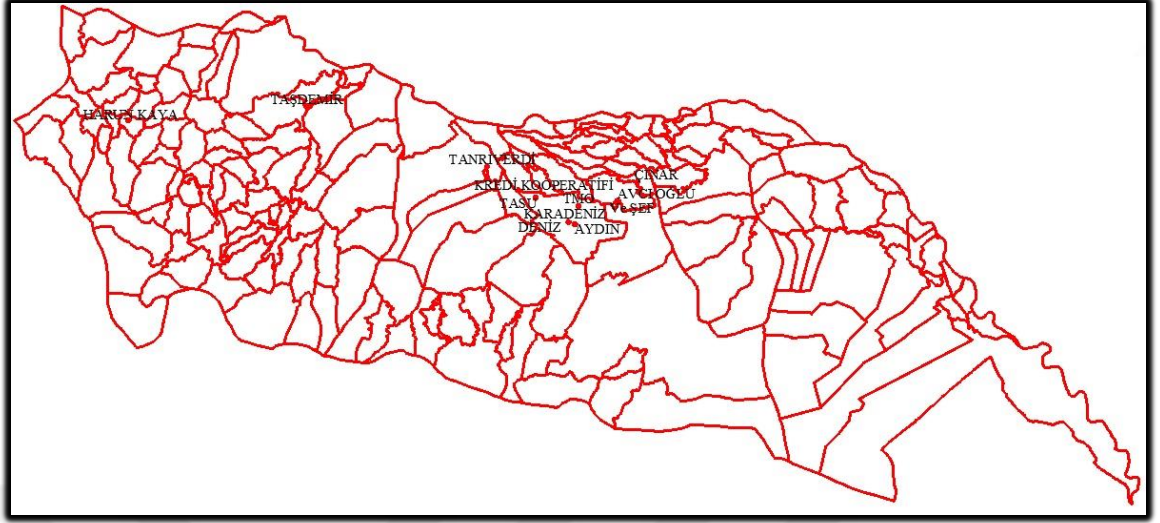
3.2. Araştırma Yeri

Iğdır merkez koordinat bilgileri; enlem: 39,9191 ve boylam: 44,0442 şeklindedir (Anonim, 2019a). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Iğdır ilinin 2018 yılındaki toplam nüfusu 197.456' dır (TÜİK, 2018b).

Iğdır ili merkez ve ilçelerinde kurulu olan mevcut bitkisel ürün depolarında çalışma ve gözlemler yapılmıştır. Depolar teknik yönden incelenmiş olup her bir bitkisel ürün deposu için ayrı ayrı anket çalışması yapılarak teknik yönden incelenen depoların koordinatları ve bulunduğu konumlar Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Iğdır' da anket çalışması yapılan bitkisel ürün depolarının koordinatları

İşletme	Y (enlem)	X (boylam)
Avcıoğlu Soğuk Hava Deposu	423601,792	4423546,786
Aydın Ticaret	418573,752	4420821,682
Deniz Zahiirci	417815,445	4421073,785
Harun Kaya	366533,652	4432940,611
Karadeniz Ticaret	417813,444	4421107,789
Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi	411975,077	4424762,282
Tasu Soğuk Hava Deposu	413980,890	4423913,937
Taşdemir Un Değirmeni	387288,068	4434577,268
Tanrıverdi Soğuk Hava Deposu	408332,601	4427552,414
Tmo Siloları	419010,930	4422949,545
Şef Soğuk Hava Deposu	423362,695	4423413,733
Çınar Mısır Silosu	425872,713	4425764,686



Şekil 3.1. Bitkisel ürün depolarının il haritasındaki konumu (ED50-3°)

3.2.1. Iğdır ilinin iklim özellikleri

Iğdır Ovası ve çevresi Akdeniz iklimine yakın karasal iklim özelliği göstermektedir. Iğdır Merkez, Karakoyunlu ve Aralık ilçelerinde kışları serin, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Yağış rejimi düşük olup Tuzluca ilçesinde ise rakım farkından dolayı il merkezine ve diğer ilçelere göre sıcaklıklar biraz daha düşüktür. Aras nehri boyunca doğu-batı doğrultusunda uzanan Iğdır Ovası, Batı Iğdır, Doğu Iğdır ve Dil Ovası'ndan oluşmaktadır. Iğdır Ovası'nın güneydoğuya doğru bir uzantısı durumunda olan Dil Ovası (Dil Ucu), aynı zamanda ülkemizin en doğu uç noktasını (44,48') oluşturur. Bölgenin güneyinde, kabaca batı-doğu doğrultusunda uzanan Orta Torosların uzantısı ve Munzur dağlarıyla başlayıp Karasu-Aras dağlarıyla devam eden dağlık kütleinin doğudaki bölümü yer almaktadır. Bu bölüm üzerinde yer alan dağlar sırasıyla batıdan doğuya doğru Durak Dağı (2.811 m), Zor Dağı (3.196 m), Pamuk Dağı (2.639 m)'dir. Pamuk Dağı geçidi ile Büyük Ağrı Dağı'ndan ayrılan Pamuk Dağı ve Zor Dağı batısındaki Asma Geçidi ile Durak Dağlarından ayrılmaktadır. Pamuk Dağı ile Zor Dağları arasında Çilli Geçidi bulunmaktadır. Türkiye'nin en yüksek dağı olan Ağrı Dağı (5.137 m), İran ile tabii bir sınır teşkil eder. Anadolu ile Asya'dan uzanan sıradağların bir nevi buluşma noktasıdır (Anonim, 2019a).

Iğdır iline ait 2000-2018 yılları arası ve 2018 yılı aylık ortalama iklim verileri Çizelge 3.2.'de verilmiştir (Anonim, 2019b).

Çizelge 3.2. Iğdır ili uzun yıllar ve aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019b)

Zaman		En	En	Ortalama	Nem	Rüzgâr	Güneşlenme	Yağış
Aylar	Yıl	yüksek	düşük	sıcaklık	(%)	hızı	süresi	(mm)
		sıcaklık	sıcaklık	(°C)		(m/s)	(saat)	
		(°C)	(°C)					
1	2018	12,4	-8,5	7,6	73,5	9,2	122,1	13,6
	2000-2018	8,7	-14,2	1,7	63,8	9,2	71,7	14,2
2	2018	17,2	-5,3	12,9	59,3	9,7	174,4	33,3
	2000-2018	13,8	-9,8	6,8	56,8	11,2	123,1	14,6
3	2018	29,5	-0,5	18,3	51,9	24,3	153,8	16,5
	2000-2018	21,1	-4,7	14,0	45,6	17,0	168,7	22,8
4	2018	27,5	0,9	21,8	49,7	17,9	242,4	18,2
	2000-2018	26,1	0,9	19,3	47,0	16,0	173,6	43,1
5	2018	30,4	9,0	25,3	65,5	13,1	193,7	69,1
	2000-2018	29,4	7,1	23,6	50,1	15,4	218,2	51,2
6	2018	37,8	12,6	30,4	54,5	14,9	282,5	31,8
	2000-2018	34,2	11,4	29,1	41,8	16,1	282,5	29,7
7	2018	40,9	16,6	36,9	42,8	15,6	319,1	5,8
	2000-2018	36,7	15,0	32,6	38,9	14,6	303,1	16,4
8	2018	36,4	16,4	33,3	48,4	12,9	292,3	4,1
	2000-2018	36,7	14,7	32,6	39,7	13,8	280,5	11,0
9	2018	34,8	10,4	30,4	48,2	11,3	268,2	6,5
	2000-2018	33,8	8,7	28,5	43,7	12,9	229,4	9,7
10	2018	29,8	0,7	23,1	63,9	10,0	212,2	20,8
	2000-2018	27,2	2,6	20,9	59,2	13,0	175,8	30,0
11	2018	18,2	-2,5	12,6	80,9	7,3	105,8	29,4
	2000-2018	19,4	-4,7	13,0	63,1	9,7	133,6	17,7
12	2018	14,1	-3,8	7,4	81,7	9,9	52,8	30,9
	2000-2018	12,0	-10,8	4,7	67,4	10,0	73,8	16,0
Ortalama	2000-2018	24,9	1,4	18,9	51,4	13,2	186,2	23,0

3.2.2. Kullanılan araç gereçler ve bilgisayar yazılımları

Bu çalışmada buğday deposunun iklimlendirme otomasyonu, yapılan anketler ve elde edilen veriler, Microsoft Office programlarıyla hazırlanıp, düzenlenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmada konularla ilgili çizelgeler bu program sayesinde elde edilmiştir. 1.500 ton kapasiteli buğday deposunun projesi ideCAD® Statik IDS v10 ve AUTOCAD 2018 ve yaklaşık maliyeti ise e-hakedişCAD bilgisayar destekli yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışmada anketler hazırlanırken yapıların mevcut durum tespitinde şerit metre, lazer metre, fotoğraf makinesi ve GPS cihazı gibi aletlerden yararlanılmıştır.

3.3. Metot

3.3.1. Depo boyutsal özelliklerinin belirlenmesi

Depolanacak taneli ürünün birim hacim ağırlığı ve depolama kapasitesi belirlendikten sonra depo hacmi aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$V_d = \frac{G}{\gamma} \quad (3.1)$$

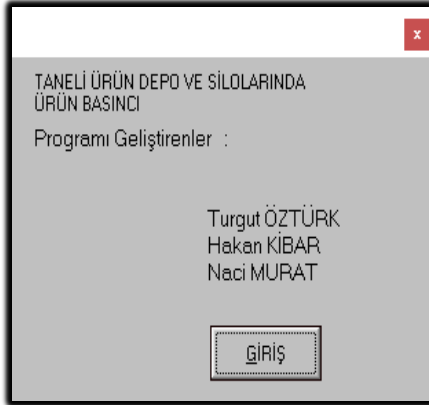
Depolanacak taneli ürün için; projelirmede depo genişliği ve uzunluğu belirlendikten sonra ürün yığın yüksekliği aşağıda verilen eşitlik ile belirlenmiştir.

$$V_d = a \times b \times h \quad (3.2)$$

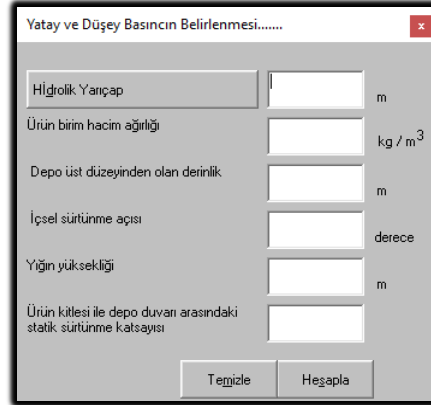
3.3.2. Projelendirme yüklerinin belirlenmesi

3.3.2.1. Yanal proje yükünün belirlenmesi

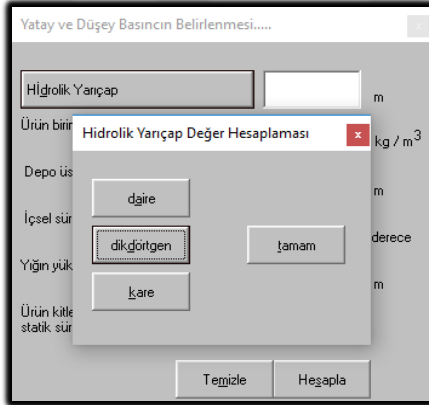
Bitkisel ürün depolarında ürünün kendi ağırlığından dolayı yatay ve düşey yönde basınçlar meydana gelmektedir. Taneli ürünlerin oluşturduğu bu basınçların hesaplanmasında ürünün yarı akışkan bir özellikte olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada depo cidarına etki eden basınçlar Kibar ve ark. (2006) tarafından geliştirilen bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7).



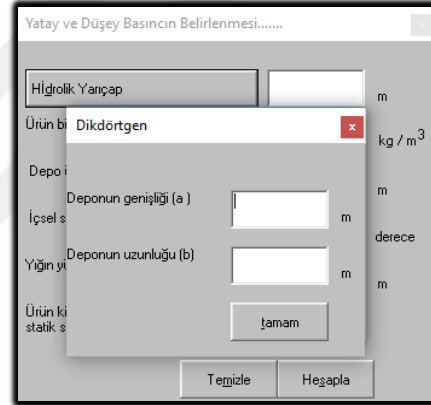
Şekil 3.2. Program giriş sayfası



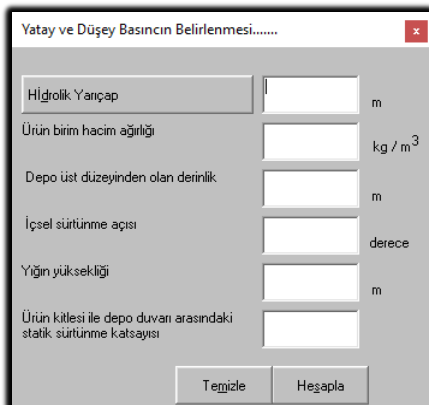
Şekil 3.3. Basınç değerinin hesap verileri



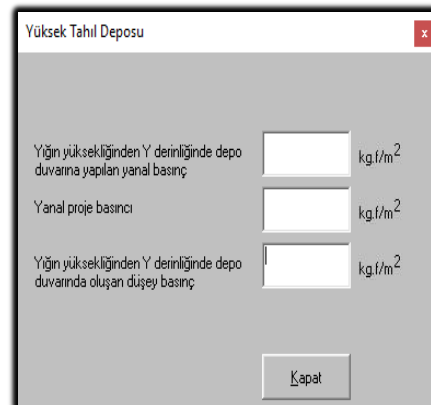
Şekil 3.4. Hidrolik yarıçap değeri



Şekil 3.5. Depo boyutlarının girilmesi



Şekil 3.6. Programa veri girişi



Şekil 3.7. Depo basınç değerleri

3.3.2.2. Kar yükü hesabı

Kar yükü (P_k) hesaplamalarında alınacak yük değeri, kar yağışı artış koşullarına göre farklılıklar göstermektedir. Kar yükü mühendislik hesaplamalarında hareketli yük sınıfına girmektedir. Bunun bağlı olduğu faktörler coğrafik ve meteorolojik şartlardır (Kar yağmayan yerlerde kar yükü hesap değeri sıfır olarak kabul edilmektedir). 30° 'ye kadar eğimli çatılarda kar yükü hesap değeri (P_k), kar yükü (P_{k0}) değerine eşit kabul edilmekte ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yükü olarak dikkate alınmaktadır. Yatayla α açısı kadar eğim yapan ve kar kaymasının engellenmediği çatılarda kar yükü hesap değeri olarak;

$$P_k = P_{k0} \times m_a \quad (3.3)$$

$$m_a = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ} \quad (3.4)$$

eşitlikleri kullanılır (m_a değeri Çizelge 3.3' ten alınır) ve geçerlilik sınırı $0 \leq m_a \leq 1$ olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.3. Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri (m_a)

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0- 30°						1,0				
30°	1,0	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
40°	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
50°	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27
60°	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05	0,02
70° - 90°						---				

Kar yükü (P_{k0}) değeri, TS 498' de verilen kar yağış yüksekliğine göre düzenlenmiş haritadaki bölgelerin numarası ile Çizelge 3.4' ten alınmıştır.

Tipik olmayan özel yapımlı çatılarda kar yükü hesap değeri (P_k), yapılacak kar yükü dağılımı deneyi sonucunda belirlenmelidir. Bu açıklamaların dışında kalacak özellikli bölgeler için o yerdeki kar yağma süresi ve yüksekliğe bağlı olarak Çizelge 3.4’ te verilen değerler, varsa meteorolojik ölçmelerden de faydalanarak artırılmalıdır.

Çizelge 3.4. Zati kar yükü (P_{k0}) değerleri, kN/m^2

1	Yapı yerinin denizden yüksekliği m	Bölgeler			
		I	II	III	IV
2	≤ 200	0,75	0,75	0,75	0,75
	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1.000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	> 1.000	1.000 m’ ye tekabül eden değerler, 1.500 m’ ye kadar %10, 1.500 m’ den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

3.3.2.3. Rüzgâr yükü hesabı

Rüzgâr yükü hesabı yapının geometrisine bağlıdır. Basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek hesaba alınır. Bir yapının bütününde rüzgâr yükü bileşkesinin büyüklüğü;

$$W = C_f x Q_e x A \quad (3.5)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (TS 498, 1987).

Narin çelik yapıda buzlanma sonucu artacak rüzgâra maruz (ekspeze) yüzeyler dolayısı ile rüzgâr yüklerinde oluşacak artışın projelendirmede dikkate alınması gereklidir.

3.3.2.4. Isı geçirme katsayısının hesaplanması

Kalınlığı ve yapısal özelliği bilinen bir yapı bileşeninin her iki yüzeyindeki hava sıcaklıklarının farkı 1 °C (1 K) iken, 1 m²' sinden geçen ısı miktarına *ısı geçirme direnci* denir; simgesi R_a ve birimi m²h°C/kcal (m²K/W)' dir. R_a ısı geçirme direnci eşitlik (3.6) ile hesaplanmıştır (İstanbul, 2012).

$$R_a = \frac{1}{U} \quad (3.6)$$

Çeşitli yapı malzemeleri ve bileşenlerine ait ısı iletkenliği hesap değerleri, farklı kalınlıktaki hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri, kapı ve pencerelerin ortalama ısı geçirme katsayıları ve iç ve dış hava tarafındaki ısı taşınım katsayıları ilgili çizelgelerden alınarak; yapı bileşenlerinin (U) ısı geçirme katsayıları eşitlik (3.7) ile hesaplanmıştır (İstanbul, 2012).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{L_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (3.7)$$

3.3.2.5. Isıtılacak hacimlerdeki toplam ısı kaybı

Bir hacmin gerçek ısı kaybı (kcal/h); artırılmış iletimsel ısı kaybı ile hava sızıntı ısı kaybının toplanmasıyla bulunmaktadır. Bu formül eşitlik (3.8)' da verilmiştir (İstanbul, 2012).

$$Q_h = Q_i + Q_s \quad (3.8)$$

3.3.2.5.a İletimsel ısı kaybı (Q_i)

Yapı bileşenlerinin iletimsel ısı kayıplarını hesaplamak için, önce eşitlik (3.9)' da verilen zamansız ısı kaybı hesaplanmıştır:

$$Q_0 = AxUx\Delta T \quad (3.9)$$

Her hacmin ısı kaybeden pencere, kapı, duvar, tavan ve döşemesinin ısı kayıpları hesaplanarak toplanmaktadır. Bulunan sonuç o hacmin artırısız iletimsel ısı kaybını vermektedir (İstanbul, 2012).

Her hacmin artırısız ısı kaybına yüzde olarak; birleştirilmiş artırım Z_D , yön artırımı Z_H ve kat artırımı Z_W eklenerek artırılı iletimsel ısı kaybı bulunmaktadır (İstanbul, 2012). Bu denklem eşitlik (3.10)' da verilmiştir.

$$Q_i = Q_0(1 + Z_D + Z_H + Z_W) \text{ (kcal/h veya W)} \quad (3.10)$$

- **Birleştirilmiş artırım (Z_D)**

Birleştirilmiş artırım; işletme rejiminin azaltılmasından veya işletmeye bir süre ara verilmesinden sonra, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının kısa zamanda tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınan ısı kapasitesi artırımındır. Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa bu artırım o kadar büyük olmalıdır. Z_D artırımını D_Z sayısı ve işletme durumu belirler. D_Z sayısının formülü eşitlik (3.11)' de verilmiştir (İstanbul, 2012).

$$D_Z = \frac{Q_0}{A_{top}(T_i - T_d)} \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C veya W/m}^2\text{K)} \quad (3.11)$$

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre üç tip işletme tanımlanmıştır:

- I. İşletme: Tesisat sürekli çalışır ve yalnız geceleri ateş azaltılır.
- II. İşletme: Ateş her gün 10 saat tamamen söndürülür.
- III. İşletme: Ateş her gün 14 saat ve daha uzun süre tamamen söndürülür (İstanbul, 2012).

Hesaplanan D_Z değerlerine ve saptanan işletme durumuna bağlı olarak Z_D birleştirilmiş artırımını Çizelge 3.5' ten alınmıştır.

Çizelge 3.5. Birleştirilmiş artırım katsayısı Z_D , % (TS 2164, 1983)

İşletme Durumu	D_Z			
	0,1-0,29	0,30-0,69	0,70-1,49	≥ 15
	% Z_D			
I. İşletme	7	7	7	7
II. İşletme	20	15	15	15
III. İşletme	30	25	25	15

• **Yön artırımı (Z_H)**

Kuzey yarım kürede binaların güneye bakan odaları güneş ışınlarının radyasyonu etkisiyle bir miktar ısınır. Bu nedenle, bir hacmin iletimsel ısı kaybına dış duvarlarının baktığı yöne göre Z_H yön artırımı uygulanmaktadır (İstanbul, 2012).

Z_H yön artırımı seçiminde, yalnız bir dış duvarı olan odalar için dış duvarın baktığı yön; köşe odalar için iki dış duvarının köşegeninin yönü esas alınmaktadır (penceresi bulunan dış duvarın yönü de esas alınabilir). Dış duvarı ikiden fazla olan odalar için en yüksek yön artırımı seçilmektedir. İç hacimlerde yön zammı alınmaz. Z_H yön artırımı Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Yön artırımı Z_H , % (TS 2164, 1983)

Yön	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% Z_H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

• **Kat artırımı (Z_W)**

Yapının konumu ne olursa olsun, belirli birkaç kattan yukarıda rüzgâr hızı ve etkisi artmaktadır. Artan rüzgâr hızına ve etkisine bağlı olarak yüksek yapıların üst katlarında hacimlerdeki kapı ve pencerelerden ısı kaybı ve dış yüzeydeki ısı taşınım katsayısı artmaktadır. Ayrıca kolonlardaki ısı kaybı ve dolayısıyla su sıcaklığının düşmesine bağlı olarak üst kat radyatörlerinde verim düşmektedir. Bu nedenle, artırılmıy iletimsel ısı kayıplarına Çizelge 3.7' de belirtilen oranlarda kat yükseklik artırımları eklenmesi gerekmektedir (İstanbul, 2012).

Çizelge 3.7. Kat artırımını Z_w , % (TS 2164, 1983)

Bina toplam kat adedi												Z_w	
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	%	
3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	4.3.2.1	5.4.3.2.1	0	
4	4	5.4	5.4	5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	6.5.4	7.6.5	8.7.6	%5	
	5	6	6	7.6	8.7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	9.8.7	10.9.8	11.10.9	%10	
			7	8	9	10	10	11.10	12.11.10	13.12.11	14.13.12	%15	
								11	12	13	14	15	%20

Çizelge 3.8. Bina durum katsayısı için düzeltme faktörü (E) (TS 2164, 1983)

Bina yüksekliği	5	15	20	25	30	35	40	45	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
E	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8		

3.3.2.5.b Hava sızıntı ısı kaybı (QS)

Kapatılmış durumda olan pencere ve kapıların açılan kanatları kasaları ile tam çakışmamakta ve arada bir boşluk kalmaktadır. Dış hava ile hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle bu aralıktan içeriye soğuk olan dış hava sızmaktadır. Odaya sızan dış hava, aynı miktarda ve sıcak olan iç havanın dışa sızmasına neden olmaktadır. Bu durumda, odaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir. Bu soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına *hava sızıntısı (enfiltasyon) ısı kaybı* denir. Hava sızıntı ısı kaybı eşitlik (3.12)' de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (İstanbul, 2012).

$$Q_S = \sum a_s \cdot l \cdot R_d \cdot H_d \cdot \Delta T \cdot Z_e \cdot E \text{ (kcal/h)} \quad (3.12)$$

Hava sızıntısı ısı kaybını hesaplamak için pencere ve kapıların açılan kısımlarının çevre uzunlukları önceden hesaplanmalıdır. Pencerelerin açılan kısımlarının çevre uzunluğu bilinmiyorsa yaklaşık olarak hesaplanabilir (İstanbul, 2012). Bunun için eşitlik (3.13)' te ve Çizelge 3.9' daki bilgilerden yararlanılmaktadır.

$$\omega = l/A \quad (3.13)$$

Çizelge 3.9. Hava sızdırma katsayısı (a_s) (TS 2164, 1983)

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a_s
Ahşap	Tek pencere	3,0
	Çift camlı pencere	2,5
	Çift pencere	2,0
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2,0
	Tek pencere	1,5
Çelik veya metal çerçeve	Çift camlı pencere	1,5
	Çift pencere	1,2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40,0
	Eşikli kapılar	15,0
Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır.		

Çizelge 3.10. Yüksekliğe bağlı olarak ω değerleri (TS 2164, 1983)

Yapını Şekli	Pencere veya kapının	
	Yüksekliği h (m)	
		ω
Muhhtelif çok kanatlı	0,50	7,20
	0,63	6,20
	0,75	5,30
	0,88	4,90
	1,00	4,50
Pencereler	1,25	4,10
	1,50	3,70
	2,00	3,30
	2,50	3,00
İki kanatlı kapı	2,50	3,30
Tek kanatlı kapı	2,10	2,60

• **Depo bölmeleri durum katsayısı (R_d)**

Depo bölmesi durum katsayısı; hesaplanan $\Sigma a_s.l$ değeri ile depo içine giren havanın akıp gidebilme durumunu belirtmektedir. Çoğu halde pencereler vasıtası ile içeri sızan hava iç kapılardan dışarı sızar ve depoya giren hava kadar hacmin havası dışarı sızmaktadır. R_d katsayısı; hesaplanan hava miktarına depo durumunun gösterdiği direnci belirtmektedir. R_d katsayısının tam olarak hesabı imkânsızdır. Normal

boyutlarda pencere ve kapıları olan depolar için $R_d = 0.9$ büyük pencereleri, bir tek iç kapısı olan depolar için ise $R_d = 0.7$ değerleri kullanılmıştır (İstanbul, 2012).

- **Bina durum katsayısı (H_d)**

Bina durum katsayısı çeşitli inşaat tarzları ve bölgenin rüzgâr durumunu kapsayan bir katsayıdır. Katsayı değerleri Çizelge 3.11’ de verilmiştir (İstanbul, 2012).

Çizelge 3.11. Bina durum katsayısı (H_d) (TS 2164, 1983)

Bölgenin durumu	Deponun durumu	H_d katsayısı	
		Bitişik nizam	Ayrık nizam
Normal bölge	Mahfuz	0,24	0,34
	Serbest	0,41	0,58
	Çok Serbest	0,60	0,84
Rüzgârlı bölge	Mahfuz	0,41	0,58
	Serbest	0,60	0,84
	Çok Serbest	0,82	1,13

3.3.3. Havalandırma sisteminin ısı ihtiyacı

Bitkisel ürün depolarında mekanik havalandırma yoluyla dış ortamdan depo alanı içerisine aktarılan havanın iç ortam sıcaklığına uygun olması için ısı dengesinin sağlanması gerekmektedir.

Havalandırma sisteminin ısı ihtiyacı aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$Q = m_{hava} \times C_p \times \Delta T \quad (3.14)$$

$$m_{hava} = \rho_{hava} \times V_{hava} \quad (3.15)$$

3.3.4. Soğutma ısı hesabı

Bitkisel ürün deposunda depolanan taneli ürünler depolanma süresince yapmış olduğu solunumdan dolayı ortama bir miktar ısı verecektir. Soğutma hesabı yapılırken açığa çıkan ısı miktarı ve depolanan ürünün depoda güvenli olarak kalabilmesi için

istenilen sıcaklık değeri dikkate alınmalıdır. Soğutma hesabı yapılırken dış ortam sıcaklığı bazı illerin verildiği Çizelge 3.12 kullanılmıştır.

Çizelge 3.12. Ülkemiz için soğutma tasarım değerleri (Yılmaz ve Bulut, 1996)

İl	Soğutma KT/YT (°C)									Günlük KT sıcaklık farkı (°C)
	%0.4		%1		%2		Max KT (°C)			
	KT	YT	KT	YT	KT	YT	Ort.	Medyan	StD	
Adana	36,4	21,2	34,9	21,5	33,8	21,9	40,5	40,8	1,2	11,0
Ağrı	31,8	20,8	30,4	20,5	28,9	20,0	34,7	35,1	1,6	17,9
Ankara	33,0	18,5	31,4	18,3	29,9	18,0	36,3	36,2	1,5	14,5
Antalya	37,7	21,1	35,9	21,0	34,1	20,8	41,8	41,7	1,1	13,1
Ardahan	26,6	17,9	25,1	17,4	23,5	16,9	30,8	30,7	1,6	16,3
Bingöl	36,2	20,8	35,1	20,6	33,8	20,2	39,0	39,2	1,3	16,2
Bursa	33,5	20,4	32,0	20,3	30,7	20,1	37,7	37,3	1,6	13,7
Diyarbakır	39,7	22,3	38,7	22,0	37,5	21,7	42,1	42,5	1,2	17,1
Elazığ	35,8	19,8	34,6	19,6	33,3	19,3	38,6	38,8	1,3	15,3
Erzincan	33,6	20,8	32,1	20,5	30,8	20,1	36,6	36,9	1,2	16,0
Erzurum	29,5	18,0	28,1	17,8	26,7	17,3	32,6	32,3	1,3	17,6
Eskişehir	32,4	18,4	30,7	18,2	29,2	17,9	35,9	36,0	1,7	17,1
Giresun	27,7	22,6	26,8	22,7	26,0	22,5	31,4	30,9	2,0	6,1
Hakkâri	32,0	20,1	30,9	19,8	29,8	19,3	34,6	34,7	1,6	12,4
İğdır	34,9	21,1	33,8	20,8	32,6	20,4	38,3	38,0	1,4	16,0

Ortalama %12 nem içeriğindeki buğdayın yaydığı ısı miktarı 1,67 kJ/kg (Cao et al., 2010) olup bu değerde 400,8 kcal/t' dur.

Bu durumda 1 ton buğdayın 24 saatte yaydığı ısı miktarı eşitlik (3.16) ile hesaplanır.

$$q = \frac{M \times C}{24} \quad (3.16)$$

3.3.5. Mekanik havalandırma sistemi

- **Havalandırma**

Depolama yapısında mekanik havalandırma sisteminin tasarımı Navarro and Noyes (2001) göre yapılmıştır. Kanal konumu ve aralığı havalandırma sistemini tasarlamamanın önemli bir adımıdır. Kanal sisteminin yerleşimi özellikle depodan tahılların yüklenmesi sırasında tahıl taşıma ekipmanı için tabanı çalışma alanı olarak kullanılan düz depolarda manevra kolaylığı sağlamalıdır. Taban üstü kanalların yükleme ekipmanı çalıştırılırken sökülmesi gerekebilir.

Hava dağıtım kanal sisteminin gereken 1.5:1 (3/2) hava akımı yolu oranını karşıladığı belirlenmelidir. Duvardan kanalların perfore (delikli) kısmının başlangıcına kadarki mesafe depodaki kanalın delikli kısmını ortalayarak belirlenir. Kanal konumlarının sayısı gereklidir ve kanallar arasındaki boşluklar aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$Kanal\ sayısı = \frac{Depo\ genişliği\ veya\ depo\ çapı\ (m)}{Tahıl\ derinliği\ (m)} \quad (3.17)$$

$$Kanal\ aralığı\ (m) = \frac{Depo\ genişliği\ veya\ depo\ çapı\ (m)}{Kanal\ sayısı} \quad (3.18)$$

$$Kenar\ duvardan\ kanal\ duvarına\ mesafe\ (m) = \frac{Kanal\ aralığı\ (m)}{2} \quad (3.19)$$

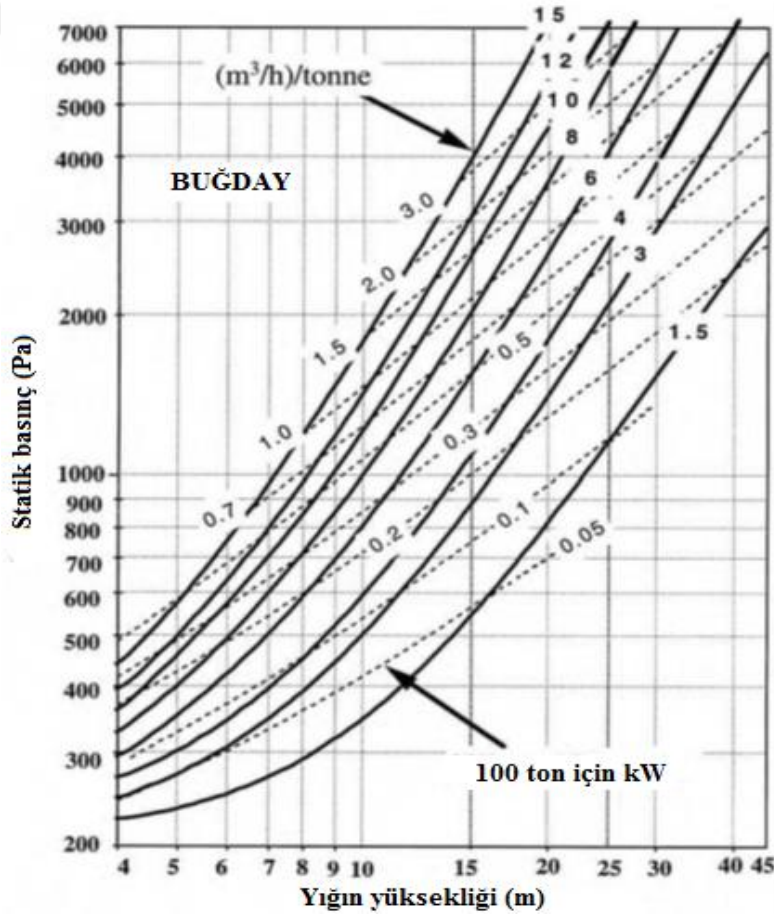
- **Hava akımı oranı**

Ortalama iklim koşullarında, 3-6 (m³/h)/ton' luk hava akımı oranları kullanılır ve sınırlı soğutma zamanı olan bölgeler için, hava akım oranı 12-15 (m³/h)/ton olarak kullanılır. Düşey depolarda hava akımı oranı 3-6 (m³/h)/ton olarak kullanılır ve yatay depolarda 6-12 (m³/h)/ton olarak kullanılır. Bunlardan daha yüksek hava akımı oranları tahılı daha hızlı soğutacaktır. Fakat bu durumun ekonomik olmadığı belirtilmiştir. 30 m tahıl derinliği için hava akım oranı ve güç gereksinimleri aşırı hale gelmekte olup 2-3 (m³/h)/ton'luk düşürülmüş hava akımı oranları dikkate alınmalıdır. Hava akım oranını iki katına çıkarmak, fan gücünü 4 kattan daha fazla yükseltirken gereken statik basıncı üç katına çıkarır.

Buğday ve diğer küçük tahıllar için 3-6 (m³/h)/ton'luk hava akımı oranları, mısır ve soya fasulyeleri için 15-30 m tahıl derinliklerinde 6-12 (m³/h)/ton' luk hava akımı oranları yaygın olarak kullanılmaktadır (Navarro and Noyes, 2001).

- **Statik basınç gereksinimleri**

Belirli bir hava akımı oranında (m³/h)/ton çalışacak sistem için uygun havalandırma fanı seçiminde statik basınç gereksinimleri gereklidir (Navarro and Calderon, 1982). Şekil 3.8' de buğday için yığın yüksekliğine (m) bağlı statik basınç (Pa) ve güç gereksinimlerini kW/100 ton olarak verilmiştir.



Şekil 3.8. Farklı hava akımı oranlarında buğday için statik basınç değerleri

- **Kanallardaki hava hızları**

Kanallardaki sürtünme kaybını en aza indirmek için kanalın çapıyla hava hızı arasında bir ilişki sağlanmalıdır. Bir havalandırma kanalında en yüksek hız 600 m/min veya altında olmalıdır (Navarro and Noyes, 2001).

- **Hava girişi ve çıkışı**

Yatay depolarda panjurlu çıkış fanları (atı tepesine yakın uç duvara monte edilen) saat başına 6-8 kafa boşluğu (yapı dolgulu) hava değişimi özelliğinde olmalıdır. Uygun hava girişini desteklemek için düz depoların karşı ucuna perdelenmiş giriş panjurları monte edilmelidir. Panjurlu alanlar için tasarım hızı çatı bacaları ile aynı (300-450 m/min) olmalıdır (Navarro and Noyes, 2001).

$$Kafa\ boşluğu = axbx(H - h) + bx\frac{axh_{çatı}}{2} \quad (3.20)$$

- **Havalandırılacak tahıl miktarı**

Havalandırılacak tahıl miktarının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik (3.21) kullanılmıştır.

$$V_d = axbxh \quad (3.21)$$

- **Kanal kesit alanı**

En küçük kesit alanı (A) (m²) hava akımı oranının (Q) (m³/min), kanaldaki hava hızına (V) (m/min) bölünmesiyle hesaplanmıştır.

$$A = \frac{Q}{V} \quad (3.22)$$

Kanallar, en yüksek tasarım hava hızını aşmayacak şekilde hava akımını taşıyacak kadar geniş olmalıdır. Yüksek hava hızları, gereken fan gücünü yükselttiğinden depolardaki havalandırma kanallarının kesit alanı 600 m/min' lik en yüksek hava hızına göre boyutlandırılmaktadır. Hava akımının homojenliğini geliştirmek için, düz depolara yerleştirilmiş kanallardaki düşürülmüş hava hızı kullanılmıştır.

- **Fan gücü gereksinimi**

Tahıl yığınlarını havalandırmak için gereken havanın hacmi belirlendikten sonra gereken fan gücü (kW veya HP) tahmin edilebilir.

Herhangi bir dirence karşı her hangi bir hava miktarını (m³/s) taşımak için gereken en düşük teorik güç eşitlik (3.23) yardımıyla belirlenmiştir.

$$Fan\ gücü\ (W) = \frac{Hava\ Hacmi\ \left(\frac{m^3}{s}\right) \times Basınç\ (Pa)}{Fan\ statik\ etkinliği} \quad (3.23)$$

Temel havalandırma sistemi statik basıncı ve fan güç gereksinimleri Şekil 3.8' de verilen grafik yardımıyla belirlenebilir. Fan gücü hesaplamalarında %50' lik bir statik etkinlik kabul edilebilir.

• Hava dağıtım sistemleri

En uzun hava akım yolu boyunun en kısa hava akım yolu uzunluğuna oranı 1.5:1 (3/2) olmalıdır (Navarro and Noyes, 2001). Pozitif basınç sistemleri daha homojen hava akımı dağıtımına sahiptir ve yatay depolamada negatif basınç sistemlerine nazaran daha çok tercih edilir. Deliklerden hava çıkış hızı en fazla 9 m/min olmalıdır.

3.3.6. Isıtma ve soğutma sistem otomasyon tasarımı

Buğday deposuna yerleştirilecek iki adet termostat yardımıyla deponun içerisindeki ısı kontrolü yapılacaktır. Isı 3 °C nin altına düştüğünde termostat Klima santralının ısıtıcı devresini devreye alacaktır. Sıcaklık +5 °C olduğunda sistem Bekleme Moduna geçecek ve Klima santralının ısıtıcı devresini devre dışı bırakacaktır. Sıcaklık +15 °C' nin üzerine çıktığında Klima santralının soğutucu devresi devreye alınacaktır. Sıcaklık +5 °C olduğunda sistem Bekleme Moduna geçecek ve Klima santralının soğutucu devresini devre dışı bırakacaktır.

Havalandırma kanalı üzerine 8 adet servo motor kontrollü damper konulmuştur. Bu damperler havalandırma kanallarını açıp kapamaktadır. Klima santralının vantilatör motoru inverter kontrollüdür. Açık olan hava kanalına göre servo motorlarla beraber hava debisi de kontrol edilmektedir.

3.3.7. Anket çalışmaları

Bu çalışmada, Iğdır ili ve ilçelerinde bulunan bitkisel ürün depo sahipleri ile yüz yüze görüşme yöntemiyle yapılan anketlerden veriler elde edilmiştir. Anket çalışması 2014 yılının Kasım ayı içerisinde yapılmıştır. Çalışmada gayeli örnekleme yöntemi

kullanılmış ve örnek büyüklüğü 12 adet bitkisel ürün depo ve işletmecisi olarak belirlenmiştir.

Anketin uygulandığı depo ve işletmecileri tamamen tesadüfi olarak seçilmiştir. Toplam 28 soruyu içeren anket formu konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılarak ve anketin uygulanacağı ana kütlenin özellikleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Ankette kapalı uçlu soru tiplerinden yararlanılmıştır.

Uygulanan ankette katılımcılara sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri ile ilgili bilgilerin yanı sıra, deponun bulunduğu konum, deponun statüsü, depo aile tipi bir depo ise ailedeki birey sayısı, deponun faaliyete başladığı yıl, deponun proje durumu gibi sorular yöneltilmiştir. Anket çalışması ile elde edilen veriler Excel bilgisayar programı ile değerlendirilmiştir.

ANKET FORMU

1. Deponun adı :
2. Depo sahibinin Adı ve Soyadı :
3. Depo sahibinin yaşı :
a) 18-25 b) 26-35 c) 36-45 d) 46-55 e)56-65 f) 65 üzeri
4. Depo sahibinin eğitim durumu :
5. Deponun bulunduğu Köy-Kasaba : İlçe:
6. Deponun statüsü nedir?
a) Kamu kuruluşu b) Özel kuruluş c) Kooperatif d) İl Özel İdare e) Aile tipi
7. Depo aile tipi bir depo ise ailedeki birey sayısı (kendisi dahil):.....kişi
8. Deponun faaliyete başladığı yıl :
9. Deponun proje durumu :
10. Projersiz ise dikkate alınarak planlanmıştır.
11. Deponun kurulduğu alanın topoğrafik durumu :
12. Deponun tipi :
a) Çelik silo b) Betonarme silo c) Çelik yatay d) Betonarme yatay e) Diğer
13. Deponun kapasitesi :
14. Deponun kapasite kullanım oranı %..... dir.
15. Depolanan ürün türleri nedir?
1. ürün) 2. ürün) 3. ürün) 4. ürün)
..... 5. ürün)
16. Depolama süresi :.....
17. Depoda uygulanan havalandırma tipi
a) Doğal havalandırma b) Mekanik havalandırma
18. Çatı eğim açısı :..... Çatı tipi :.....
19. Çatı malzemesi :
a) Çelik b) Ahşap c) Diğer :.....
20. Örtü malzemesi :
a) Kiremit b) Saç c) Diğer :.....
21. Duvar malzemesi :
a) Briket b) Beton c) Briket+ Beton d) Tuğla e)Diğer
22. Zemin kaplaması :

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Depo İşletmelerinin Değerlendirilmesi

Iğdır İlindeki bazı bitkisel ürün depolarında yapılan anket çalışmaları sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Iğdır ilindeki bitkisel ürün depolamada kullanılan depoların yapısal özellikleri incelendiğinde; araştırmaya alınan 12 bitkisel ürün deposunun %76'ı özel şirketler %8'i Tarımsal kalkınma kooperatifleri %8'i Toprak Mahsulleri Ofisi ve %8'i ise aile tipi depolar olduğu gözlemlenmiştir. Bitkisel ürün depolarının %67'sinde toplam depolama kapasitesi 50 tonun üzerinde, %33'ü ise 200 kg ile 50 ton arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama yapılarında çelik taşıyıcı sistemin, konvansiyonel betonarme ve prefabrik betonarme kullanılmaktadır. İşletmelerin %25'inde duvar yalıtım malzemesi olarak Poliüretan panel kullanılmaktadır. Duvar ve tavan yalıtım malzemesi olarak Poliüretan panel kullanan depoların genellikle 2007 yılı ve sonrasında inşa edildiği ve büyük bir çoğunluğunun özel şirketler tarafından işletildiği tespit edilmiştir. Soğuk hava depolarında tercih edilen yalıtım malzemeleri açısından özel şirketlerde kullanılan yalıtım malzemelerinin kooperatiflere ve kamu kuruluşlarına oranla daha modern olduğu tespit edilmiştir. Depolama yapılarında %50 oranında mekanik ve %50 oranında ise doğal havalandırmanın yapıldığı tespit edilmiştir. Tahıl depolarında yapılan havalandırmanın ve ışıklandırmanın etkili çevre koşullarının dikkate alınmadan yapıldığı tespit edilmiştir. Soğuk hava işletmelerinde kullanılan soğutma sistemlere bakıldığında tamamının kontrollü atmosfer soğutma sistemini tercih ettiği belirlenmiştir. Kontrollü atmosfer soğutma sisteminin kullanıldığı işletmelerin %33'ü 2007 yılında %67'si 2012-2013 yılları arasında inşa edilmiştir. Kontrollü atmosfer soğutma sisteminin kullanıldığı soğuk hava depolarının tamamının 2007-2013 yılları arasında inşa edildiği tespit edilmiştir. Kontrollü atmosfer soğutma sistemlerinin ise tamamının özel şirketler tarafından işletilmekte olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Iğdır ilinde bulunan mevcut depolama yapıları anket çalışması

Anket Soruları	İşletmeler					
	Avcıoğlu Soğuk Hava deposu	Tanrıverdi Soğuk Hava Deposu	TASU Soğuk Hava Deposu	VEŞEF Soğuk Hava Deposu	TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi)	Tarım Kredi Kooperatifi
Deponun bulunduğu köy (kasaba)/ ilçe	Melekli	Küllük	Alikamerli	Melekli	Merkez	Yaycı
Deponun statüsü nedir?	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Kamu kuruluşu	Kooperatif
Deponun faaliyete başladığı yıl	2012	2012	2007	2013	1954	1936
Deponun Proje Durumu	Projeli	Projeli	Projeli	Projeli	Projeli	Projeli
Deponun kurulduğu alanın topoğrafik durumu	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)
Deponun tipi	Panel	Betonarme yatay	Soğutmalı panel	Soğutmalı panel	Çelik silo	Betonarme yatay
Deponun kapasitesi kaç tondur?	2.500ton	1.000ton	2.000 ton	1.300ton	4.000 ton	200ton
Deponun kapasite kullanım oranı %	85	90	90	90	90	90
Depolanan ürün türleri nedir?	Elma	Nar, Kayısı, Elma, Armut	Elma, Armut, Nar, Kayısı	Elma, Armut, Nar	Buğday, Arpa	Gübre, Buğday, Mısır tohumu,
Depolama süresi	2-8ay	2-8ay	6ay	2-8ay	süresiz	süresiz

Çizelge 4.1. Devamı

Anket Soruları	Avcioğlu Soğuk Hava deposu	Tanrıverdi Soğuk Hava Deposu	TASU Soğuk Hava Deposu	VEŞEF Soğuk Hava Deposu	TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi)	Tarım Kredi Kooperatifi
Depoda uygulanan havalandırma tipi	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Doğal
Çatı Eğim Açısı	9 derece	23 derece	13 derece	8 derece	yok	19 derece
Çatı Tipi	Beşik Çatı	Beşik Çatı	Beşik Çatı	Beşik Çatı	silo	Beşik Çatı
Çatı Malzemesi	Çelik makas	Çelik makas	Çelik makas	Çelik makas	Çelik sac	Ahşap
Örtü Malzemesi	Çelik sac	Çelik sac	Çelik sac	Çelik sac	Çelik sac	Çelik sac
Duvar Malzemesi	Soğutma Paneli	Soğutma Paneli	Soğutma Paneli	Soğutma Paneli	Çelik	Biriket-Beton
Zemin Kaplaması	Beton	Beton	Beton	Beton	Beton	Beton
Depo bir kuruluş deposu ise ileriki yıllarda depoculuk faaliyetini sürdürmeyi düşünüyor mu?	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
Depo bir kuruluş deposu ise ileriki yıllarda depo sayısını veya kapasitesini arttırmayı düşünüyor mu?	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Depo bir kuruluş deposu ise çalışan personel sayısı kaçtır?	3	2	2	3	6	2
Depolama faaliyetleri neticesinde en fazla kârı kim elde etmektedir?	Üretici	Üretici	Üretici	Üretici	Aracı-tüccar	Depo sahibi
Depodaki ürünler kime ait?	Depo sahibinin ve üreticini	Depo sahibinin ve üreticini	Tamamı üreticinin	Depo sahibinin ve üreticini	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin

Çizelge 4.1. Devamı

Anket Soruları	Taşdemir Un Değirmeni	Aydın Ticaret	Çınar Vakumlu Slaj ve Mısır Silosu	Deniz Ticaret	Kocadeniz Ticaret	Harun Kaya
Deponun bulunduğu köy (kasaba)/ ilçe	Tuzluca	Merkez	Karakoyunlu	Merkez	Merkez	Kazkoparan Köyü
Deponun statüsü nedir?	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Özel kuruluş	Aile
Deponun faaliyete başladığı yıl	2010	1976	2007	2003	1999	2006
Deponun Proje Durumu	Projesiz	Projesiz	Projeli	Projesiz	Projesiz	Projesiz
Deponun kurulduğu alanın topoğrafik durumu	Eğimli arazi	Ova(düz alan)	Eğimli arazi	Ova(düz alan)	Ova(düz alan)	Eğimli arazi
Deponun tipi	Betonarme yatay	Betonarme yatay	Panel ve Çelik silo	Betonarme yatay	Betonarme yatay	Taş duvar
Deponun kapasitesi kaç tondur?	50 ton	100ton	3.000ton	15ton	35ton	200kg
Deponun kapasite kullanım oranı %	85	90	90	90	90	95
Depolanan ürün türleri nedir?	Buğday, Arpa	Buğday, Arpa	Mısır	Buğday, Arpa	Buğday, Arpa	Buğday,Arpa, Patates,Soğan
Depolama süresi	süresiz	süresiz	6ay	süresiz	Süresiz	4ay

Çizelge 4.1. Devamı

Anket Soruları	Taşdemir Un Değirmeni	Aydın Ticaret	Çınar Vakumlu Slaj ve Mısır Silosu	Deniz Ticaret	Kocadeniz Ticaret	Harun Kaya
Depoda uygulanan havalandırma tipi	Doğal	Doğal	Mekanik	Doğal	Doğal	Doğal
Çatı Eğim Açısı	11 derece	9 derece	23 derece	yok	9 derece	yok
Çatı Tipi	Beşik Çatı	Beşik Çatı	Beşik Çatı	Beton	Beşik Çatı	Beton tavan
Çatı Malzemesi	Ahşap	Ahşap	Çelik makas	Beton	Ahşap	Beton
Örtü Malzemesi	Çelik sac	Çelik sac	Çelik sac	Beton	Çelik sac	Beton
Duvar Malzemesi	Briket-Beton	Briket-Beton	Prefabrik-Çelik	Briket-Beton	Briket-Beton	Taş
Zemin Kaplaması	Beton	Beton	Beton	Beton	Beton	Beton
Depo bir kuruluş deposu ise ileriki yıllarda depoculuk faaliyetini sürdürmeyi düşünüyor mu?	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	-
Depo bir kuruluş deposu ise ileriki yıllarda depo sayısını veya kapasitesini arttırmayı düşünüyor mu?	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	-
Depo bir kuruluş deposu ise çalışan personel sayısı kaçtır?	2	2	13	3	3	yok
Depolama faaliyetleri neticesinde en fazla kârı kim elde etmektedir?	Depo sahibi	Depo sahibi	Depo sahibi	Depo sahibi	Depo sahibi	Depo sahibi
Depodaki ürünler kime ait?	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin

İşletme sahiplerine genel olarak karşılaştıkları teknik ve işletim problemleri sorulmuş ve işletmelerin tamamında elektrik giderlerinin yüksek olduğu ve devlet desteklemelerinin yetersiz olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada Iğdır ilindeki işletmelerin yapısal özellikleri ile karşılaşılan teknik ve işletim problemleri belirlenmiş, işletmecilerin soğuk hava ve tahıl depolarının inşa aşamasında herhangi bir teknik destek almadıkları tespit edilmiştir.

4.2. Depo Tasarımının Değerlendirilmesi

4.2.1. Buğday deposunun proje yükleri

4.2.1.1. Yanal proje yükünün hesaplanması

Depolanacak taneli ürününün birim hacim ağırlığı 700-830 kg/m³ (Olgun, 2013) arasında değiştiğinden, projelirmede 771,6 kg/m³ alınmıştır. 1.500 ton depolama kapasiteli buğday deposunun hacmi;

$$\gamma = \frac{G}{V_d},$$

$$V_d = \frac{G}{\gamma} = \frac{1.500 \times 10^3}{771,6} = 1.944 \text{ m}^3$$

Projelirmede betonarme yatay depo genişliği 12 m alınır, uzunluğu 36 m ve depo üst düzeyinden olan derinlik 5 m kabul edilirse ürün yığın yüksekliği;

$$V_d = a \times b \times h \rightarrow 1.944 \text{ m}^3 = h \times 12 \text{ m} \times 36 \text{ m} \rightarrow h = 4,5 \text{ m} \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

Ürün yığın yüksekliği $h = 4,5$ m olarak kabul edildiğinden dikdörtgen kesite sahip depolama yapısı için hidrolik yarıçapı:

$$R = \frac{\text{Alan}}{\text{Çevre}} = \frac{a \times b}{2(a + b)} = \frac{12 \times 36}{2(36 + 12)} = 4,5 \text{ m}$$

$h = R$ olduğundan yüksek depodur.

Buğdayın içsel sürtünme açısı $\phi = 22,6^\circ - 28^\circ$ arasında değiştiğinden 26° olarak ve statik sürtünme katsayısı değeri $\mu = 0,425-0,492$ arasında değiştiğinden 0,460 olarak alınmıştır (Öztürk ve Kibar, 2006).

Kullanılan program yardımıyla elde edilen yanal proje basıncı $2.434,192 \text{ kg/m}^2 = 2,43 \text{ tf/m}^2$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4).

Şekil 4.1. Depo tipine göre hidrolik yarıçap değeri hesabı

Şekil 4.2. Depo tipine göre boyutlarının girilmesi

Şekil 4.3. Depo ve ürün değerlerinin programa girişi

Şekil 4.4. Depo basınç değerleri

4.2.1.2. Kar yükünün hesaplanması

Tarımsal yapılarda kar yükü hesaplanmasına (P_k) ilişkin daha önceki bölümlerde açıklanan eşitlikler yardımıyla;

$$P_k = P_{k0} \times m_a$$

$$m_a = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ}$$

Çatı eğimi yapının özelliğine, görünüşüne, yapıldığı yörenin iklim koşullarına ve kullanılan örtü malzemesinin çeşidine bağlı olarak değiştiği ve örtü malzemesine göre çatı eğimlerinin değişimi Çizelge 4.2’ de verilmiştir (Ekmekyapar, 1993).

Çizelge 4.2. Örtü malzemesine göre çatı eğimleri (Ekmekyapar, 1993)

Örtü cinsi	Çatı eğimi (derece)
Çimento levhalar	6-12
Alaturka kiremit	33-45
Marsilya kiremidi	18-33
Bitümlü karton	6-12
Çinko-galvanizli sac(düz)	7,5-12
Oluklu sac	18-33
Galvanizli çelik levha	9
Çelik profil üzerine cam	33-45

Buğday deposunun çatı örtü malzemesi hesaplamalarda oluklu sac olarak kabul edildiğinden çatı eğimi 18-33° arasında değişecektir. Bu nedenle hesaplamalarda çatı eğim açısı 25° ve çatı eğim açısına bağlı olarak m_a değeri Çizelge 3.3’ ten 1,0 olarak alınmıştır.

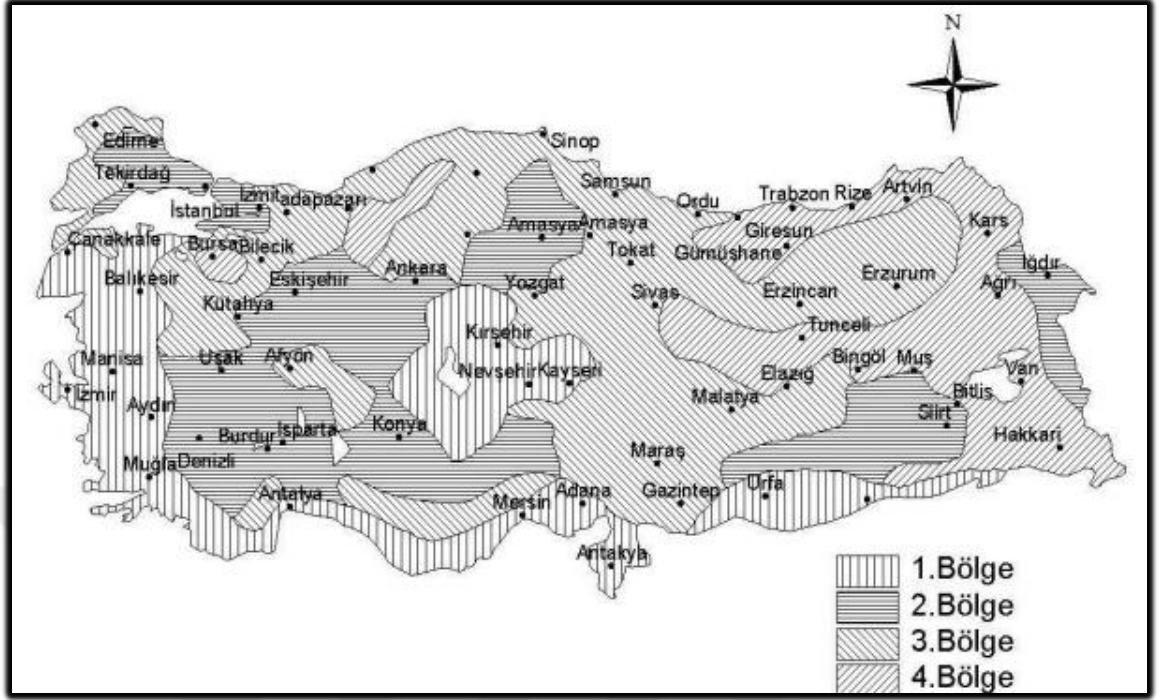
Kar yükü (P_{k0}) değeri, Şekil 4.5’ te verilen kar yağış yüksekliğine göre düzenlenmiş haritadaki bölgelerin numarası ile Çizelge 3.4’ ten alınmıştır. Iğdır ili kar yağış yüksekliği haritasında II. Bölgede yer almaktadır (Şekil 4.5). Ayrıca Iğdır ili ortalama rakımı 800 ile 900 m arasında değişmektedir (Anonim, 2019a).

Dolayısıyla (P_{k0}) değeri, 0,85 kN/m² olarak seçilmiştir.

Buradan (P_k) değeri;

$$P_k = P_{k0} \times m_a$$

$$P_k = 0,85 \times 1 = 0,85 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak hesaplanır.}$$



Şekil 4.5. Kar yağış yüksekliği haritası (TS 498, 1997)

4.2.2. Isı kaybının hesaplanması

4.2.2.1. Isı geçirme katsayısının hesaplanması

Bitkisel ürün deposu yapı elemanlarının ısı geçirme katsayıları hesaplamalarında TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardı çizelge değerleri kullanılmıştır.

- İklimsel veriler

a) Dış Ortam

Iğdır iline ait dış ortam sıcaklık değerleri Çizelge 4.4' te verilmiştir.

$$T_d = -18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) İç Ortam

Bitkisel ürün deposunda depolanacak buğday ürününe ait ideal iç ortam sıcaklığı 5 °C olarak kabul edilmiştir.

$$T_i = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- **Yapısal veriler**

1. Dış duvar ısı kaybı katsayısı:

$$t_d = -18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_i = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Perde beton	L = 32 cm,	$\lambda = 2,5 \text{ W/mK}$
-------------	------------	------------------------------

Isı yalıtımı (Extrude polistren köpük)	L = 10 cm,	$\lambda = 0,03 \text{ W/mK}$
--	------------	-------------------------------

Dış sıva	L = 3 cm,	$\lambda = 1,6 \text{ W/mK}$
----------	-----------	------------------------------

İç sıva	L = 3 cm,	$\lambda = 1,6 \text{ W/mK}$
---------	-----------	------------------------------

$$\frac{1}{\alpha_i} = \frac{1}{7,7} ; \frac{1}{\alpha_d} = \frac{1}{25}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3} + \frac{L_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_d}} = \frac{1}{\frac{1}{7,7} + \frac{0,32}{2,5} + \frac{0,1}{0,03} + \frac{0,03}{1,6} + \frac{0,03}{1,6} + \frac{1}{25}} = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. Kapı:

Kapı metal malzeme olarak seçilmiştir (Anonim, 2019d).

Metal kapı	L = 5 cm,	$\lambda = 4 \text{ W/mK}$
------------	-----------	----------------------------

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7,7} + \frac{0,05}{4} + \frac{1}{25}} = 5,48 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3. Pencere:

Pencere metal seçilmiştir (Anonim, 2019d).

Metal pencere	L = 0,03 cm,	$\lambda = 4 \text{ W/mK}$
---------------	--------------	----------------------------

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7,7} + \frac{0,03}{4} + \frac{1}{25}} = 5,86 \text{ W/m}^2\text{K}$$

5. Çatı:

Çatı kaplama malzemesi olarak poliüretan dolgulu sandviç panel seçilmiştir (Anonim, 2019e).

Poliüretan dolgulu sandviç panel $L = 6 \text{ cm}$, $\lambda = 0,3424 \text{ W/mK}$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7,7} + \frac{0,06}{0,3424} + \frac{1}{25}} = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

5. Temel ısı kaybı katsayısı:

$T_d = -18 \text{ }^\circ\text{C}$ dış ortam sıcaklığına göre döşeme altı toprak sıcaklığı $+3 \text{ }^\circ\text{C}$ ' dir (TS 825, 2008).

$$T_i = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Grobeton	$L = 10\text{cm}$,	$\lambda = 1,65 \text{ W/mK}$
Tesviye betonu	$L = 3\text{cm}$,	$\lambda = 0,70 \text{ W/mK}$
Astar bitümü	$L = 2\text{cm}$,	$\lambda = 0,19 \text{ W/mK}$
İki kat su yalıtımı membranı	$L = 4\text{cm}$,	$\lambda = 0,19 \text{ W/mK}$
Tesviyeli koruma betonu	$L = 5\text{cm}$,	$\lambda = 1,65 \text{ W/mK}$
Temel	$L = 40\text{cm}$,	$\lambda = 2,50 \text{ W/mK}$
Ext. Pol Sert Köpük levha(XPS)	$L = 4\text{cm}$,	$\lambda = 0,03 \text{ W/mK}$
Polivinil örtü	$L = 1\text{cm}$,	$\lambda = 0,23 \text{ W/mK}$
Grobeton	$L = 5\text{cm}$,	$\lambda = 1,65 \text{ W/mK}$
Tesviye betonu	$L = 3\text{cm}$,	$\lambda = 0,7 \text{ W/mK}$
Poliüretan esaslı malzeme (PU)	$L = 0,5 \text{ cm}$,	$\lambda = 0,23 \text{ W/mK}$

$$\frac{1}{\alpha_i} = 0 ; \frac{1}{\alpha_d} = \frac{1}{25}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{L_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}} = \frac{1}{0 + \frac{0,1}{1,65} + \frac{0,03}{0,7} + \dots + \frac{0,05}{0,23} + \frac{1}{25}}$$

= 0.44 W/m²K olarak hesaplanır.

4.2.3. Mekanik havalandırma sisteminin hesaplanması

4.2.3.1. Havalandırma kanal sayısı ve aralığı

$$\text{Kanal sayısı} = \frac{\text{Depo genişliği veya depo çapı (m)}}{\text{Tahıl derinliği (m)}} = \frac{36}{4,5} = 8$$

buradan 8 adet havalandırma kanalı seçilmiştir.

$$\text{Kanal aralığı (m)} = \text{Tahıl derinliği (m)} = \frac{\text{Depo genişliği veya depo çapı (m)}}{\text{Kanal sayısı}}$$

Kanal aralığı (m)= 36/8=4,5 m olarak belirlenmiştir.

$$\text{Kenar duvardan kanal duvarına mesafe (m)} = \frac{\text{Kanal aralığı (m)}}{2} = \frac{4,5}{2}$$

Kenar duvardan kanal duvarına olan mesafe=4,5/2=2,25 m olarak hesaplanmıştır.

4.2.3.2. Hava akımı oranı

Yatay depolarda 6-12 (m³/h)/ton' luk hava akımı oranı kullanılır. Ancak; buğday ve diğer küçük tahıllar için 3-6 (m³/h)/ton'luk hava akımı oranları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada hava akım oranı 3-6 (m³/h)/ton olarak kullanılmıştır. Bunlardan daha yüksek hava akımı oranları tahılı daha hızlı soğutacağından ekonomik olmadığı belirtilmiştir (Navarro and Noyes, 2001).

4.2.3.3. Statik basınç gereksinimlerinin hesaplanması

Hava akımı oranı 3-6 (m³/h)/ton ve 4,5 m yüksekliğindeki buğday tahılı için statik basınç 250-300 Pa olarak alınmıştır (Navarro and Noyes, 2001).

4.2.3.4. Kanallardaki hava hızlarının hesaplanması

Kanallardaki sürtünme kaybını en aza indirmek için kanalın çapıyla hava hızı arasında bir ilişki sağlanmalıdır. Bir havalandırma kanalında en yüksek hızın 600 m/min veya altında olması gerektiği Navarro and Noyes, (2001) tarafından bildirilmiştir.

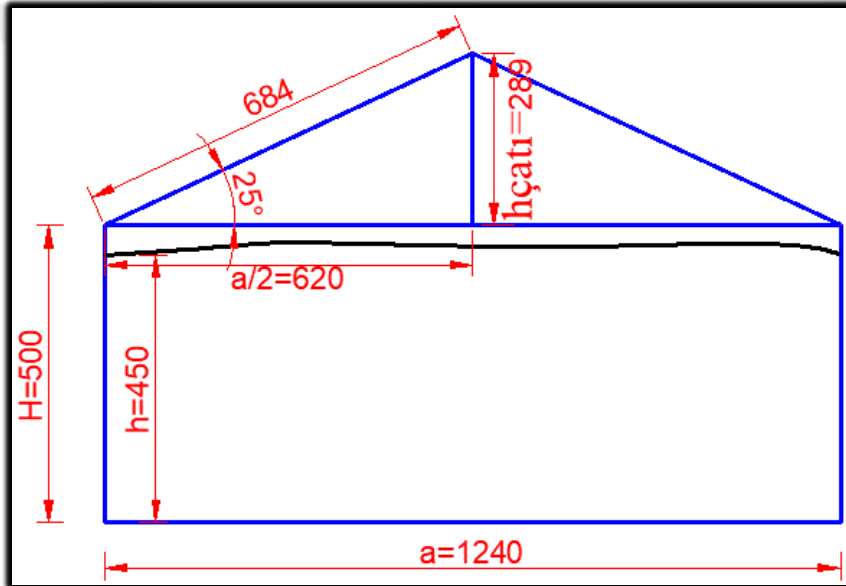
4.2.3.5. Hava girişi ve çıkışının hesaplanması

Burada depo genişliği kolon aksından itibaren dıştan dışa ölçülmüştür (Şekil 4.6). Depo net genişliği 1200 cm olduğuna göre;

$$\text{Kafa boşluğu} = a \times b \times (H - h) + b \times \frac{a \times h_{\text{çatı}}}{2}$$

$$= 12 \times 36 \times 05 + 36 \times 6 \times 2,89 = 216 + 645 = 861 \text{ m}^3 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

$861 \times 6 = 5.166 \text{ m}^3/\text{h}$ ve $861 \times 8 = 6.888 \text{ m}^3/\text{h}$ ($86,1 - 114,8 \text{ m}^3/\text{min}$) dağıtabilen uç duvar çıkış fanları kullanılmalıdır.



Şekil 4.6. Buğday deposuna ait boyutsal veriler

4.2.3.6. Havalandırılacak tahıl miktarının hesaplanması

Buğday deposunda depolanacak ürünün yığın yüksekliği 4,5 m olduğuna göre;

Depolanacak buğday hacmi $V_d=4,5 \times 12 \times 36 = 1.944 \text{ m}^3$ ' dür.

4.2.3.7. Kanal kesit alanını hesaplanması

İhtiyaç duyulan toplam hava akımı = $1.500 \text{ ton} \times 3 \text{ (m}^3/\text{h)/ton} = 4.500 \text{ m}^3/\text{h} = 75 \text{ m}^3/\text{min}$

İhtiyaç duyulan toplam hava akımı = $1.500 \text{ ton} \times 6 \text{ (m}^3/\text{h)/ton} = 9.000 \text{ m}^3/\text{h} = 150 \text{ m}^3/\text{min}$

Ortalama İhtiyaç duyulan toplam hava akımı = $112,5 \text{ m}^3/\text{min}$

Depoda 8 kanal kullanılacağından kanal başına $112,5/8=14,06 \text{ m}^3/\text{min}$ hava akımı düşer.

$$A (\text{m}^2) = \frac{Q (\text{m}^3/\text{min})}{V (\text{m}/\text{min})} = \frac{14,06}{600} = 0,0234 \text{ m}^2 = 234 \text{ cm}^2$$

Yarım daire kanallar kullanılırsa, tam dairenin alanı $234 \times 2 = 468 \text{ cm}^2$ olur. Dairenin alanı $A = \pi r^2$ olduğundan;

$r = \sqrt{A/\pi}$, $\sqrt{468/3,14} = 12,205$ bulunur. Buna en yakın kesit alanı 250 cm^2 olan hijyenik dikdörtgen kesitli kanallar seçilmiştir.

4.2.3.8. Fan gücü gereksiniminin hesaplanması

Şekil 3.8' de buğday için $3 (\text{m}^3/\text{h})/\text{ton}$ hava akım oranı ve $4,5 \text{ m}$ yığın yüksekliği için 100 ton başına $0,05 \text{ kW}$ bulunur. 1500 ton için $0,75 \text{ kW}$ veya 750 W .

$6 (\text{m}^3/\text{h})/\text{ton}$ hava akım oranı ve $4,5 \text{ m}$ yığın yüksekliği için 100 ton başına $0,1 \text{ kW}$ bulunur. 1.500 ton için $1,5 \text{ kW}$ veya 1.500 W .

Seçilecek fanların toplam gücü $750-1.500 \text{ W}$ arasında olmalıdır.

Formüllerden kafa boşluğundaki havayı atmak için

$$\text{Hava hacmi} = 5.166 - 6.888 \text{ m}^3/\text{h} \approx 1,43-1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Basınç} = 250 - 300 \text{ Pa}$$

Fan gücü için hesaplamalarda %50 statik etkinlikli bir fan kabul edilirse Fan Statik etkinliği = 0,5 olarak alınmıştır (Navarro and Calderon, 1982).

$$\text{Fan gücü (W)} = \frac{\text{Hava Hacmi (m}^3/\text{s)} \times \text{basınç (Pa)}}{\text{Fan statik etkinliği}} = \frac{1,9 \times 300}{0,5} = 1.140 \text{ W}$$

4.2.3.9. Hava dağıtım sistemlerinin hesaplanması

En uzun hava akım yolu boyunun en kısa hava yolu uzunluğuna oranı $1.5:1 (3/2)$ olmalıdır (Navarro and Noyes, 2001).

Hava yolu uzunluğu oranının $1.5:1 (3/2)$ olduğu kontrol edilmeli ve Kanal $1'$ den en uzun yol, $2,25 \text{ m} - 0,125$ (kanal genişliğinin yarısı) + $4,5 \text{ m}$ yükseklik = $6,625 \text{ m}$.

Tahıl yüzeyine en kısa mesafe $4,5 \text{ m} - 0,125 \text{ m} = 4,375 \text{ m}'$ dir. Hava yolu uzunluğu oranı $6,625/4,375=1,51 \sim 1,5$ tasarım talimatını karşılamaktadır.

Deponun genişliğine paralel olacak şekilde, yan duvar ucundan 2,25 m' den başlayan bina yan duvarından 2,25 m' ye yerleştirilen ilk kanalın merkez hattından delikli metal kanallar kullanılmıştır. Daha sonra kanal 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. kanalın merkez hattından uzak kenarın duvarına doğru 2,25 m bırakılarak, merkez hattından bina genişliği boyunca 4,5 m aralıklarla yerleştirilmelidir.

4.2.4. Isı kaybı hesabında çizelge kullanımı

Isı kaybı hesabının doğru yapılabilmesi için aşağıda verilen ısı kaybı hesabı çizelgesinin uygun şekilde doldurulması gerekmektedir (Şekil 4.7).

1500 TONLUK BUĞDAY DEPOSU																			Sahife No.:		
HAZIRLAYAN : KÜRŞAT MAMAN												İÇ ORTAM SICAKLIĞI 5 °C									
İĞDIR ÜNİVERSİTESİ												DIŞ SICAKLIK İĞDIR İÇİN -18, 38 °C									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
İşareti	Yön	Kalınlığı	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Yüzey	Miktar	Çıkarılan	Hesaba Konan	U Isı Geçirgenlik Katsayısı	Sıcaklık Farkı	UxΔt	Zamsız Isı Kaybı	Z _d	Z _w	Z _h	Yön	Toplam Zam	Isı İhtiyacı	Düşünceler		
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	W/M ² K	°C	W/M ²	W	%	%	%	1+	%	Q _s =Q _z +Q _h			
TAHİL AMBARI																					
DD	D	0,46	36,905	5,135	189,51	1,00	1,13	188,38	0,34	23,00	7,71	1452,31									
DD	B	0,46	36,905	5,135	189,51	1,00	0,00	189,51	0,34	23,00	7,71	1461,03									
DD	K	0,46	12,80	5,135	65,73	1,00	0,00	65,73	0,34	23,00	7,71	506,74									
DD	G	0,46	12,80	5,135	65,73	1,00	17,50	48,23	0,34	23,00	7,71	371,82									
DK	G	0,05	5,00	3,50	17,50	1,00	0,00	17,50	5,48	23,00	126,12	2207,05									
TP	D	0,003	0,40	0,40	0,16	9,00	0,00	0,16	5,86	23,00	134,80	21,57									
D ₀	-	0,77	13,10	37,10	486,01	1,00	25,30	460,71	0,44	2,00	0,89	409,38									
ÇA	-	0,06	36,355	12,40	450,80	1,00	0,00	450,80	2,90	23,00	66,65	30044,43									
ÇA	G	0,06	12,40	2,89	17,92	1,00	0,00	17,92	2,90	23,00	66,65	1194,17									
ÇA	K	0,06	12,40	2,89	17,92	1,00	0,00	17,92	2,90	23,00	66,65	1194,17									
												Q₀= 38862,68									
												7,00	0,00	5,00	1,12	Q _z =	43526,20 W				
Q_s=												1110,08 W									
Q_s=												1110,08 W									
Q_h=												44636,27 W									

Şekil 4.7. 1500 ton buğday deposu için ısı kaybı hesabı

Bu çizelgenin nasıl hesaplandığına ilişkin detaylı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

4.2.4.1. Yapı bileşenleri

1. Sütun: Yapı bileşeninin işareti kısaltılmış olarak bu sütuna yazılır.

Çizelge 4.3. Isı kaybı hesabında yapı bileşenleri için kullanılan semboller

İşaret	İfade
TP	Tek Pencere
ÇP	Çift Pencere
ÇA	Çatı
DK	Dış Kapı
İK	İç Kapı
BK	Balkon Kapısı
BDD	Bitişik Dış Duvar
KD	Komşu Duvar
DD	Dış Duvar
İD	İç Duvar
Ta	Tavan
Dö	Döşeme

2. Sütun: Yapı bileşenini yönü kısaltılmış olarak bu sütuna yazılır.

DOĞU = D

BATI = B

KUZEY = K

GÜNEY = G

KUZEY DOĞU = KD

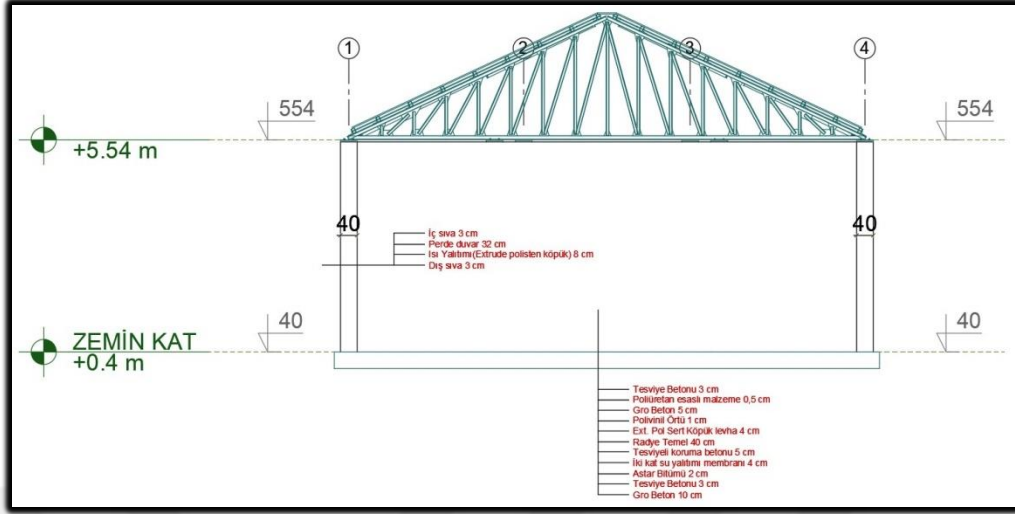
KUZEY BATI = KB

GÜNEY DOĞU = GD

GÜNEY BATI = GB

3. Sütun: Yapı bileşeninin kalınlığı cm olarak yazılır.

Duvar ve döşeme için yapı bileşenleri Şekil 4.8' de verilmiştir.



Şekil 4.8. Duvar ve döşeme için kullanılan yapı elamanlarının gösterimi

Duvar kalınlığı;

Dış sıva kalınlığı: 3 cm

Perde duvar kalınlığı: 32 cm

Isı yalıtımı (Extrude polistren köpük): 8 cm

İç sıva kalınlığı: 3 cm olmak üzere bütün yönlerdeki duvar kalınlığı 48 cm' dir.

Döşeme kalınlığı;

Grobeton: 10 cm

Tesviye betonu: 3 cm

Astar bitümü: 2 cm

İki kat su yalıtım membranı: 4 cm

Tesviyeli koruma betonu: 5 cm

Radye temel: 40 cm

Extrude polistren sert köpük levha: 4 cm

Polivinil örtü: 1 cm

Grobeton: 5 cm

Poliüretan esaslı malzeme: 0,5 cm

Tesviye betonu: 3 cm olmak üzere toplam döşeme kalınlığı 77,5 cm' dir.

Çatı kalınlığı;

Çatıda kullanılacak malzeme 6 cm kalınlığında poliüretan sandviç panel olarak seçilmiştir.

Kapı kalınlığı;

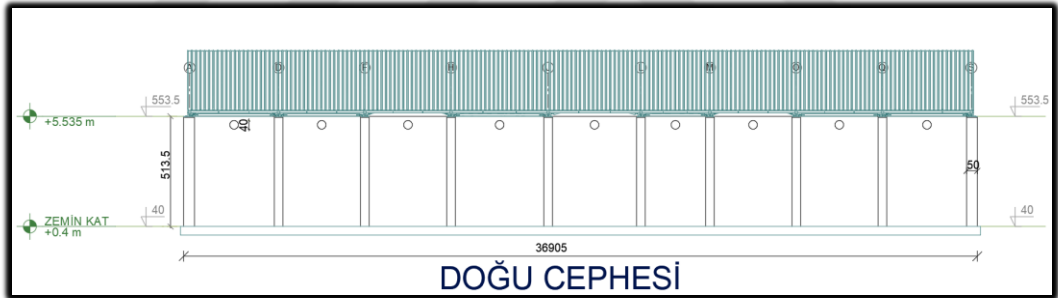
Kullanılacak kapı 5 cm kalınlığında seçilmiştir.

Pencere kalınlığı;

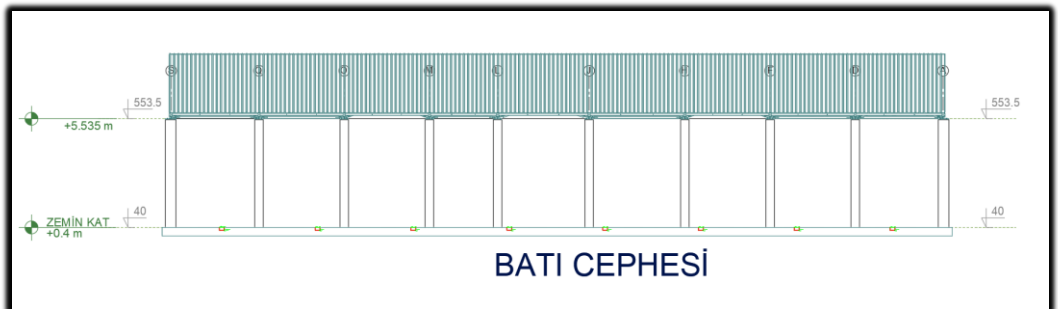
Pencere kalınlığı 0,3 cm' dir.

4. Sütun: Hesabı yapılan yöndeki yapı bileşenin uzunluğu "m" olarak yazılır.

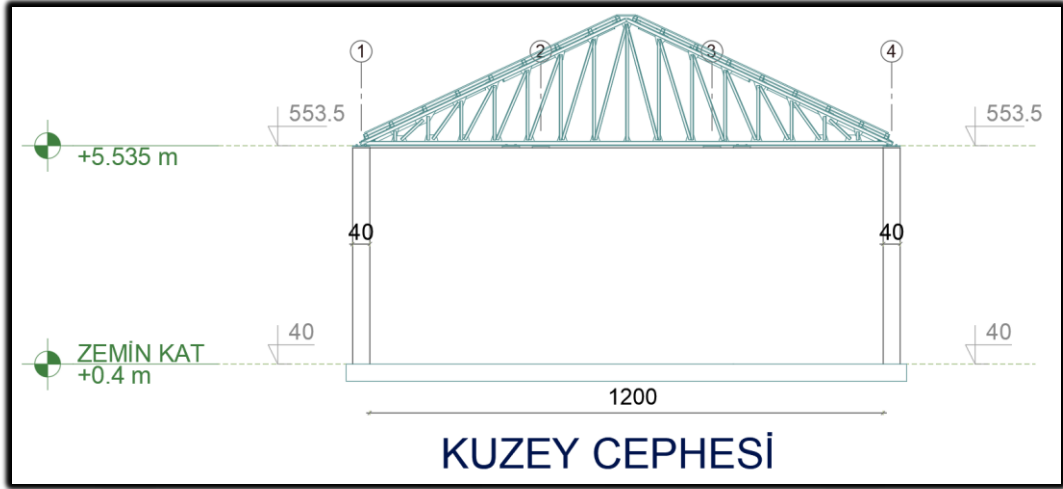
Sütunlar hesaplanırken ilk dokuz sütun için yapılan hesaplamalarda ölçü değerleri Şekil 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13' ten alınmıştır.



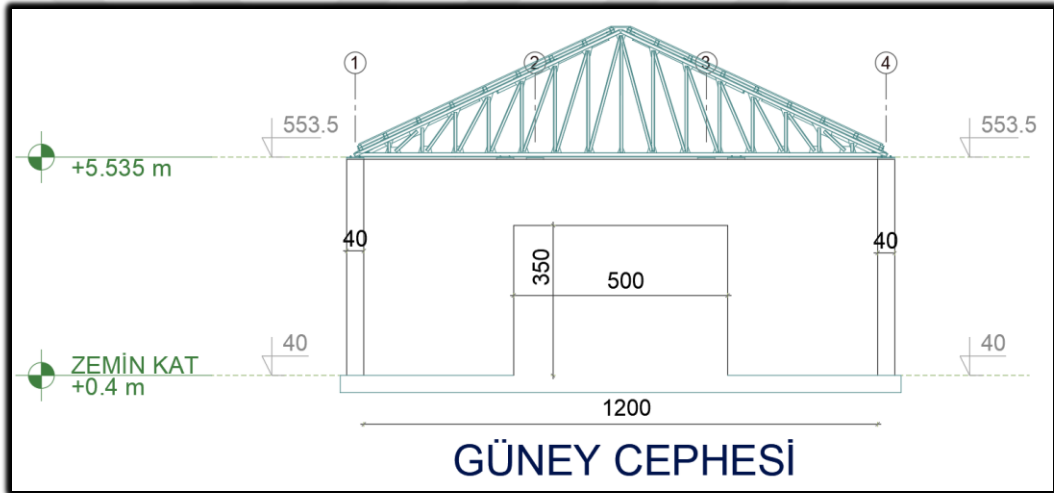
Şekil 4.9. Doğu cephesi görünümü



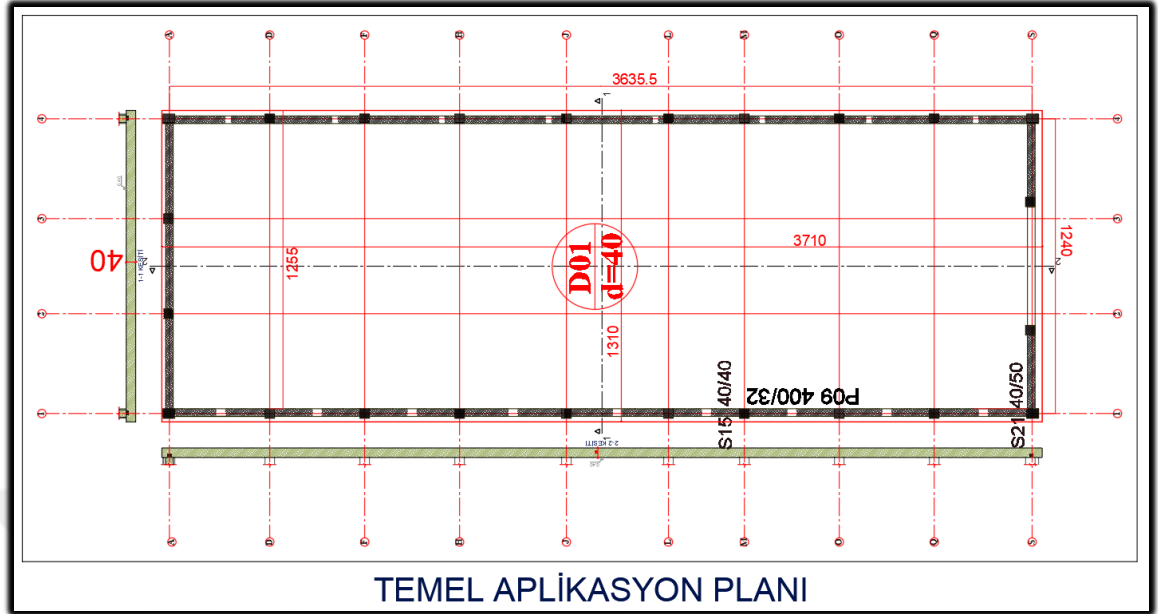
Şekil 4.10. Batı cephesi görünümü



Şekil 4.11. Kuzey cephesi görünümü



Şekil 4.12. Güney cephesi görünümü



Şekil 4.13. Temel aplikasyon planı

Burada,

DD, D: 36,905 m

DK, G: 5,00 m

ÇA, G: 12,40 m

DD, B: 36,905 m

TP, D: 0,40 m

ÇA, K: 12,40 m

DD, K: 12,80 m

Dö: 13,10 m

ÇA: 36,355 m

DD, G: 12,80 m

olarak alınmıştır.

5. Sütun: Hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeninin m olarak yüksekliği veya genişliği yazılır. Depoya ait ölçüler Şekil 4.8' den alınmıştır.

Burada;

DD, D: 5,135 m

DK, G: 3,50 m

ÇA, G: 2,89 m

DD, B: 5,135 m

TP, D: 0,40 m

ÇA, K: 2,89 m

DD, K: 5,135 m

Dö: 37,10 m

DD, G: 5,135 m

ÇA: 12,40 m

olarak alınmıştır.

Alan hesabı;

6. Sütun: Toplam alanı bulabilmek için 4. ve 5. sütunlar çarpılıp bu sütuna yazılır (m²)

DD, D:	$36,905 \times 5,135 = 189,51 \text{ m}^2$	Dö:	$13,10 \times 37,10 = 486,01 \text{ m}^2$
DD, B:	$36,905 \times 5,135 = 189,51 \text{ m}^2$	ÇA:	$12,40 \times 36,355 = 450,80 \text{ m}^2$
DD, K:	$12,80 \times 5,135 = 65,73 \text{ m}^2$	ÇA, G:	$12,40 \times 2,89 = 17,92 \text{ m}^2$
DD, G:	$12,80 \times 5,135 = 65,73 \text{ m}^2$	ÇA, K:	$12,40 \times 2,89 = 17,92 \text{ m}^2$
DK, G:	$5,00 \times 3,50 = 17,50 \text{ m}^2$		
TP, D:	$0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$	olarak hesaplanır.	

7. Sütun: Miktar olarak tanımlanan bu sütuna 6. sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır. Örneğin pencere gibi aynı boyuta sahip alanlarda, pencereden sadece birinin alanı 6. sütuna yazılır. Bu eşit alanlı pencerelerden kaç adet varsa değer 7. sütuna yazılır.

Burada;

DD, D: 1 adet	DK, G: 1 adet	ÇA, G: 1 adet
DD, B: 1 adet	TP, D: 9 adet	ÇA, K: 1 adet
DD, K: 1 adet	Dö: 1 adet	
DD, G: 1 adet	ÇA: 1 adet	

olarak hesaplanır.

8. Sütun: Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkartılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmıştır. Bir önceki satırlarda çıkarılacak alanlar yazılarak, duvar alanı hesabı yapılırken çıkarılacak alanların çıkarılması gerekir. Çıkarılan alan olarak tanınan bu sütuna bir önceki satır veya satırların 6. sütundaki değer veya toplam değer yazılır.

Burada;

DD, D duvarında bulunan yarıçapı 20 cm olan 9 adet dairesel pencerenin yüzey alanı hesaplanacaktır. Yüzey alanı aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$A = \pi r^2$$

Burada;

π : sabit sayı $\sim 3,14$ alınmıştır.

$$A = \pi x(0,20)^2 = 0.125x9 = 1,13 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

DD, G duvarında bulunan giriş kapısı alanı hesaplanacaktır. Giriş kapısı alanı aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$A = a \times b$$

Burada;

a: kısa kenar (m)

b: uzun kenar (m)

$$A=3,50 \times 5,00= 17,50 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Dö, depo temeline yerleştirilen 8 adet hijyenik gofrajlı havalandırma kanalının yüzey alanı aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$A = axb + bxc$$

Burada;

a: kısa kenar (m)

b: uzun kenar (m)

c: havalandırma kanalının boyu (m)

$$A=0,1 \times 0,25+0,25 \times 12,55= 3,1625 \times 8 =25,3 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

9. Sütun: 6. sütunda yazılan toplam alandan 8. sütunda yazılan alan çıkarılır. Hesaba girecek net duvar alanı bu sütuna yazılır.

$$\text{DD, D: } 189,51-1.13 = 188,38 \text{ m}^2 \quad \text{Dö: } 486,01-25,30 = 460,71 \text{ m}^2$$

$$\text{DD, B: } 189,51-0.00 = 189,51 \text{ m}^2 \quad \text{ÇA: } 450,80-0,00 = 450,80 \text{ m}^2$$

$$\text{DD, K: } 65,73-0.00 = 65,73 \text{ m}^2 \quad \text{ÇA, G: } 17,92-0,00 = 17,92 \text{ m}^2$$

$$\text{DD, G: } 65,73-17,50= 48,23 \text{ m}^2 \quad \text{ÇA, K: } 17,92-0,00 = 17,92 \text{ m}^2$$

$$\text{DK, G: } 17,50-0,00 = 17,50 \text{ m}^2$$

$$\text{TP, D: } 0,16-0,00 = 0,16 \text{ m}^2 \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

10. Sütun: $Q_0 = A \times U \times \Delta T$ eşitliğindeki U sembolü ile gösterilen ısı geçirgenlik katsayısı değeri bu sütuna yazılır.

Isı geçirgenlik katsayıları önceki bölümlerde hesaplanmıştır.

DD, D: 0,34 W/m ² K	DK, G: 5,48 W/m ² K	ÇA, G: 2,90 W/m ² K
DD, B: 0,34 W/m ² K	TP, D: 5,86 W/m ² K	ÇA, K: 2,90 W/m ² K
DD, K: 0,34 W/m ² K	Dö: 0,44 W/m ² K	
DD, G: 0,34 W/m ² K	ÇA: 2,90 W/m ² K	olmaktadır.

11. Sütun: Dış ortam sıcaklıkları ve tesisat projelerinde kullanılan iç ortam sıcaklıkları ilgili çizelgelerden alınmıştır. $\Delta T = (T_i - T_a)$ formülüyle hesaplanarak bu sütuna yazılır.

Iğdır ili için dış sıcaklık değeri Çizelge 4.4' te verilmiştir. Bu değer -18 °C' dir.

Çizelge 4.4. Çeşitli yerleşim merkezleri için dış sıcaklık değerleri (TS 2164,1983)

Yerleşim merkezi	Sıcaklık	Yerleşim merkezi	Sıcaklık	Yerleşim merkezi	Sıcaklık
Adana	0R _z	Balıkesir	-3 R _z	İzmir	0 R _z
Adapazarı	-3 R _z	Bolu	-15	Iğdır	-18
Adıyaman	-9	Bursa	-6 R _z	Konya	-12
Afyon	-12 R _z	Çanakkale	-3 R _z	Malatya	-12
Ağrı	-24	Diyarbakır	-9 R _z	Samsun	-3 R _z
Ankara	-12 R _z	Erzurum	-21	Sivas	-18
Antalya	+3 R _z	Gaziantep	-9	Tekirdağ	-6 R _z
Artvin	-9	Gümüşhane	-12	Trabzon	-3
Aydın	-3 R _z	İstanbul	-3 R _z	Zonguldak	-3 R _z

Taneli ürün depolamadaki önemli faktörlerden olan sıcaklık, eğer yüksek değerlere ulaşırsa böcek gelişimi için uygun ortam yaratılmış olur. Böceklerin yaşamsal aktiviteleri için 30 - 40 °C arası sıcaklıklar idealdir. Ancak sıcaklık 25 °C' ye düştüğü zaman böceklerin işlevselliği azalır, 17 °C' ye düştüğü zaman çoğu böcekler beslenemez, 10 °C' nin altına düştüğü zaman ve bu sıcaklık bir ay veya daha fazla sürdüğü zaman ölümler (Öztürk, 2003). Bu yüzden bitkisel ürün deposu için istenilen iç ortam sıcaklığı ise; 5 °C alınmıştır ve hesaplanan $\Delta T = (T_i - T_a)$ değeri,

$$\Delta T = 5 - (-18) = 23 \text{ }^{\circ}\text{C' dir.}$$

12.Sütun: $U \times \Delta T$ eşitliğindeki değerlerin tamamı hesaplanmıştır. 10. Sütun x 11. Sütun çarpılarak çıkan değer 12. Sütuna yazılır.

Burada;

DD, D: 7,71W/m ²	DK, G: 126,12 W/m ²	ÇA, G: 66,65 W/m ²
DD, B: 7,71W/m ²	TP, D: 134,80 W/m ²	ÇA, K: 66,65 W/m ²
DD, K: 7,71W/m ²	Dö: 0,89 W/m ²	
DD, G: 7,71W/m ²	ÇA: 66,65 W/m ² olmaktadır.	

13.Sütun: $Q_0 = A \times U \times \Delta T$ eşitliğindeki değerlerin tamamı hesaplanmıştır. 9. Sütun x 12. Sütun çarpılarak çıkan değer 13. Sütuna yazılır. Bu değer artırımsız (zamsız) ısı kaybıdır.

Burada;

DD, D: 1.452,31W	DK, G: 2.207,05W	ÇA, G: 1.194,17W
DD, B: 1.461,03W	TP, D: 21,57W	ÇA, K: 1.194,17W
DD, K: 506,74W	Dö: 409,38W	
DD, G: 371,82W	ÇA: 30.044,43W olmaktadır.	

$$\Delta T = 5 - (-18) = 23 \text{ }^{\circ}\text{C' dir.}$$

Toplam Q_0 değeri 38.862,68 W olarak hesaplanmıştır.

14. Sütun: *D Birleştirilmiş Artırım Katsayısı*; bu sütuna ısıtmanın sürekli ya da kesintili olup olmasına göre değerler yazılır. Bu artırım binanın kesintili ısınma durumunda soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımıdır. Yapı ne kadar büyükse ve ısıtma sistemi ne kadar çok kesintili çalışıyorsa, bu artırım o kadar büyük olmalıdır.

Birleştirilmiş artırım katsayısı Çizelge 3.5'te *Birleştirilmiş Artırım Katsayısı* (% Z_D) değerlerinden alınır. Depoda kurulan ısıtma sistemi sürekli çalışır ve yalnız ortam sıcaklığına göre devreye girdiği için bu değer 7 alınmıştır.

$$Z_D=7$$

15. Sütun: Z_W Kat Yükseklik Artırımı; kat yükseklik zammı belirli katlardan sonra verilir. Çünkü birkaç kat yükseklikten sonra rüzgâr hızı nedeniyle ısı kaybı artış gösterir. Örneğin çok katlı bir yapıdan ilk üç kat için yükseklik zammı dikkate alınmaz 4 kat için %5 ve 5. kat için %10 yükseklik zammı alınmıştır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolanlardan 90 °C su sıcaklığı yüksek katlarda düşmektedir. Bu nedenle de bu artırım gereklidir.

Bu çalışmada yapı tek katlı olduğundan Z_W kat artırım zammı Çizelge 3.7' den alınır ve bu değer;

$$Z_W = 0 \text{ olarak alınmıştır.}$$

16. Sütun: Z_H Yön Artırımı; bitkisel ürün deposu yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. Z_H yön artırımı seçilirken yalnız bir dış duvarı olan hacimlerde, bu dış duvarın baktığı yön, köşe hacimlerde ise iki dış duvarın birleştiği köşenin yönü esas alınır. Köşe hacimlerde, penceresi olan dış duvarın yönü de esas alınabilir. Dış duvarı ikiden fazla olan hacimlerde en yüksek yön artırım değeri alınır. Yön artırım değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Bu değer;

$$Z_H= 5 \text{ olarak alınır.}$$

17. Sütun: $Z (1+\%Z_D+\%Z_W+\%Z_H)$ artırımların toplamalarının yazıldığı sütundur.

$$Z=(1+\%7+\%0+\%5)=1,12 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

18. Sütun: Toplam Isı Gereksinimi (İhtiyacı) (O_h)

1. Bu sütun 3 adımda hesaplanır. Birinci adımda artırımlar da dikkate alınarak, toplam ısı geçiş kaybı $Q_i = Q_o \times Z$ denklemi ile hesaplanmıştır.

$$Q_i = 38.862,68 \times 1,12 = 43.526,20 \text{ W olarak hesaplanmıştır.}$$

2. Bu adımda sızıntı ile kaçan ısı miktarı hesaplanır. Bu kısma aşağıdaki bölümde değinilecektir. Hava sızıntı ısı kaybı (Q_s) eşitlik (3.13) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Q_s = \sum a_s \cdot l \cdot R_d \cdot H_d \cdot \Delta T \cdot Z_e \cdot E \text{ (kcal/h)}$$

- Hava sızdırma katsayısı değeri Çizelge 3.9' dan alınmıştır.

Bu değer $a_s = 1,5$ (m^3/mh) olarak seçilmiştir.

- Pencere veya kapının açılan kısmının çevre uzunluğu Şekil 4.14' ten alınan ölçülerle hesaplanmıştır.

Kapının tamamı veya dikey yönde yarısı sürgülü olarak sağa veya sola doğru kaydırılarak açılacaktır. Ayrıca seri geçişler için büyük kapı içerisinde 100×200 cm' lik ayrı bir kapı olacaktır. Kapının çevre uzunluğu;

$$l = 2,5+3,5+2,5+3,5+2,5+3,5+2,5+3,5+1,0+2,0+1,0+2,0 = 30 \text{ m}$$

Pencere için çevre uzunluğu aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

$$l = 2\pi r$$

$$l = 2\pi \times 0,2 = 1,256 \text{ m}$$

Havalandırma kanalı için depo yan duvarlarından açılan boşluk için uzunluk;

$$l = 2xab$$

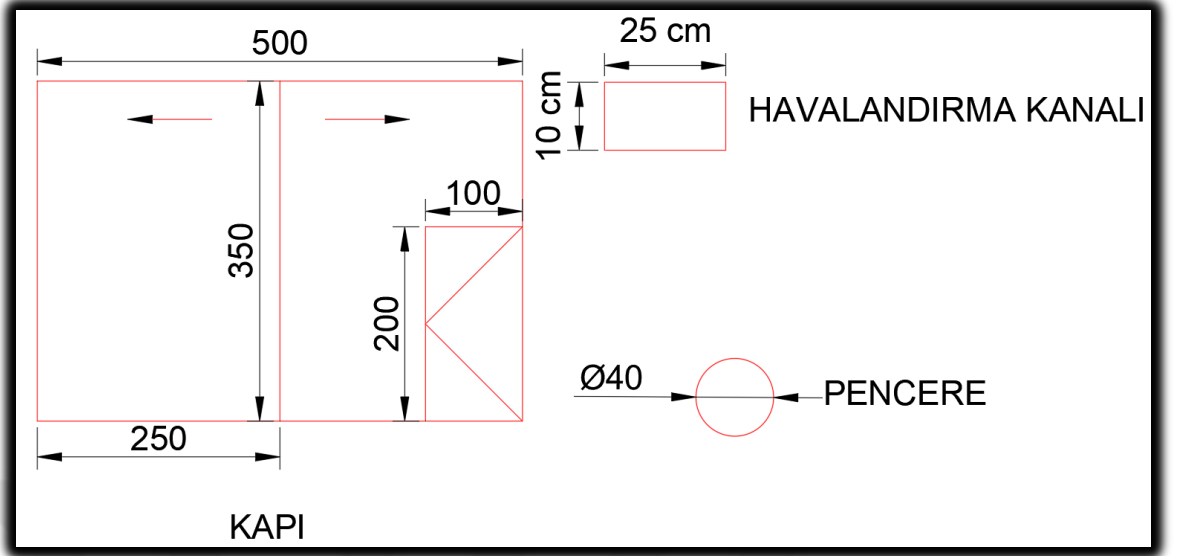
eşitliği ile hesaplanmıştır.

Buradan;

a: kısa kenar (m)

b: uzun kenar (m)

$$l = 2x(0,10 + 0,25) = 0,7 \times 8 = 5,6 \text{ m olarak belirlenmiştir.}$$



Şekil 4.14. Kapı, pencere ve duvarda havalandırma için açılan boşluk ölçüleri

- R_d depo durum katsayısı;

R_d katsayısının tam olarak hesabı imkânsızdır. Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için $R_d = 0,9$ büyük pencereleri, bir tek iç kapısı olan odalar için ise $R_d = 0,7$ değerleri kullanılmıştır.

Burada R_d kat sayısı 0,7 seçilmiştir.

- H_d bina durum katsayısı Çizelge 3.11' den 0,98 olarak seçilmiştir.
- $\Delta T = 5 - (-18) = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ dir.
- Z_e değeri tanımında belirtildiği gibi "1" olarak alınmıştır. Z_e : Her iki dış duvarında pencere olan odalar için değeri 1,2 diğer odalar için değeri 1 olan katsayıyı ifade etmektedir.
- E , bina durum kat sayısı için düzeltme çarpım faktörü yapı yüksekliği 10 m' nin altında olduğu için bu değer Çizelge 3.8' den "1" olarak alınmıştır.

Bu durumda Q_s sızıntı değeri;

$$Q_s = 1,50 \times 46,90 \times 0,7 \times 0,98 \times 1 \times 23 \times 1 = 1.110,08 \text{ W olarak hesaplanmıştır.}$$

3. adımda ise toplam ısı gereksinimi Q_h hesaplanır. Bunun için artırımlar dikkate alınarak bulunun Q_i ısı kaybı ve Q_s sızıntı (enfiltasyon) ile toplanır.

Ayrıca havalandırma için depo ortamına verilen havanın ısıtma ihtiyacı hesabı da yapılarak Q_h ile toplanır ve toplam ısı ihtiyacı hesaplanır.

Buradan;

$$Q_h = 43.526,20 + 1.110,08 = 44.636,28 \text{ W olarak belirlenmiştir.}$$

4.2.5. Havalandırma sisteminin soğutma hesabı

Ortalama %12 nem içeriğindeki buğdayın yaydığı ısı miktarı 1,67 kJ/kg (Cao *et al.* 2014) olup bu değer 400,8 kcal/h' dır.

$$1 \text{ kcal/h} = 1,163 \text{ W' tır.}$$

Bu durumda 1 ton buğdayın 24 saatte yaydığı ısı miktarı eşitlik (3.16) ile hesaplanmıştır.

$$q = \frac{M \times C}{24}$$

Burada 1.500 ton buğday için;

$$q = (1 \times 400,8) / 24 = 16,7 \text{ kcal/h}$$

1 ton buğday için 16,7 kcal/h=19,4221 W' tır.

1.500 ton için = 1.500x19,4221=29.133,15 W olarak hesaplanmıştır.

Ortamın soğutulması için gerekli ısı miktarı ise eşitlik (3.15) ile sağlanır.

$$Q = m_{hava} \times C_p \times \Delta T$$

$$m_{hava} = \rho_{hava} \times V_{hava}$$

Soğutma hesabı yapılırken dış ortam sıcaklığı Çizelge 3.12' den alınmıştır.

Burada;

m_{hava} : soğutulacak hava miktarı

$$C_p = 1,0035 \text{ kJ/kg.K (Van Wylen and Sonntag, 1976)}$$

$$\rho_{hava} = \text{havanın özgül ağırlığı } 1,225 \text{ kg/m}^3 \text{ (Van Wylen and Sonntag, 1976)}$$

$V_{hava} = 112,5 \text{ m}^3/\text{min}$ ' dir (mekanik havalandırma ortam hava ihtiyacı).

$$V_{hava} = 6.750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta T = 38 - 5 = 33 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$Q = 76.024,27 \text{ W}$ olarak hesaplanmıştır.

Toplam soğutma ihtiyacı;

$29.133,15 + 76.024,27 = 105.157,42 \text{ W}$ olarak hesaplanmıştır.

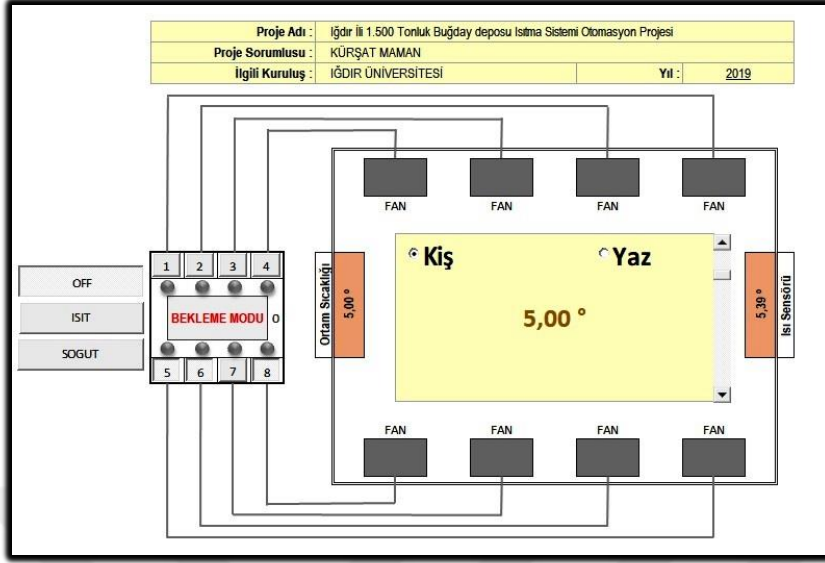
4.2.6. Isıtma ve soğutma sistem otomasyonunun hazırlanması

Buğday deposuna yerleştirilecek iki adet termostatın ortalama değeri yardımıyla deponun içerisindeki ısı kontrolü yapılmaktadır. Depo ortam sıcaklığı $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düştüğünde termostat klima santralının ısıtıcı sistemini devreye almaktadır. Sıcaklık $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunda sistem "*Bekleme Moduna*" geçerek klima santralının ısıtıcı devresini devre dışı bırakacaktır. Sıcaklık $+15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıktığında klima santralının soğutucu sistemi devreye alınacaktır. Sıcaklık $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunda ise sistem "*Bekleme Moduna*" geçecek ve klima santralının soğutucu sistemini devre dışı bırakacaktır.

Havalandırma kanalı üzerine 8 adet servo motor kontrollü damper konulmuştur. Bu damperler havalandırma kanallarını açıp kapamaktadır. Klima santralının vantilatör motoru inverter kontrollüdür. Açık olan hava kanalına göre servo motorlarla beraber hava debisi de kontrol edilmektedir. Damper konumlarına göre her bir kanaldan geçen hava debisi aşağıda belirtilmiştir.

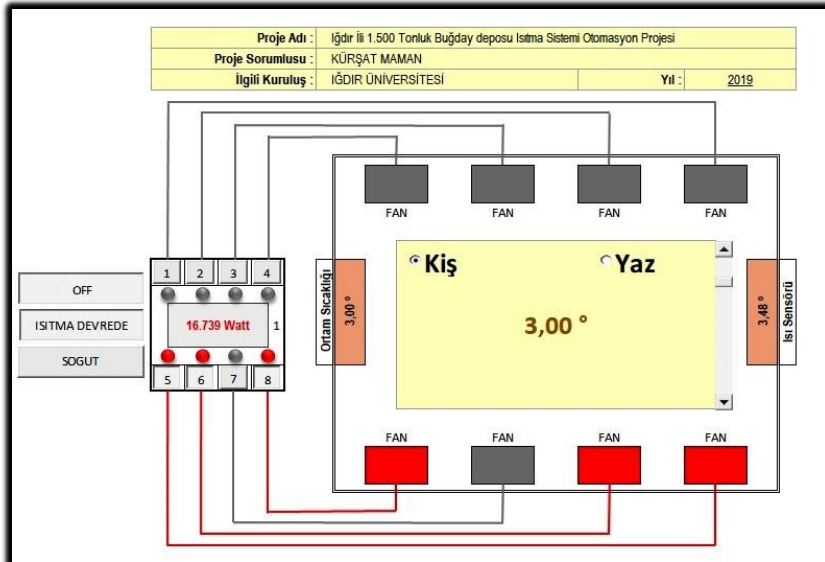
1. konum: 1. damper açık vantilatör hava debisi, $843,75 \text{ m}^3/\text{h}$
2. konum: 1. ve 2. damperler açık hava debisi, $1.687,5 \text{ m}^3/\text{h}$
3. konum: 1. 2. ve 3. damperler açık hava debisi, $2.531,25 \text{ m}^3/\text{h}$
4. konum: 1. 2. 3. ve 4. damperler açık hava debisi, $3.375 \text{ m}^3/\text{h}$
5. konum: 1. 2. 3. 4. ve 5. damperler açık hava debisi, $4.218,75 \text{ m}^3/\text{h}$
6. konum: 1. 2. 3. 4. 5. ve 6. damperler açık hava debisi, $5.062,5 \text{ m}^3/\text{h}$
7. konum: 1. 2. 3. 4. 5. 6. ve 7. damperler açık hava debisi, $5.906,25 \text{ m}^3/\text{h}$
8. konum: Tüm damperler açık hava debisi, $6.750 \text{ m}^3/\text{h}$ olmalıdır.

Otomasyon sistemi depo ortam sıcaklığı $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de olduğu için *Bekleme Modu'*na geçmiştir (Şekil 4.15).



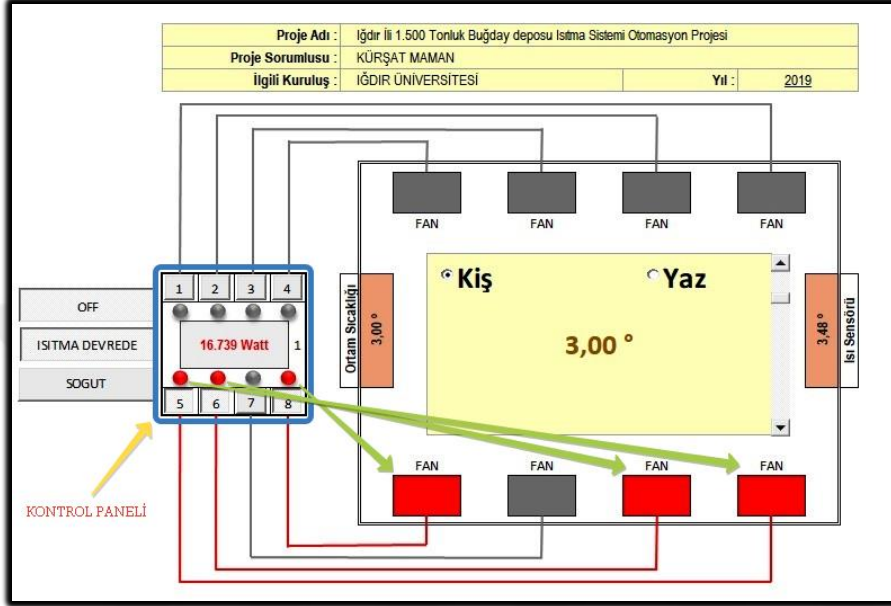
Şekil 4.15. Otomasyon sistemi bekleme modu devredeyken

Otomasyon sistemi depo ortam sıcaklığı $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' nin altına indiği için “*Isıtma Modu*” devreye geçmiştir (Şekil 4.16). Otomasyon kontrol paneli üzerindeki butonlar panelleri kontrol etmektedir. Buton sayısı ile devreye giren panel sayısının eşit olduğu görülmektedir.

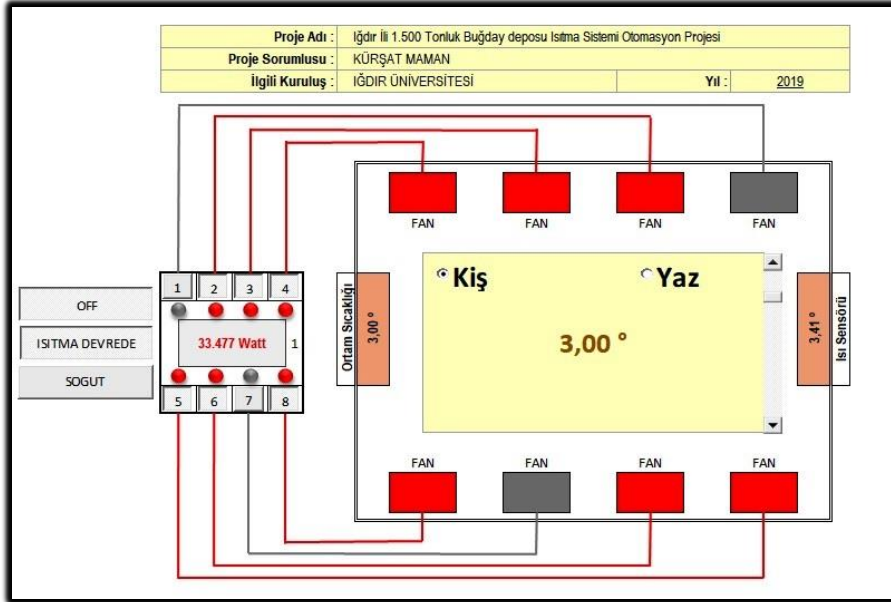


Şekil 4.16. Otomasyon sistemi ısıtma devredeyken

Kontrol paneli üzerindeki butonlarla panel sayısı arttırılarak ısıtma soğutma hızı ayarlanabilmektedir (Şekil 4.17). Aşağıda 6 fan aktif edilmiş kış modunda sistemin ısıtma moduna geçtiği görülmektedir.



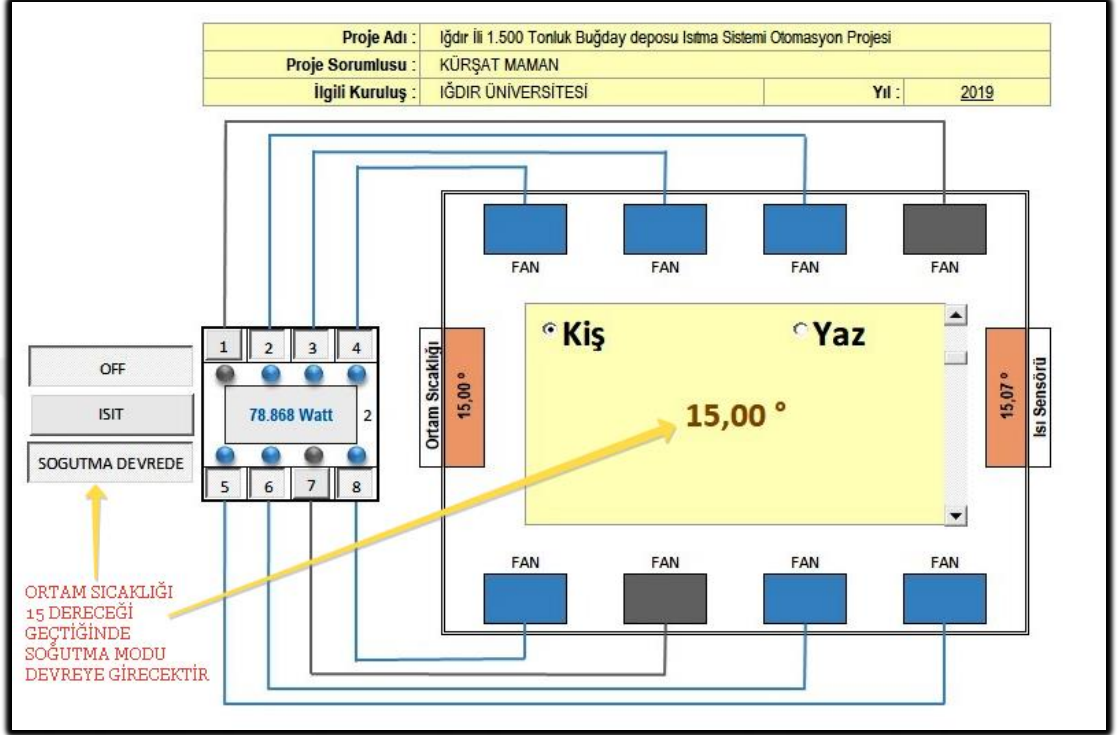
Şekil 4.17. Otomasyon sistemi kontrol paneli gösterimi



Şekil 4.18. Otomasyon sistemi fan sayısının artırılması

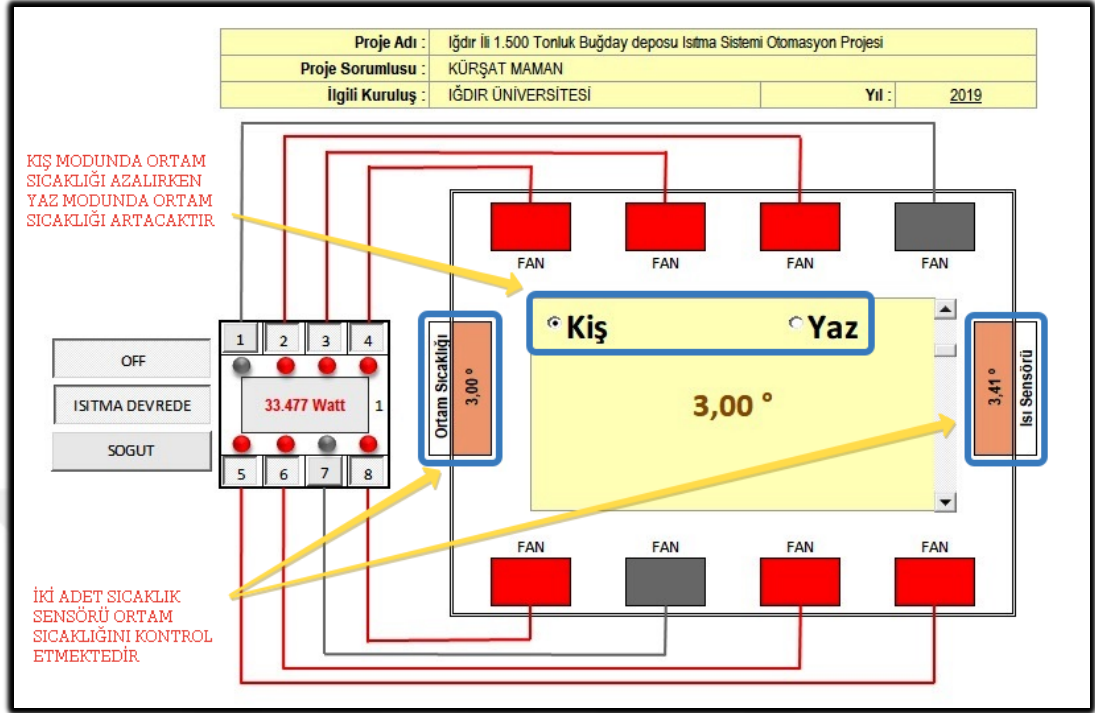
Aşağıda 6 fan aktif edilmiş yaz modunda ortamın manuel ortam sıcaklığı artacağından sıcaklık 15 °C'nin üzerine çıktığı zaman soğutma moduna geçtiği

görülür (Şekil 4.19). Ortam sıcaklığı 5 °C' ye kadar düşürülerek bekleme moduna geçmiştir.



Şekil 4.19. Otomasyon sistemi soğutma devredekken

Otomasyon sistemi *Yaz* ve *Kış Modu* sistemin nasıl çalıştığını kavrayabilmek için yerleştirilmiş olup yazın ortam sıcaklığının artacağını ve kışın ise azalacağını göstermektedir (Şekil 4.20). Otomasyon sisteminde *Yaz Modu* aktifse depo ortam sıcaklığı artarak +15 °C' nin üzerine çıktığı zaman sistem *Soğutma Modu'* nu devreye almaktadır.



Şekil 4.20. Otomasyon sistemi yaz ve kış modu gösterimi

4.2.6.1. Isıtma ve soğutma sisteminin çalışması için yazılan kodlar

Sistemin çalışması için arka planda çalışan bütün kodlar sistemde ilgili parametreler ile ilişkilendirilerek aşağıda açıklanmıştır.

- 1- OFF butonuna basıldığında sistemin açma kapama işlevi meydana gelmekte olup arka planda icra edilen kodlar aşağıda görülmektedir.

```

Private Sub OnOFF_Click()
If OnOFF = True Then
    OnOFF.Caption = "OFF"
    If [k18] = 0 Then Call Bekleme_Modu
    If [k18] = 1 Then Call Isıtma_Modu
    If [k18] = 2 Then Call Soğutma_Modu
Else
    OnOFF.Caption = "ON"
End If
End Sub

```

ISIT butonuna tıklandığında sistem manuel olarak ısıtılabilir. Bunun dışında ortam sıcaklığının sınır değerinin altına düşmesi durumunda otomasyon otomatik olarak bu butonu devreye alacaktır.

```
Private Sub ISITMA_Click()  
If ISITMA = True Then  
    SOĞUTMA = False  
    ISITMA.Caption = "ISITMA DEVREDE"  
    Call Isitma_Modu  
Else  
    ISITMA.Caption = "ISIT"  
    Range("K18").Value = 0  
  
End If  
End Sub
```

2- SOĞUT butonuna tıklandığında sistem manuel olarak soğutulabilmektedir. Bunun dışında ortam sıcaklığının sınır değerin üstüne çıkması durumunda otomasyon otomatik olarak bu butonu devreye alacaktır.

```
Private Sub SOĞUTMA_Click()  
If SOĞUTMA = True Then  
    ISITMA = False  
    SOĞUTMA.Caption = "SOGUTMA DEVREDE"  
    Call Soğutma_Modu  
Else  
    SOĞUTMA.Caption = "SOGUT"  
    Range("K18").Value = 0  
  
End If  
End Sub
```

3-Panel ON/OFF butonlarına basıldığında 8 adet iklimlendirme paneli devreye girmekte olup arka planda icra edilen kodlar aşağıda sunulmuştur.

```
Private Sub T1_Click()  
    If Range("k18") = 2 Then  
        If T1.Value = True Then  
            Call Fan1Soğuk  
            Range("e15") = 1  
        Else  
            Call Fan1OFF  
            Range("e15") = 0  
            Range("x11") = ""  
        End If  
    ElseIf Range("k18") = 1 Then  
        If T1.Value = True Then  
            Call Fan1Sıcak  
            Range("e15") = 1  
        Else  
            Call Fan1OFF  
            Range("e15") = 0  
            Range("x11") = ""  
        End If  
    ElseIf Range("k18") = 0 Then  
        If T1.Value = True Then  
            Range("e15") = 1  
        Else  
            Range("e15") = 0  
        End If  
    End If  
End Sub
```

4- Sistem çalışma modlarında ihtiyaç duyulan ısı miktarına göre sistemde kullanılacak ısıtma ekipmanlarının etiket değerlerinden her bir modül için ısı hesabı yapılarak sisteme entegre edilmiştir. Her bir mod için gerekli ısı miktarı ısı hesaplarında belirtildiği gibi modüllere tanımlanmıştır. İlgili modlar için arka planda icra edilecek kod blokları sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Sistem bekleme durumuna geldiğinde ortamın *Yaz* veya *Kış* olma durumuna göre sıcaklık değişimi artıp veya azalacağından bekleme durumunda aşağıdaki kod bloğu icra edilecektir.

```

Sub BeklemeDurumu()
    Start = Timer

    ISITMA = False
    SOĞUTMA = False

    t = [n16].Value

    Do
    DoEvents
    Finish = Timer
    i = [AL20].Value      'Açık Anahtar Sayısı
    l = [k18].Value      'Bekleme Modunda

    If l = 0 Then
        If Yaz.Value = True Then
            [p15] = Format(t + 0.01 * (Finish - Start), 0)
            If Range("n16").Value = 15 Then Call Soğutma_Modu
        Else
            [p15] = Format(t - 0.01 * (Finish - Start), 0)
            If Range("n16").Value = 3 Then Call Isıtma_Modu
        End If
    End If
    If OnOFF = False Then Exit Sub
    Loop While Finish - Start <= 500

End Sub

```

5- Sistem kış modunda olduğunda bekleme modunda (tüm fanlar kapalı) ortam sıcaklığı kendiliğinden düşeceği için sıcaklık belirtilen sınır değer (3 °C) altına düştüğü zaman *Isıtma Modu* devreye girerek aktif olan fanlar sıcak hava üfleyecek ve ortam sıcaklığını 5 °C' ye kadar yükseltecektir. Sıcaklık 5 °C' ye ulaştığında *Bekleme Modu* devreye girecek ve tüm fanlar devre dışı bırakılacaktır. Bu döngü tekrar tekrar devam edeceği için ortam sıcaklığı 3 °C ile 5 °C arasında tutulacaktır.


```

Sub Isitma_Modu()

    Range("E18:J18").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-6]C[34]"
    Range("E19").Select
    Range("E18:J18").Select
    With Selection.Font
        .Color = -16776961
        .TintAndShade = 0
    End With
    Range("K18").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"
    Range("A2").Select

    If Range("AJ11").Value = 1 Then Call Fan1Sıcak
    If Range("AJ12").Value = 1 Then Call Fan2Sıcak
    If Range("AJ13").Value = 1 Then Call Fan3Sıcak
    If Range("AJ14").Value = 1 Then Call Fan4Sıcak
    If Range("AJ15").Value = 1 Then Call Fan5Sıcak
    If Range("AJ16").Value = 1 Then Call Fan6Sıcak
    If Range("AJ17").Value = 1 Then Call Fan7Sıcak
    If Range("AJ18").Value = 1 Then Call Fan8Sıcak

    ISITMA.Value = True
    Call IsitmaDurumu

End Sub

```

6- Isıtma Modu icra edildiğinde ilgili fanlar devreye girerek arka planda aşağıdaki kod blokları icra edilecektir.

```

Sub IsitmaDurumu()
    Start = Timer

    t = [n16].Value

    Do
        DoEvents
        Finish = Timer
        i = [AL20].Value    'Açık Anahtar Sayısı
        l = [k18].Value    'Bekleme Modunda

        If l = 1 Then
            If i = 0 Then
                [p15] = Format(t + 0.1 * (Finish - Start), 0)
            Else
                [p15] = Format(t + 0.1 * 4 * (Finish - Start), 0)
            End If
        End If

        If Range("n16").Value > 15 Then ISITMA.Value = False:
        SOĞUTMA.Value = True: Call Soğutma_Modu

        If OnOFF = True Then
            If Range("n16").Value = 5 Then Call Bekleme_Modu
        End If
        If OnOFF = False Then Exit Sub
    Loop While Finish - Start <= 500

End Sub

```

7- Sistem yaz modunda olduğunda bekleme modunda (tüm fanlar kapalı) ortam sıcaklığı kendiliğinden yükseleceği için sıcaklık belirtilen sınır değerin (15 °C) üzerine çıktığı zaman *Soğutma Modu* devreye girerek aktif olan fanlar soğuk hava üfleyecek ve ortam sıcaklığını 5 °C' ye kadar düşürecektir. Sıcaklık 5 °C' ye ulaştığında *Bekleme Modu* devreye girecek ve tüm fanlar devre dışı bırakılacaktır. Bu döngü tekrar tekrar devam edeceği için ortam sıcaklığı 5 °C ile 15 °C arasında tutulacaktır.

```
Sub Soğutma_Modu()  
  
    Range("E18:J18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-5]C[34]"  
    Range("E18:J18").Select  
    With Selection.Font  
        .Color = -4165632  
        .TintAndShade = 0  
    End With  
    Range("K18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("A2").Select  
  
    If Range("AJ11").Value = 1 Then Call Fan1Soğuk  
    If Range("AJ12").Value = 1 Then Call Fan2Soğuk  
    If Range("AJ13").Value = 1 Then Call Fan3Soğuk  
    If Range("AJ14").Value = 1 Then Call Fan4Soğuk  
    If Range("AJ15").Value = 1 Then Call Fan5Soğuk  
    If Range("AJ16").Value = 1 Then Call Fan6Soğuk  
    If Range("AJ17").Value = 1 Then Call Fan7Soğuk  
    If Range("AJ18").Value = 1 Then Call Fan8Soğuk  
  
    SOĞUTMA.Value = True  
    Call SoğutmaDurumu  
  
End Sub
```

8- Soğutma Modu icra edildiğinde ilgili fanlar devreye girerek arka planda aşağıdaki kod blokları icra edilecektir.

```

Sub SoğutmaDurumu ()
Start = Timer

t = [n16].Value

Do
DoEvents
Finish = Timer
i = [AL20].Value      'Açık Anahtar Sayısı
l = [k18].Value      'Bekleme Modunda

If l = 2 Then
If i = 0 Then
[p15] = Format(t - 0.1 * (Finish - Start), 0)
Else
[p15] = Format(t - 0.1 * 4 * (Finish - Start), 0)
End If
End If

If Range("n16").Value < 0 Then SOĞUTMA.Value = False:
ISITMA.Value = True: Isıtma_Modu

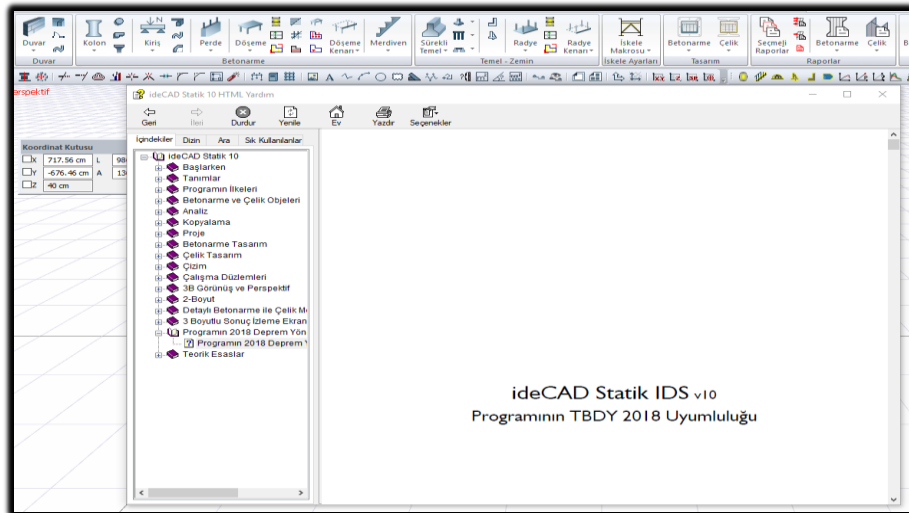
If OnOFF = True Then
If Range("n16").Value = 5 Then Call Bekleme_Modu
End If
If OnOFF = False Then Exit Sub
Loop While Finish - Start <= 500

End Sub

```

4.2.7. 1500 tonluk buğday deposunun modellenmesi

Buğday deposu modellenmesinde yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri (TS 498), betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları (TS 500), çelik yapıların tasarımı için Amerikan AISC 360-10 (LRFD), TBDY 2018 yönetmelikleri kullanılmıştır ve bu yönetmeliklere uygun olarak hesaplama yapan İdeCAD® Statik IDS v10 CAD tabanlı Türkçe programı kullanılmıştır (Şekil 4.21).



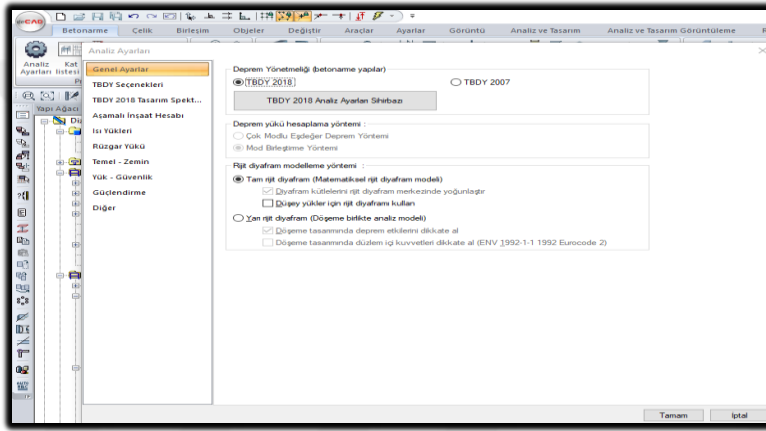
Şekil 4.21. İdeCAD® Statik programının TBDY 2018 ile uyumluluğu

4.2.7.1. Program analiz ayarları

Analiz ayarları betonarme toolbarından analiz ayarları sekmesinde bulunan analiz ayarları penceresinden yatay buğday deposu için sırasıyla;

1. Genel ayarlar

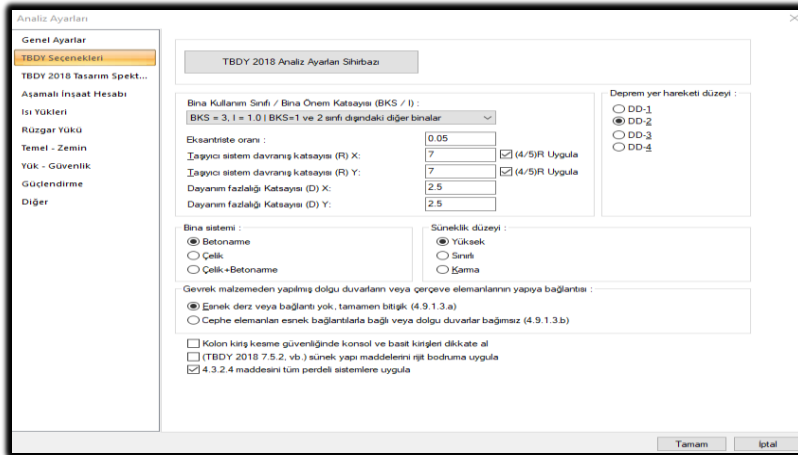
Genel ayarlar sekmesinde deprem yönetmeliği TBDY 2018, deprem yükü hesaplama yöntemi olarak Mod Birleştirme Yöntemi ve rijit diyafram olarak Tam rijit diyafram (matematiksel rijit diyafram model) seçilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Genel ayarlar sekmesi görünümü

2. TBDY 2018 seçenekleri

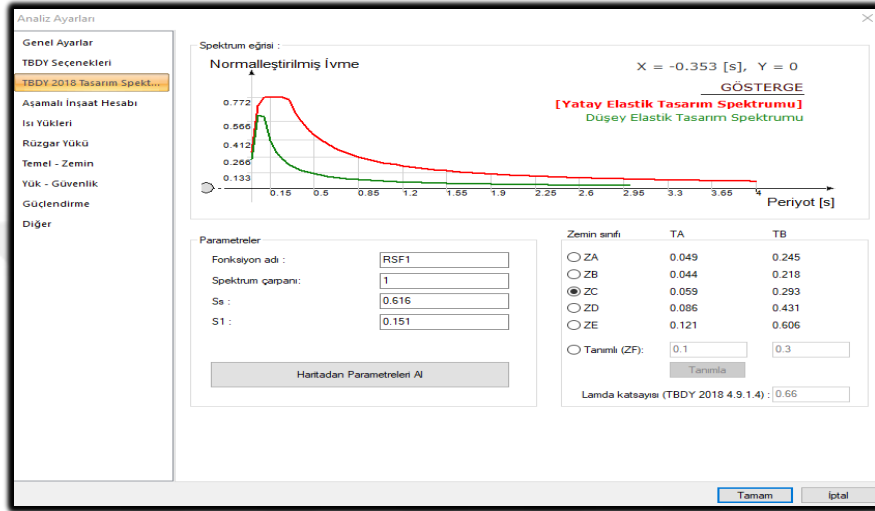
Bina kullanım sınıfı, bina önem katsayısı, bina taşıyıcı sistemi, süneklik düzeyi, deprem hareket düzeyi, eksantriste oranı ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı gibi TBDY seçenekleri bu sekmede seçilmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. TBDY 2018 seçenekleri sekmesi görünümü

3. TBDY 2018 tasarım spektrumu

Bu sekmede buğday deposunun inşa edileceği zemin sınıfı, konumu ve spektrum değerleri seçilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. TBDY 2018 tasarım spektrumu sekmesi görünümü

4. Aşamalı inşaat hesabı

Aşamalı inşaat hesabı sekmesinde programın belirlemiş olduğu değerler dışında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır (Şekil 4.25).

Şekil 4.25. Aşamalı inşaat hesabı sekmesi görünümü

5. Isı yükleri

Bu sekmede tüm yapı için tek ısı farkı dikkate alınmıştır (Şekil 4.26).

Kat	T1	T2
ZEMİN KAT	0	0

Şekil 4.26. Isı yükleri sekmesi görünümü

6. Rüzgâr yükü

Rüzgâr yükü, bu sekmede yapı tipi seçildikten sonra program tarafından TS 498'e göre hesaplanmıştır (Şekil 4.27).

Kat	Rüzgâr X [kN]	Rüzgâr Y [kN]
-----	---------------	---------------

Şekil 4.27. Rüzgâr yükü sekmesi görünümü

7. Temel ve Zemin

Bu sekmede bina ve bina türü yapılar için parsel bazında düzenlenecek zemin ve temel etüdü (geoteknik) değerlendirme raporuna göre zemin birim ağırlığı, yatak katsayısı, zemin taşıma gücü değerleri programa aktarılmıştır (Şekil 4.28).

Şekil 4.28. Temel ve zemin sekmesi görünümü

8. Yük ve Güvenlik

Bu sekmede hesaplamalarda kullanılacak hareketli ve sabit yük değerleri programa aktarılmıştır (Şekil 4.29).

Şekil 4.29. Yük ve güvenlik sekmesi görünümü

9. Güçlendirme

Burada yapıyla ilgili analiz tipi, yapının bilgi düzeyi, deprem aşılma olasılığı, hedeflenen performans düzeyi, analiz kapsamı ve etkin rijitlik hesaplama yöntemi gibi seçenekler işaretlenmiştir (Şekil 4.30).

Şekil 4.30. Güçlendirme sekmesi görünümü

10. Diğer

Analiz ayarları diğer sekmesinde rapor alırken projede yönetmeliklere göre uygunluk kontrolü yap, analiz seçenekleri ve çevresel etki sınıfı gibi seçenekler belirlenmiştir (Şekil 4.31).

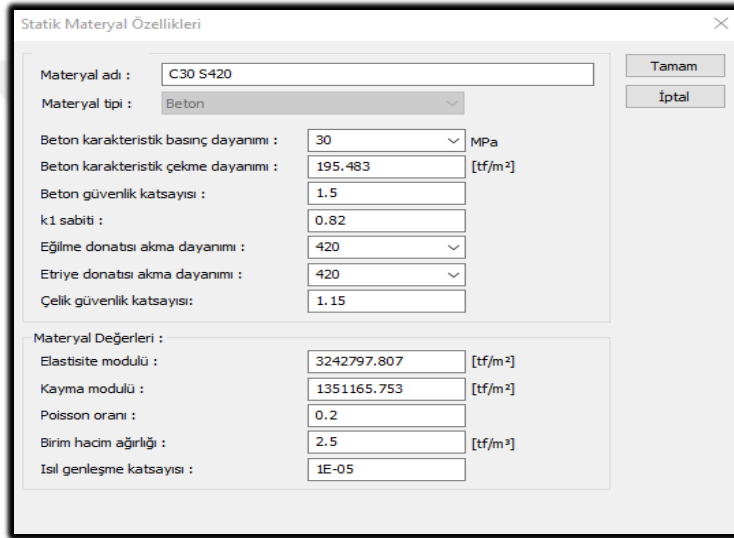
Şekil 4.31. Diğer sekmesi görünümü

4.2.7.2. Yapı elamanlarının materyal boyut seçimi ve geometri kontrolü

Bu bölümde betonarme yatay buğday deposu için materyal seçimi, yapı elamanlarının boyutlandırılması ve yönetmeliklere uygun geometri kontrolünün yapılması açıklanmıştır.

1. Materyal seçimi

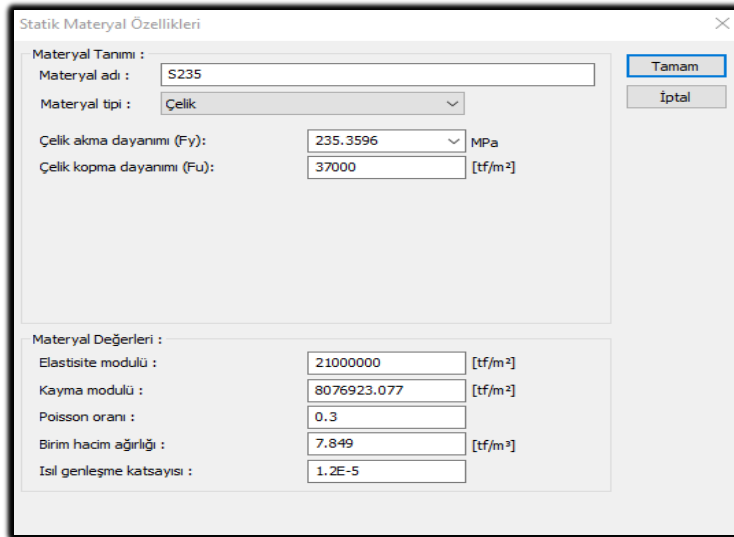
Buğday deposu için statik materyal olarak C30 beton ve S420 çeliği ve çelik çatı makası için S235 çeliği kullanılmıştır (Şekil 4.32 ve 4.33).



The screenshot shows the 'Statik Materyal Özellikleri' dialog box for concrete material. The 'Materyal adı' field is set to 'C30 S420' and the 'Materyal tipi' is 'Beton'. The 'Beton karakteristik basınç dayanımı' is 30 MPa, 'Beton karakteristik çekme dayanımı' is 195.483 [tf/m²], 'Beton güvenlik katsayısı' is 1.5, 'k1 sabiti' is 0.82, 'Eğilme donatısı akma dayanımı' is 420, 'Etriye donatısı akma dayanımı' is 420, and 'Çelik güvenlik katsayısı' is 1.15. The 'Materyal Değerleri' section includes 'Elastisite modülü' (3242797.807 [tf/m²]), 'Kayma modülü' (1351165.753 [tf/m²]), 'Poisson oranı' (0.2), 'Birim hacim ağırlığı' (2.5 [tf/m³]), and 'Isıl genleşme katsayısı' (1E-05). Buttons for 'Tamam' and 'İptal' are visible on the right.

Özellik	Değer	Birim
Materyal adı	C30 S420	
Materyal tipi	Beton	
Beton karakteristik basınç dayanımı	30	MPa
Beton karakteristik çekme dayanımı	195.483	[tf/m²]
Beton güvenlik katsayısı	1.5	
k1 sabiti	0.82	
Eğilme donatısı akma dayanımı	420	
Etriye donatısı akma dayanımı	420	
Çelik güvenlik katsayısı	1.15	
Materyal Değerleri :		
Elastisite modülü	3242797.807	[tf/m²]
Kayma modülü	1351165.753	[tf/m²]
Poisson oranı	0.2	
Birim hacim ağırlığı	2.5	[tf/m³]
Isıl genleşme katsayısı	1E-05	

Şekil 4.32. Statik materyal özellikleri sekmesi görünümü



The screenshot shows the 'Statik Materyal Özellikleri' dialog box for steel material. The 'Materyal adı' field is set to 'S235' and the 'Materyal tipi' is 'Çelik'. The 'Çelik akma dayanımı (Fy)' is 235.3596 MPa and 'Çelik kopma dayanımı (Fu)' is 37000 [tf/m²]. The 'Materyal Değerleri' section includes 'Elastisite modülü' (21000000 [tf/m²]), 'Kayma modülü' (8076923.077 [tf/m²]), 'Poisson oranı' (0.3), 'Birim hacim ağırlığı' (7.849 [tf/m³]), and 'Isıl genleşme katsayısı' (1.2E-5). Buttons for 'Tamam' and 'İptal' are visible on the right.

Özellik	Değer	Birim
Materyal adı	S235	
Materyal tipi	Çelik	
Çelik akma dayanımı (Fy)	235.3596	MPa
Çelik kopma dayanımı (Fu)	37000	[tf/m²]
Materyal Değerleri :		
Elastisite modülü	21000000	[tf/m²]
Kayma modülü	8076923.077	[tf/m²]
Poisson oranı	0.3	
Birim hacim ağırlığı	7.849	[tf/m³]
Isıl genleşme katsayısı	1.2E-5	

Şekil 4.33. Çelik çatı için materyal özellikleri sekmesi görünümü

2. Yapı elamanları boyut seçimi

- Temel boyutunun seçilmesi

Temel zemin yüzeyinden itibaren 40 cm olarak seçilmiştir (Şekil 4.34).

Döşeme Ayarları

Genel Ayarlar

Dokular

Yazılar

Statik

Yapı Bileşenleri

Genel :

Döşeme adı : D01

Döşeme rengi : 42

Döşemenin içini boya

Bileşik materyal kullan :

DEFAULT_MATERIAL (0.100)

Bileşik materyali ters çevir

Yükler :

Kaplama adı : Kullanıcı Tanımlı (0 tf/m²)

Q : Kullanıcı Tanımlı (3.47 tf/m²)

Sık kullanılanlar... Tamam İptal

Şekil 4.34. Döşeme ayarları sekmesi görünümü

- Kolon boyutunun seçilmesi

Aşağıda verilen şekilde kolon ayarlarına ait genel ayarlar sekmesinde kolon boyutlandırılması yapılmıştır (Şekil 4.35).

Kolon Ayarları

Genel Ayarlar

Yazılar

Statik/Betonarme

TBDY 2018

Isı Parametreleri

Rijitlik Azaltılması

Performans Analizi

Mantolama

Yapı Bileşenleri

Genel :

Kolon adı : S01

Grup adı :

Aktif tarama :

Renk : 12

Daire kolon nokta sayısı : 25

Çizgi tipi :

Büyüme sınırları : Siva :

Kalınlık : 3 cm

Renk : 119

Çizgi tipi :

Poligon Kolon

Boyutlar :

Genişlik : 40 cm

Yükseklik : 50 cm

Kağıklık X : 20 cm

Kağıklık Y : 27.5 cm

Üst Kot : -5 cm

Kot : 0 cm

Eğiklik : 0 cm

Materyal :

Tek materyal

Yüzey grubu : 1

Yüzey grubu : 2

Yüzey grubu : 3

Yüzey grubu : 4

Yüzey grubu : 5

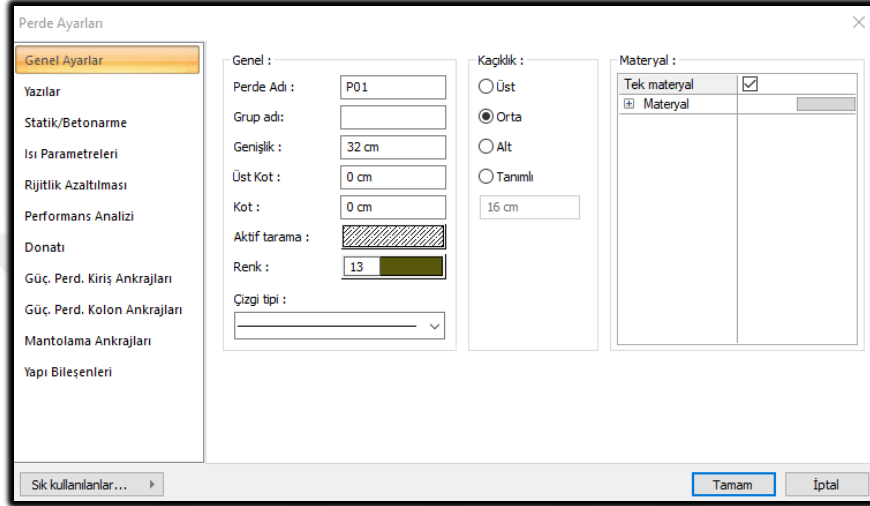
Yüzey grubu : 6

Sık kullanılanlar... Tamam İptal

Şekil 4.35. Kolon ayarları sekmesi görünümü

- **Perde duvar boyutunun seçilmesi**

Perde duvar boyutlandırılırken minimum perde duvar kalınlığı kat yüksekliğinin 1/16' sından az olamaz (TBDY 2018, 2018). Bu nedenle perde kalınlığı 32 cm seçilmiştir (Şekil 4.36).

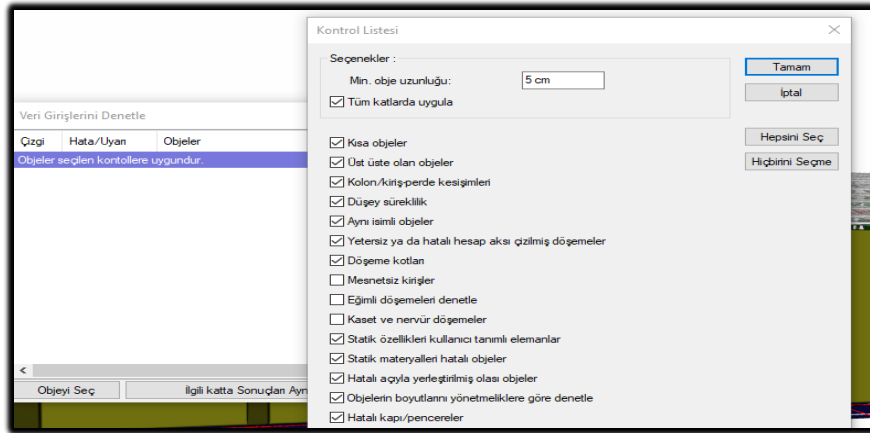


Şekil 4.36. Perde ayarları sekmesi görünümü

- **Çelik konstrüksiyon elamanlarının seçilmesi**

Çelik çatı elamanları Amerikan AISC 360-10 (LRFD) yönetmeliğine göre yeterli olacak minimum kesitler seçilmiştir.

- **Geometri Kontrolü**



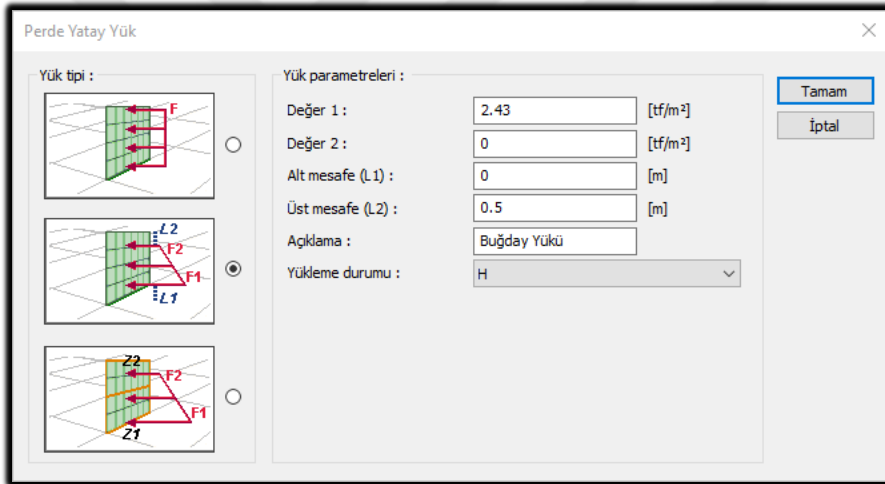
Şekil 4.37. Yapı elamanları geometri kontrolü listesi ve sonuç görünümü

4.2.7.3. Buğday deposuna etkiyen yüklerin programa aktarılması

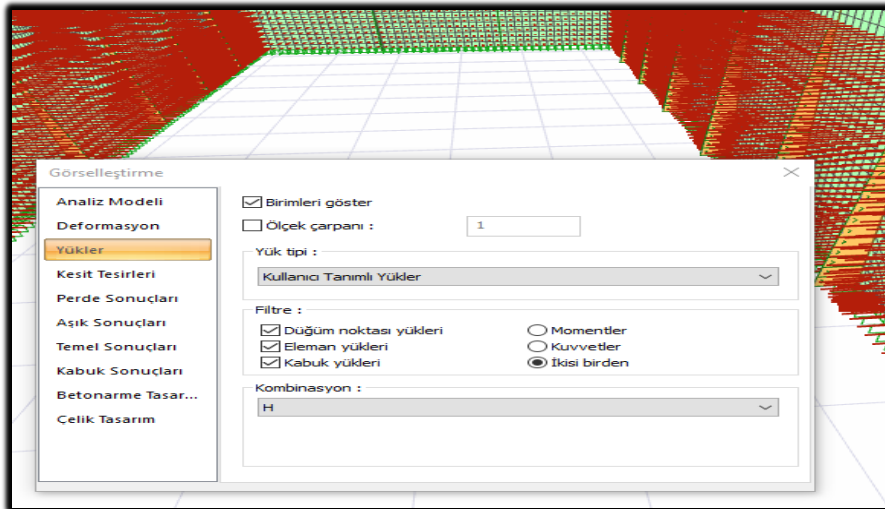
İdeCAD® Statik IDS v10 programında projelendirilen buğday deposuna etkiyen buğday yükü ve kar yükü daha önceki bölümlerde hesaplanmıştır. Bu bölümde programa harici veri girişi yapılması gereken yükler buğdayın yanal ve temele yapacağı düşey yükü ile birlikte deponun çatısına etkiyen kar yükü değerleri olacaktır. Diğer bütün yükler ve yük kombinasyonları program tarafından hesaplanarak yapıya etki ettirilecektir.

1. Buğday yükü

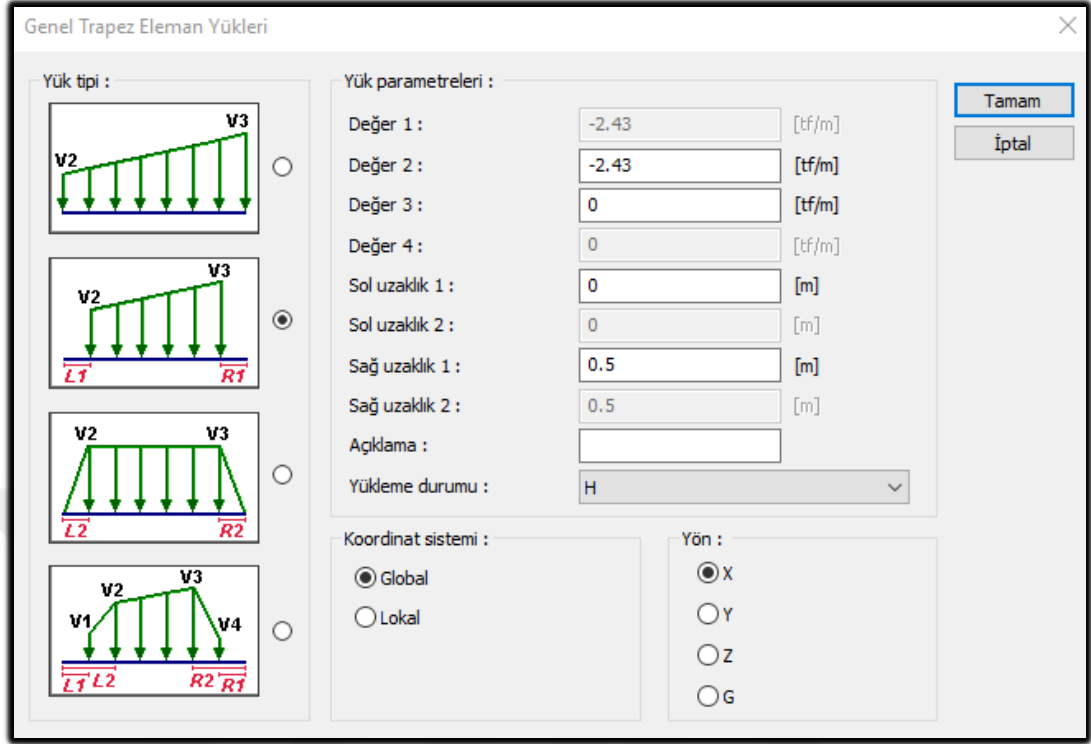
Yapı elamanlarından perde ve kolonlara etkiyen yükleme tipi, parametreleri ve görselleri Şekil 4.38, 4.39 ve 4.40' ta verilmiştir.



Şekil 4.38. Paneller için yanal yük ekranı

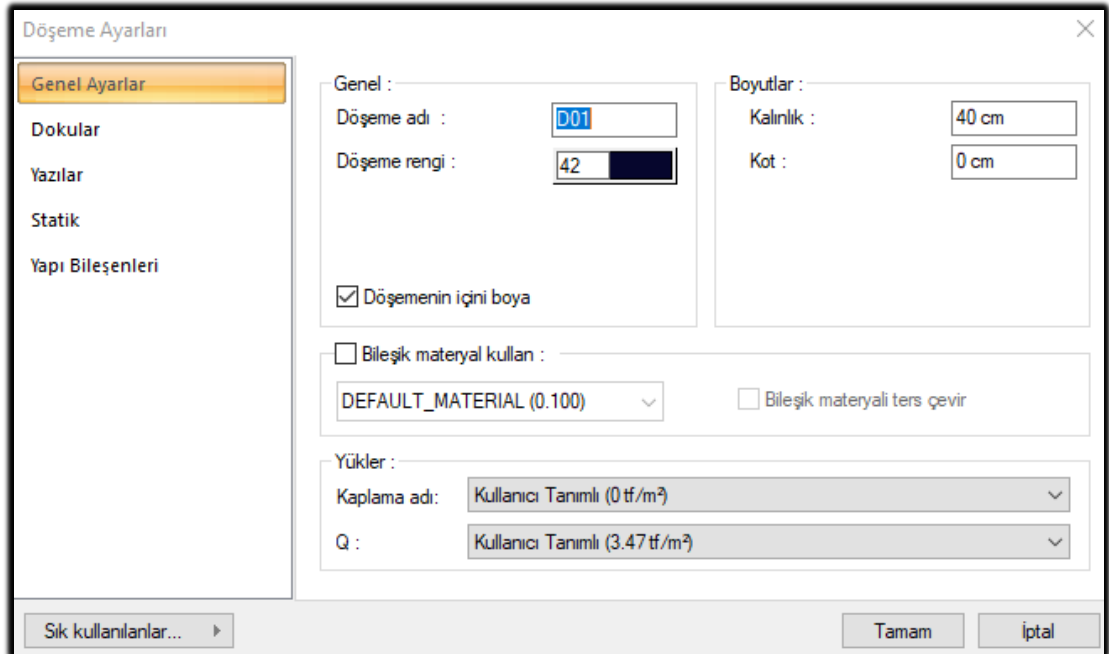


Şekil 4.39. Paneller ve kolonlar için yatay yük görseli



Şekil 4.40. Kolonlar için yanal yük görünümü

Buğdayın temele etkileyen yükü $1.500/(12 \times 36) = 3,47 \text{ t/m}^2$ olup bu değer döşeme ayarları genel ayarlar sekmesinde gösterilmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Döşeme ayarları genel ayarlar sekmesi görünümü

2- Kar yükü

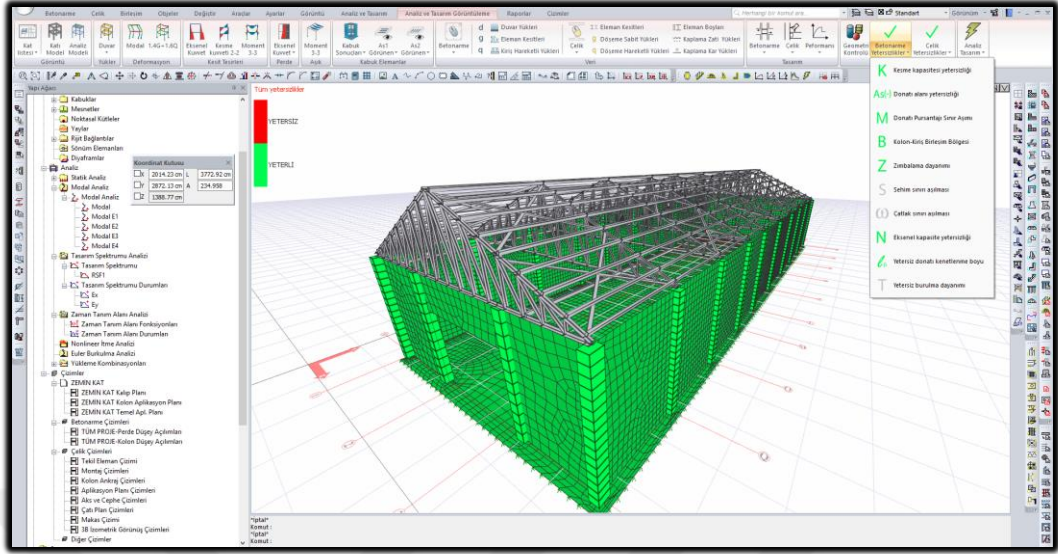
Kaplama ayarları statik sekmesine daha önceki bölümlerde hesaplanan kar yükü hesap değeri girilmiştir (Şekil 4.42). Ayrıca 0,50+0,40+(60 mm dolgulu), Poliüretan (PUR) yalıtımlı sandviç çatı paneli kaplama ağırlığı 6,92 kg/m² olarak alınmıştır (Anonim, 2019e).

Statik :	
Birim ağırlık :	6.92 [kgf/m ²]
Kar yükü :	86.676 [kgf/m ²]
Hareketli yük :	
Kullanıcı Tanımlı (0 kgf/m ²)	
<input type="checkbox"/> Kullanıcı tanımlı rüzgar yükleri :	
+ X :	40.789 [kgf/m ²]
- X :	-20.394 [kgf/m ²]
+ Y :	5.404 [kgf/m ²]
- Y :	-20.394 [kgf/m ²]

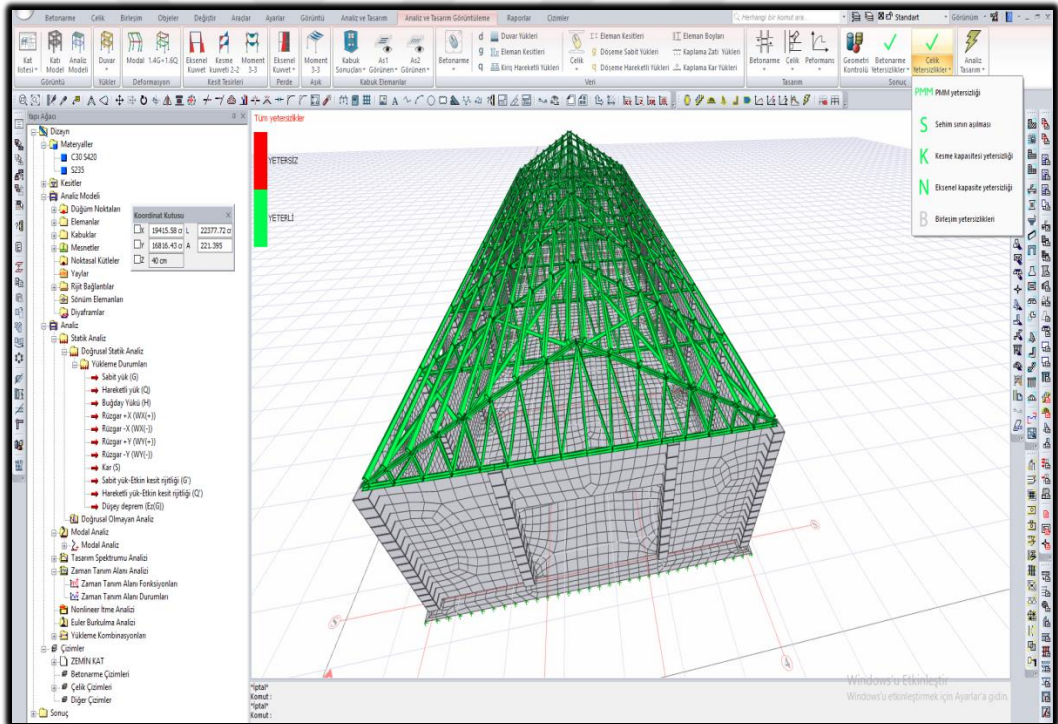
Şekil 4.42. Kar yükü girişi görünümü

4.2.7.4. Buğday deposu analiz sonucu kesitlerin yeterlilik durumu

Program tarafından yapılan analiz sonucunda betonarme ve çelik yapı elemanları için tüm yetersizlikleri gösteren ekran görüntüleri Şekil 4.43 ve 4.44' te verilmiştir. Burada kırmızı renk yetersizlik ve yeşil renk kesitlerin yeterli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.43. Betonarme tüm yetersizlikler görünümü



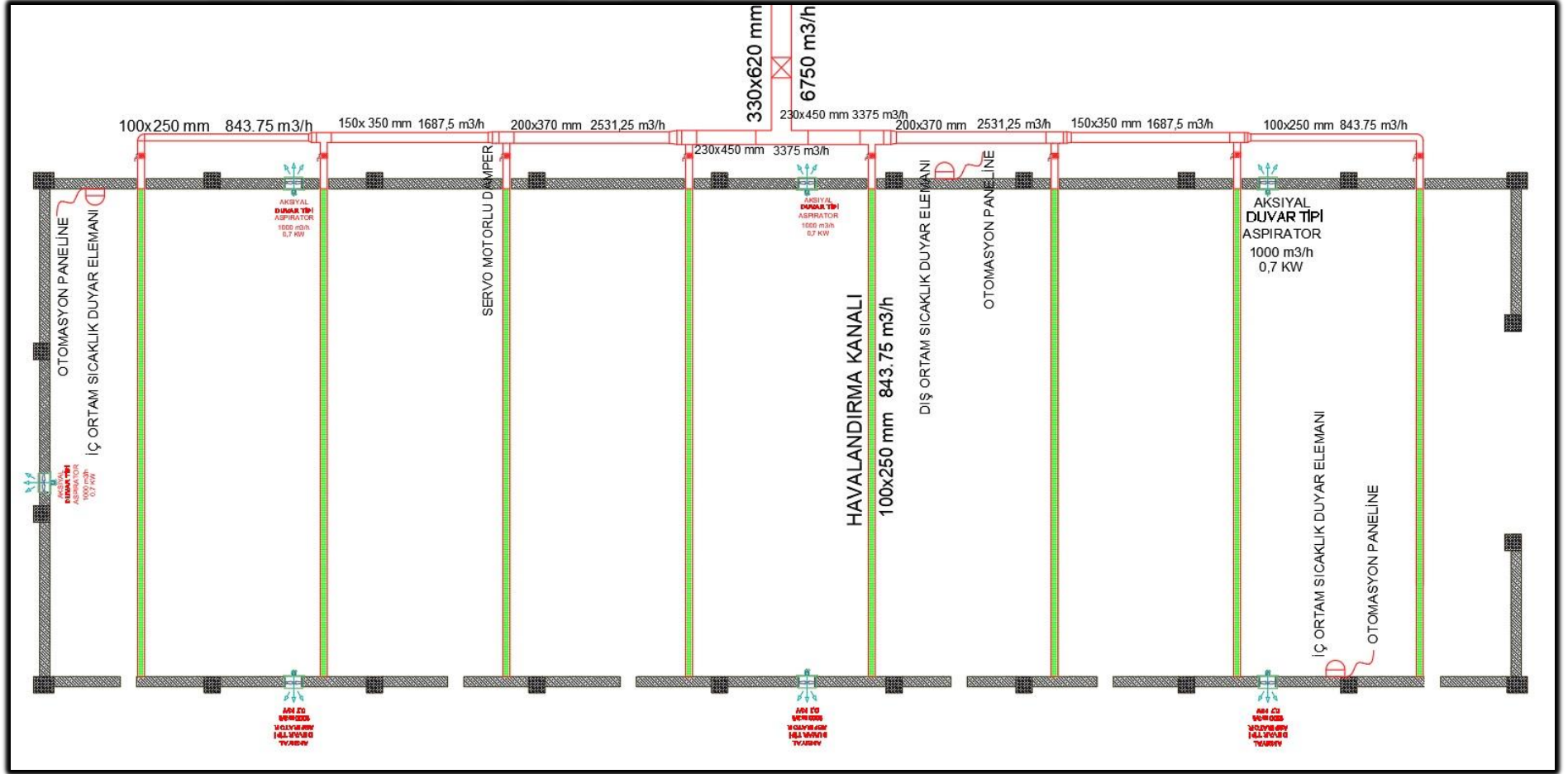
Şekil 4.44. Çelik tüm yetersizlikler görünümü

4.2.8. Metraj ve keşif

Betonarme yatay buğday deposunun yaklaşık maliyet hesaplamalarında yapı elamanlarının ilgili poz numaraları ve 2019 yılına ait birim fiyatları e-hakediş yaklaşık maliyet, hakediş ve kesin hesap programından alınmıştır (Oska, 2019).



Şekil 4.47. Depoda kullanılacak havalandırma kanalı tipi (Tutar, 2010)



Şekil 4.48. Depo havalandırma kanalı yerleşim planı

Çizelge 4.5. Mekanik tesisat havalandırma sistemi yaklaşık maliyeti

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	251-101	1.000 m ³ /h' a kadar, Toplam basıncı 225 Pa (25 mm SS' na) kadar, radyal vantilatörler veya aspiratörler (Tek veya çift emişli) (TSE kalite belgeli)	Adet	7,00	1.630,00	11.410,00
2	261-902	Hijyenik ön izoleli gofrajlı alüminyum panellerden hava kanalı 20 mm yalıtım kalınlık 80/200 µ Al kaplama	m ²	139,30	191,00	26.606,30
3	263-101	0.10 m ² ' ye kadar hava damperi	m ²	0,20	954,00	190,80
4	269-103	Alüminyumdan panjur	m ²	24,00	482,00	11.568,00
5	270-000	Tel kafes	m ²	24,00	68,50	1.644,00
					Toplam:	51.419,10 ₺

Çizelge 4.6. Mekanik tesisat klima santrali yaklaşık maliyeti

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	206-507/B	Bakır boru (et kalınlığı 1.5 mm, dış çapı: 20 mm) (Fosfor-Bakır alaşımlı, kaynaklı, %25)	m	5,00	29,70	148,50
	206-902	Bakır boru (Fosfor-Bakır alaşımlı, kaynaklı) montaj malzeme bedeli	-	0,25	148,50	37,13
2	206-514/B	Bakır boru (et kalınlığı 1.5 mm, dış çapı: 40 mm) (Fosfor-Bakır alaşımlı, kaynaklı, %25)	m	5,00	62,00	310,00
		206-902 Bakır boru (Fosfor-Bakır alaşımlı, kaynaklı) montaj malzeme bedeli	-	0,25	310,00	77,50
3	241-408	(1/2") 22 Ø mm 19 mm, Kauçuk esaslı prefabrik boru ile soğuk hat yalıtımı	m	5,00	5,65	28,15
4	241-423	(1 ¼") 42 Ø mm 19 mm, Kauçuk esaslı prefabrik boru ile soğuk hat yalıtımı (TS EN 14313)	m	5,00	8,69	43,45
5	251-207	8.000 m ³ /h'lık, Toplam basıncı 450 paskala (50 mmSS' na) kadar, Radyal vantilatörler veya aspiratörler (Tek veya çift emişli) (TSE kalite belgeli)	Adet	1,00	3.278,00	3.278,00

Çizelge 4.6. Devamı

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
6	254-205	5001-10.000 m ³ /h' lik, elemanları temizlenebilen, kuru hava filtresi (madeni veya sentetik tip)	Adet	2,00	341,55	683,10
7	257-209	(150.000 kcal/h) 165 kW, Bakır boru, bakır veya alüminyum kanatlı, galvanizsiz ısıtıcı veya PN 25 gerektiren haller için, dikişsiz çelik çekme boru, dizme çelik kanatlı sıcak galvanizli ısıtıcı	Adet	1,00	3.270,00	3.270,00
8	258-211	(60.000 kcal/h) 66 kW, Bakır boru, bakır veya alüminyum kanatlı, soğutucu, (4 atm basıncına kadar) (Galvaniz veya plastik esaslı yoğunlaşma tavası dahil)	Adet	1,00	3.470,00	3.470,00
9	260-601	BFT 260-600' ün aynı özelliklerde, 30 mm' ye kadar cam yünü veya taş yünü ile izolasyonlu hücre, havalandırma ısıtma klima santrali hücresi	m ²	19,00	364,59	6.927,21
10	263-105	1,50 m ² ' ye kadar hava damperi	m ²	1,40	483,00	676,20
11	25.458.3005	Soğutma kapasitesi 112-140 kW'a kadar, Direkt Genleşmeli (Dx) - Heat Pump (Dx) Bataryalar	Adet	1,000	7.491.10	7.491.10
12	25.490.1117	Soğutma kapasitesi (nom) 110 kW, ısıtma kapasitesi (nom): 120 kW, Tümü frekans kontrollü kompresörlü dış ünite veya dış ünite grubu	Adet	1,00	90.580,00	90.580,00
					Toplam:	117.019,44 ₺

Mekanik tesisat otomasyon sistemine ait yaklaşık maliyet hesabına ilişkin bilgiler Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

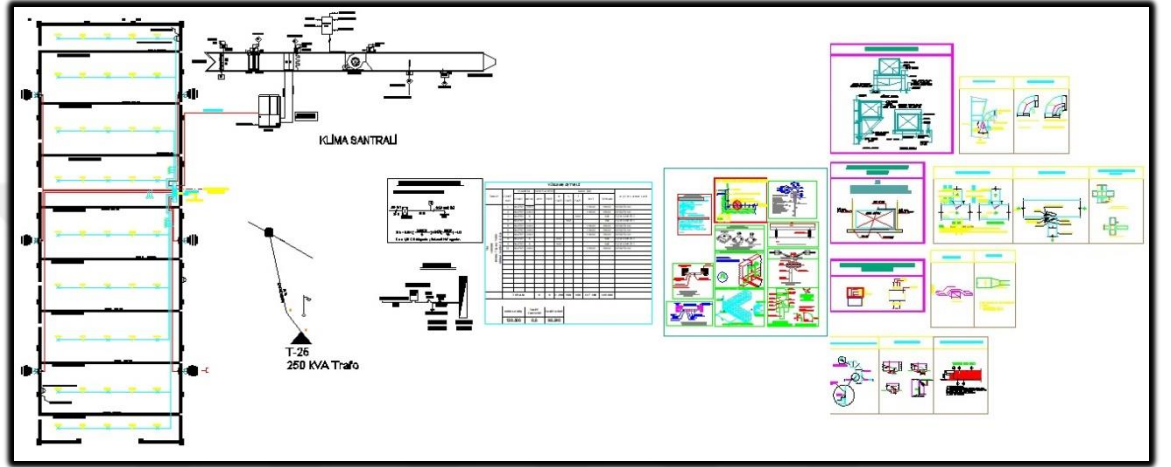
Çizelge 4.7. Mekanik tesisat otomasyon sistemi yaklaşık maliyeti

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	315-101	Mahal tipi elektronik sıcaklık duyar elemanı	Adet	2,00	163,00	326,00
2	315-105	Dış hava tipi elektronik sıcaklık duyar elemanı	Adet	1,00	139,00	139,00
3	315-401	Hava için basınç duyar eleman	Adet	1,00	709,00	709,00
4	319-304	4 Kontrol döngüsü içeren iklimlendirme Kontrol paneli	Adet	1,00	3.540,00	3.540,00
5	320-600	Uzaktan ayar noktasını değiştirme ünitesi ilavesi, elektronik sıcaklık kontrol paneline ilaveler için ödenecek farklar	Adet	10,00	215,00	2.150,00
6	327-351	0.4 m ² ve daha küçük alanlı damperler için, oransal damper servomotoru	Adet	8,00	792,00	6.336,00
7	327-353	1.0-2.0 m ² alanlı damperler için, oransal damper servomotoru	Adet	1,00	934,00	934,00
8	328-151	0.4 m ² ve daha küçük alanlı damperler için, acil durum konumlandırma ilavesi	Adet	8,00	744,00	5.952,00
9	328-153	1.0-2.0 m ² alanlı damperler için, acil durum konumlandırma ilavesi	Adet	1,00	985,00	985,00
10	Rayiç-2	daldırma tip türbin hava debimetresi	Adet	1,00	7.854,00	7.854,00
					Toplam:	28.925,00 ₺

Mekanik sistem yaklaşık maliyeti genel toplamda; 51.419,10 + 117.019,44 + 28.925,00 = 197.363,54 ₺' dir.

4.2.8.2. Elektrik metrajı ve keşfi

Yapı elamanlarının mekanik metrajları buğday deposunun Şekil 4.49' da verilen elektrik projesine göre hazırlanmıştır.



Şekil 4.49. Buğday deposu elektrik proje çizimi

Elektrik tesisatına ait yaklaşık maliyet Çizelge 4.8' de verilmiştir.

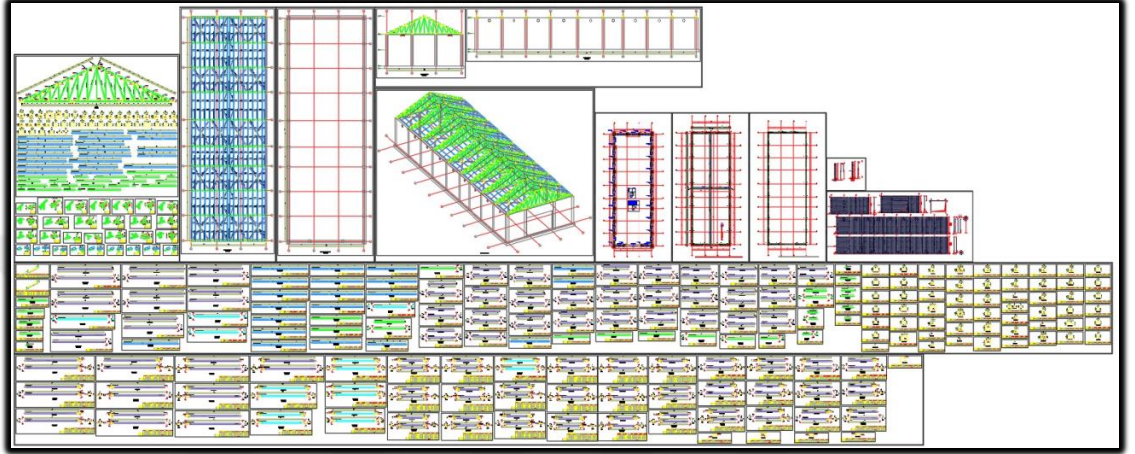
Çizelge 4.8. Elektrik tesisatı yaklaşık maliyeti

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	03.1.2-002	Ø8mm içi dolu bakır bara (0.45 kg/m)	kg	5,00	69,09	345,45
2	05.1.I	Boyalı kaynaklı demir direk (Şehir içi)	kg	887,00	9,61	8.524,07
3	05.4.I	Boyalı demir travers ve konsol (Şehir içi)	kg	123,00	10,70	1.316,10
4	08.1	Galvanizli sac kablo kanalı (2mm)	kg	30,00	10,00	300,00
5	11.4-009	36kV VHD-35 H.H. sis tipi mesnet izolatörü	Adet	6,00	98,85	593,10
6	11.5-017	C-35 demir travers için (Taşıyıcı) izolatörü demiri	Adet	6,00	14,84	89,04
7	15.2-010	36kV, 10kA ZnO Parafudur	Adet	3,00	446,75	1.340,25
8	17.7-008	36kV, 630A, 12.5kA harici tip sigortalı ayırıcı	Adet	1,00	3.161,08	3.161,08
9	17.9-023	36kV, 2-20A OG sigorta patronu	Adet	3,00	47,46	142,38
10	24.4.2-004	250kVA'lık 3x400 A oto şalterli harici tip AG panosu	Adet	1,00	6.311,93	6.311,93
11	26.2-002	Tehlike levhası (Alüminyum-Orta)	Adet	3,00	10,48	31,44
12	30.2.2	50 mm ² NYY kablo ve gömülmesi	m	40,00	28,15	1.126,00
13	30.3.1	2 m uzunluğunda, galvanizli 65x65x7'lik köşebent ve 5 metre şerit ve bunların gömülmesi	Adet	3,00	335,27	1.005,81
14	30.4.1	Galvanizli örgülü çelik tel ve gömülmesi	m	5,00	35,03	175,15
15	31.6.3-010	33/0.4-0.231kV, 250kVA Hermetik Trafo	Adet	1,00	22.041,35	22.041,35
16	32.1-041	1kV, 3x150s mm ² NYY Kablo (yeraltına-toprak kanala ana kablo)	m	15,00	191,58	2.873,70
17	32.15-002	35kV, 1x50s/16 mm ² XLPE Kablo (beton kanala, direğe, duvara)	m	90,00	38,77	3.489,30
18	32.19-002	35kV, 1x50s/16 mm ² XLPE Kablo (aynı toprak kanala ilave döşenen)	m	170,00	34,91	5.934,70
19	32.25.1-002	35kV, 1x50s/16 mm ² YE3SV Harici Kablo Başlığı	Adet	3,00	1.143,65	3.430,95
					Toplam:	62.231,80 ₺

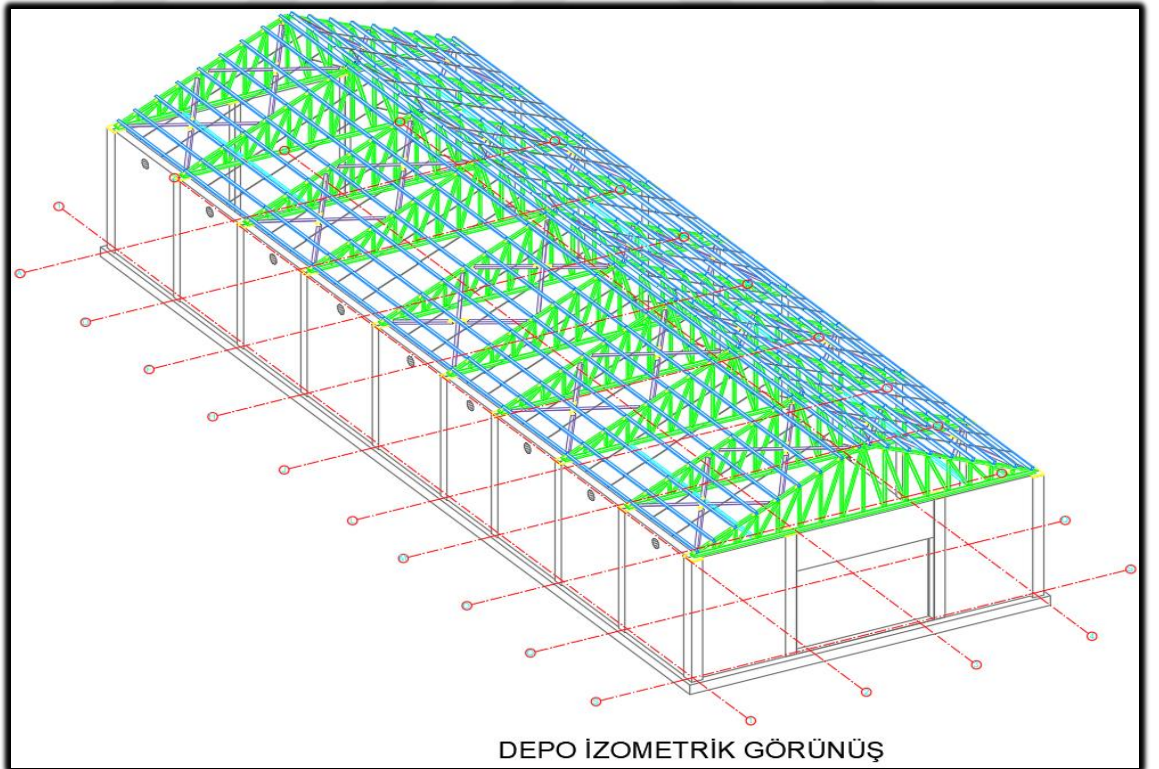
Elektrik tesisatı yaklaşık maliyeti= 62.231,80 ₺' dir.

4.2.8.3. İnşaat metrajı ve keşfi

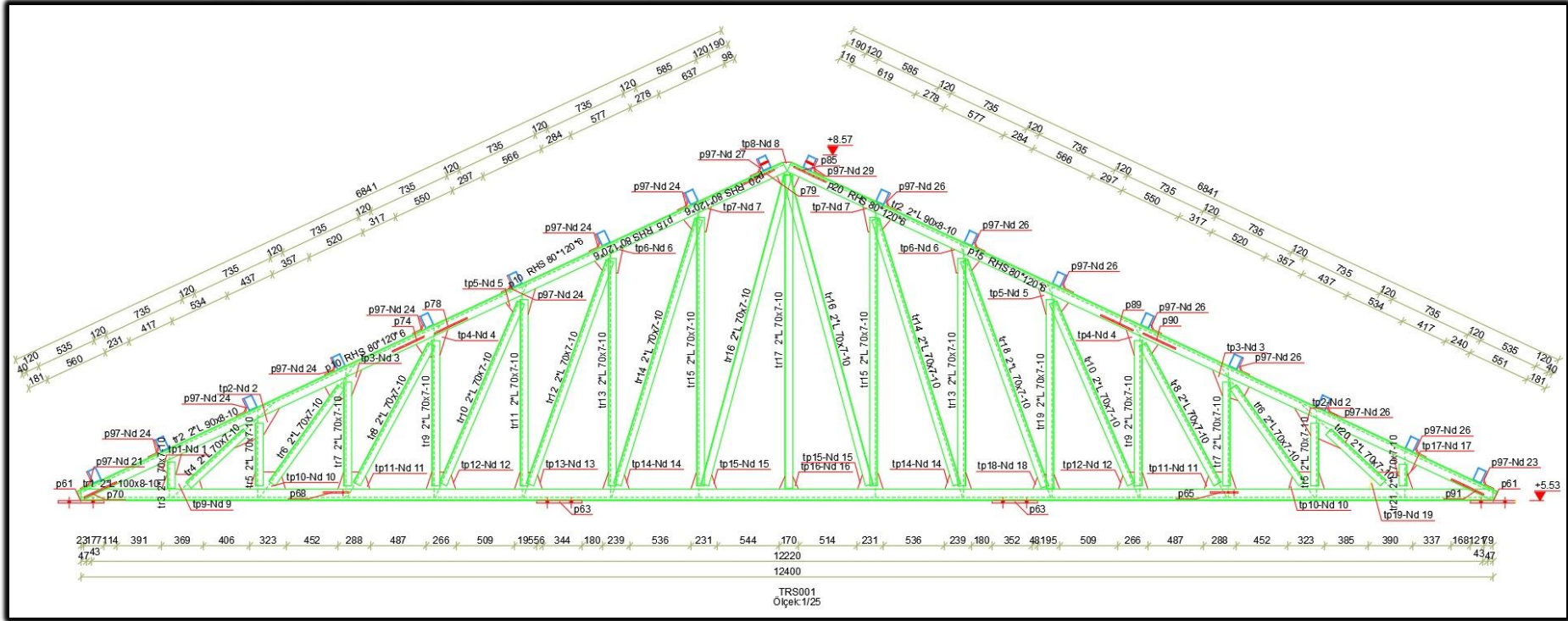
Yapı elamanlarının inşaat metrajları ve yaklaşık maliyeti buğday deposunun Şekil 4.50, 4.51 ve 4.52' de verilen depo projelerine göre hazırlanmıştır.



Şekil 4.50. Buğday deposu statik proje çizimi



Şekil 4.51. Buğday deposu genel görünüşü



Şekil 4.52. Depo çelik makas çizimi

Çizelge 4.9. Statik yapı elamanları yaklaşık maliyeti

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim	Tutarı
1	15.153	Tuvenan kum, çakıl veya stabilize ile dolgu yapılması	m ³	48,601	10,43	506,91
2	04.614/100C	0,50+0,40+(60 mm dolgulu), Poliüretan (PUR) yalıtımlı sandviç çatı paneli (TS EN 14509)	m ²	656,270	81,00	53.157,87
3	25.016	Demir imalatın iki kat sülyen ve iki yağlı boya ile boyanması	m ²	35,000	40,45	1.415,75
4	A07	Silindirli traşlı dış kapı kilidinin yerine takılması	Adet	1,000	50,38	50,38
5	A08	Kapı kolu ve aynalarının yerine takılması (Kromajlı)	Adet	1,000	17,88	17,88
6	A10	Menteşenin yerine takılması	Adet	3,000	2,93	8,79
7	A12	Sürgünün yerine takılması (Düşey tespit takımı)	Adet	1,000	3,75	3,75
8	Y.15.001/2B	Makine ile her derinlik ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (Derin kazı)	m ³	48,601	5,44	264,39
9	Y.16.050/16	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	350,910	227,61	79.870,63

Çizelge 4.9. Devamı

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
10	Y.16.050/21	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 8/10 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	72,902	262,30	19.122,19
11	Y.16.050/22	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 12/15 basınç dayanım sınıfında, beyaz renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	48,602	269,80	13.112,82
12	Y.23.014	Ø8-12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	7,162	26,55	12.903,57
13	Y.18.461/022	4,3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-10 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcılı bir yüzü mineral kaplı polimer bitümlü örtü ile tek kat su yalıtımı yapılması	m ²	486,010	82,05	40.459,02
14	Y.19.055/006	8 cm kalınlıkta yüzeyi pürüzlü veya pürüzlü kanallı ekstrüde polistren levhalar (XPS - 200 kPa basınç dayanımlı) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (Mantolama)	m ²	493,102	17,69	8.597,52

Çizelge 4.9. Devamı

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
15	Y.19.058/002	4 cm kalınlıkta yüzeyi düzgün levhalar (XPS - 200 Kpa basınç dayanımlı) ile yatayda (zemin yada arakat döşeme betonu üzerinde vb.) ısı yalıtımı yapılması	m ²	486,010	24,20	11.761,44
16	Y.19.085/008	Çimento esaslı polimer modifiyeli iki bileşenli kullanıma hazır yalıtım harcı ile file takviyeli olarak, 3 kat halinde toplam 2 mm kalınlıkta su yalıtımı yapılması	m ²	486,010	57,48	69.343,87
17	Y.21.001/03	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	1.206,400	4.029,78	28.861,28
		N.YF.07 Demir nakli	Ton	7,520	158,24	166,09
18	Y.23.015	Ø14-28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	21,580	3.965,28	85.570,74
		N.YF.07 Demir nakli	Ton	23,091	158,24	166,09
19	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması	Ton	31,366	7.529,71	236.176,88
		N.YF.26 Profil nakli	Ton	33,593	158,24	166,09

Çizelge 4.9. Devamı

S. No	Poz No	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
20	Y.23.167	Çeşitli profil demiri ve sac levhalardan münferit imalat yapılması ve yerine konulması (su depoları ve benzeri)	kg	398,600	11,44	4.559,98
		N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,219	49,74	10,89
		N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,219	166,09	36,37
21	Y.25.004/10	Brüt beton, sıvalı veya eski boyalı yüzeylere, astar uygulanarak ısı yansıtma özellikli boya yapılması (dış cephe)	m ²	31,86	15.710,23	12.524,79
22	Y.27.562/011	İnorganik bağlayıcı hazır (fabrikasyon) kaba/ince sıva harcı (TI, WI, CSI) ile iç veya dış yüzeylere 3 cm kalınlıkta sıva yapılması	m ²	68,34	67.397,18	59.823,13
Toplam:						759.583,97 ₺

İnşaat kalemleri olarak yaklaşık maliyet = 759.583,97 ₺ olarak hesaplanmıştır.

1.500 ton kapasiteli buğday deposunun yaklaşık maliyeti;

Mekanik tesisat=197.363,54 ₺, Elektrik tesisatı=62.231,80 ₺, İnşaat kalemleri=759.583,97 ₺ olmak üzere toplam yaklaşık maliyet; 1.019.179,31 ₺ olarak hesaplanmıştır.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hem insan beslenmesinde gıda hammaddesi hem de bir sonraki yıl bitkisel üretim için tohumluk olarak kullanılacak tohumların geçen süre içerisinde kalitelerini muhafaza etmeleri gerekmektedir. Piyasaya sağlıklı ve sürekli bir gıda hammaddesi arzı sağlayabilmek için ideal depo ortamının oluşturulması gerekmektedir. Bu ideal ortamın yaratılması ancak teknik anlamda bir depolama yapısının projelendirilmesi ile mümkündür. Kurallarına ve tekniğine uygun bir depolama yapısı tasarlanmadığı durumlarda üreticiden alınıp depoya konulan üründe kalite kayıpları meydana gelebilecek ve insan sağlığı açısından çeşitli olumsuz durumlar ortaya çıkabilecektir. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kurallarına ve tekniğine uygun bir depolama yapısının projelendirilip tasarlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada, Iğdır ili, ilçe ve köylerindeki bitkisel ürün depoları ile ilgili anket çalışması yapılarak mevcut durumları araştırılmıştır. Anket sonuçlarına bağlı olarak mevcut durumda yapılmış olan depoların eksiklikleri tespit edilmiştir. Bu eksiklikler göz önünde bulundurularak buğday tahılı için 1.500 ton depolama kapasitesine sahip yatay bir betonarme deponun teknik verilere uygun şekilde planlanması yapılmıştır. Bu bağlamda depolama yapısının duvarlarına gelen basınçlar araştırmacılar tarafından geliştirilen yazılım yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca projelendirmenin diğer safhalarında ideCAD® Statik IDS v10, AUTOCAD 2018 ve yaklaşık maliyeti için e-hakedişCAD bilgisayar destekli yazılımlar da kullanılmıştır.

Anket çalışmaları sonucunda, araştırmaya alınan 12 bitkisel ürün depolarının %33,33' ü soğuk hava depoları ve %8,33' ü Toprak Mahsulleri Ofisi silolarında ürünlerin kontrollü olarak depolandığı, ancak %58,33' lük kısmı ile çoğunluğu oluşturan bitkisel ürün depolarının yıllar önce yapıldığı, projelerinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Köylerde tespit edilen aile tipi depoların ilkel yollarla yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan teknik incelemelerde depo yapılarının çoğunda çatı eğim açılarının kullanılan çatı malzemesi ve bölgenin çevre koşullarına uygun olmadığı, depolanacak ürünlere yönelik sağlıklı doğal ve mekanik havalandırmanın yapılmadığı, depolara yönelik su ve ısı yalıtımının sağlanmadığı, ürün depolanmasının kısa süreli ve depo ortamının sağlıklı olmadığı belirlenmiştir. Çevre koşulları ve depolanacak

ürünlerin karakteristik özelliklerine uygun yapılmayan bu depolarda depolanan bitkisel ürünlerin yeterince korunamayacağı ve ürünlerin kalitelerinin iyi bir şekilde sürdürülmesinin mümkün olamayacağı tespit edilmiştir.

1.500 ton buğday tahılının depolama yapısında emniyetli ve güvenli bir şekilde depolanabilmesi ve depolama yapısının servis ömrünün uzun süreli olabilmesi için depo duvar kalınlığı 32 cm ve döşeme kalınlığı 40 cm olarak belirlenmiştir.

Depolamanın kontrollü bir şekilde sürdürülebilmesi için mekanik havalandırma sistemi projelendirilmiştir. Sonuç olarak depo ortamında gerek depolanan ürünün solunumu gerekse de diğer faaliyetler sonucunda depo ortamında kirlenmiş havanın dışarı atılarak taze havanın içeri alınabilmesi 8 adet ve 250x100 mm kesitli havalandırma kanalı tasarlanmıştır. Taze havanın sağlanabilmesi için etkili fan gücü 1.140 W olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında 1.500 ton buğday tahılının depolanması düşünüldüğünden dolayı üründe düşük sıcaklık nedeniyle donma yüksek sıcaklık nedeniyle kızışma, böceklenme, küflenme gibi bozulma olayları meydana gelebilecektir. Iğdır ilinin uzun yıllar sıcaklık değerleri -18 ile 38 °C arasında değişim gösterdiğinden depo iç ortamının ısıtılması ve soğutulması için otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Bu nedenle depo iç ortam sıcaklığı 15 °C' nin üzerine çıktığında sistem soğutma, +3 °C' nin altına indiğinde ısıtma ve +5 °C bekleme modu olacak şekilde tasarlanmıştır. Buna göre ideal depolama ortam havasının sağlanması için toplam ısı ihtiyacı 44636,28 W olarak hesaplanmıştır. 38 °C' deki dış ortamdan alınan havayı depo için ideal duruma getirmede toplam soğutma ihtiyacı 105.157,42 W olarak hesaplanmıştır. Bu koşullar sağlandığında depolama süresince daha kaliteli ve sağlıklı bir ürün piyasa arz edilebilecektir.

Projelemesi yapılan buğday deposunun 2019 yılına ait birim fiyatlarına göre Mekanik sistem yaklaşık maliyeti 197.363,54 ₺, Elektrik tesisatı yaklaşık maliyeti 62.231,80 ₺, İnşaat kalemleri yaklaşık maliyeti 759.583,97 ₺ olmak üzere toplam yaklaşık maliyeti 1.019.179,31 ₺ olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak depolanan bitkisel ürünleri daha uzun süre ve kalitesi bozulmadan depolamak ve geliştirmek için birçok etkenin olduğu bilinmektedir. Bu etkenlerden en

önemlileri, bitkisel ürün deposu projelerinin hazırlanmasında konu ile ilgili kurum ve kuruluşlardaki uzman görüşleri alınması, projenin teknik yapısı inşaat kurallarına uygun olması, ısı ve su yalıtımı yeterli olması, ürünlerin depolanmasında etkili olan çevre koşullarına ve depolanacak ürün için istenen depo ortam sıcaklığına elverişli olmasıdır. Yapılacak olan depolar ısı ve su yalıtımı mantolama tekniğine (binanın temel tabanı dâhil, temel, duvar ve çatı dış yüzeylerine ısı yalıtım sistemi yapılması) göre yapılmalıdır. Ayrıca depolanan ürünün ortam sıcaklığı depolanacak ürünün karakteristik özelliğine göre kontrol altına alınmadığı zaman depolanan bitkisel ürünlerde kısa sürede bozulmalar, küflenme, böceklenme ve ürün kaybı gibi istenmeyen durumlar meydana gelecektir. Bu nedenle depolanan ürünün uygun depolama ortam sıcaklığının sağlanması için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Altan A., 2002. *Tahıl İşleme Teknolojisi(Yayınlanmamış Ders Notları)*, Adana, 150s.
- Anonim, 2015. Tarımsal Yapılar Kitabı.
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Tar%C4%B1msal%20Yap%C4%B1lar.pdf Erişim Tarihi (22.04.2019).
- Anonim, 2018. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318-2.htm> Erişim Tarihi (22.04.2019).
- Anonim, 2019a. Iğdır İli Coğrafi Yapısı, İklim ve Bitki Örtüsü, <http://www.igdir.gov.tr/cografya-yapisi>, Erişim Tarihi (22.04.2019).
- Anonim, 2019b. Meteorolojik veri bilgi sunum satış ve bilgi merkezi, <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace> Erişim Tarihi (27.04.2019)
- Anonim, 2019c. Yaklaşık Maliyet, Hakediş ve Kesin hesap Programı, <http://www.oska.com.tr/e-hakedis> Erişim Tarihi (22.04.2019).
- Anonim, 2019d. Pencere ve Kapı Isı Geçirgenlik Katsayıları ve Hesabı, <https://www.thesisat.org/pencere-ve-kapi-isi-gecirgenlik-kat-sayilari-ve-hesabi.html> Erişim Tarihi (27.04.2019).
- Anonim, 2019e. Sandviç Panel Teknik Özellikleri, <http://www.atermit.com/Urunler/sandvic-teknik-ozellikleri> Erişim Tarihi (27.04.2019).
- Anonymous, 1983. *Structures and Environment Handbook* Chapter 101.1: Loads, 11th Edition, MWPS. USA, 3p.
- Anonymous, 1990. *Toprak Mahsulleri Ofisi Alım ve Muhafaza İşleri İzahnamesi*. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Yayın No: 253, Cilt I. Ankara, 262s.

- Arthur F.H., Casada M.E., 2010. Directional flow of summer aeration to manage insect pests in stored wheat. *Applied engineering in agriculture*, 26(1), 115-122.
- Arthur F.H., Casada M.E., 2005. Feasibility of summer aeration to control insects in stored wheat. *Applied engineering in agriculture*, 21(6), 1027-1038.
- Ayuga F., Guaita M., Aguado P.J., Couto A., 2001. *Discharge and the eccentricity of the hopper influence on the silo wall pressures*. Journal of Engineering Mechanics, 127(10), 1067-1074.
- Cao Y., Li G., Zhang Z., Chen L., Li Y., Zhang T., 2010. *The specific heat of wheat*. 10th International Working Conference on Stored Product Protection, Julius-Kühn-Archiv, pp: 425. 247.
- Döven S., 1998. TMO *Doğankent Kurutma ve Depolama Tesislerinin Kurutma, Depolama ve Aktarma Düzenlerinin İncelenmesi*. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Lisans Tezi, Adana, 47s.
- Ekmekyapar T., 1993. *Tarımsal İnşaat*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 151, Erzurum, 197s.
- Elgün A ., Ertugay Z., 2002. *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718, Dördüncü baskı, Erzurum, 411s.
- Gözüm A.V., 1992. *Dökme hububat depolamada karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 53s.
- Harner J.P., Higgins R.A., 1987. *Storing Wheat*. Kansas State University, Cooperative Extension Service Agricultural Engineering 1-8, MF 855, Kansas. 4p.
- Hellevang K.J., 1990. *Crop Storage Management*. North Dakota State University. Extension Service, ND 58105-791, USA, 7p.
- Hellevang K.J., 1994. *Grain Drying*. NDSU Extension Service, AE-701, USA, 4p.

- Horabik J., Rusinek R., 2002. *Pressure Ratio of Cereal Grains Determined in Uniaxial Compression Test*. Internatiol Agrophysics, 16(1), 23-28.
- Hoseney R.C., 1986. *Principles of Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, 378.
- Karaçalı İ., 2009. *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 494, İzmir, 482s.
- Karaman S., Okuroğlu M., Kızıloğlu F.M., Memiş S., Cemek B., 2009. Karaman ili iklim koşullarına uygun elma depolama yapılarının planlanması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2, 145-154.
- Karaoğlu M.M., 2011. Dough characteristics of wheat flour milled from wheat grains stored in spike form. *International journal of food science & technology*, 46(9), 1905-1911.
- Kent N.L., 1982. *Technology of Cereals*. Pergamon Press, Third Edition, U.S.A., 221.
- Kibar H., Öztürk T., 2009. Sert kabuklu meyvelerin depolanması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23, 77-84.
- Kibar H., 2011. *Tombul fındık depolamasında tane özelliklerine bağlı olarak ANSYS programıyla optimum silo tasarımı*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Doktora Tezi, 255s.
- Kibar H., Öztürk T., Murat N., 2006. *Taneli Ürün Depo Ve Silolarında Ürün Basıncının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Bilgisayar Programının Geliştirilmesi*. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 21 (1), 76-81.
- Mason L.J., Maier D.E., Woloshuk C., 1993. *Integrating Temperature and Pest Management for Succesfull Grain Storage*. Purue University Cooperative Extension Service Grain Quality Fact Sheet 12,Indiana, 12pp.
- Morales-Quiros A., Campabadal C.A., Lazzari S., Lazzari F.A., Maier D.E., Phillips T.W, 2018. Chilled aeration to control pests and maintain grain quality during the summer storage of wheat in north central region of Kansas. *Julius-Kühn-Archiv*, (463), 431-439.

- Munch-Andersen J., Nielsen J., 1990. *Pressures in slender grain silos*. CHISA: 2nd European Symposium and Strain in Particulate Solids, Prague, pp:160-163.
- Navarro S., Calderon M., 1982. *Aeration of Grain in Subtropical Climates*, FAO Agricultural Services Bulletin No. 52, Rome, pp:1-29.
- Olgun M., 2013. *Tarımsal İnşaat*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1612, s. 478, Ankara. Avcıoğlu, M., Yapı Teknolojisi 1. Birsen Yayınevi, s. 444, İstanbul, 28-30.
- Ooi J.Y., Pham L., Rotter J.M., 1990. *Systematic and random features of measured pressures on full- scale silo walls Engineering Structures*, 12(2), April, pp: 74-87.
- Ooi J.Y., Rotter J.M., 1991. *Wall pressures in full scale silos: a new understanding*. Proc. Bulk 2000: Bulk Material Handling Towards The Year 2000, 29-31 October, London, 195-200.
- Özkaya H., Özkaya B., 2005. *Öğütme Teknolojisi*. Sim Matbaacılık Limited Şirketi, Ankara, 757s.
- Öztarhan H., Aruoma M., 1989. *Havalandırma ve Kurutma El Kitabı*. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 55s.
- Öztürk T., Kibar H., (2005). Taneli ürünlerde ürün şev karakteristiklerine bağlı depolama yükleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 132-139.
- Öztürk T., (2004). *Tarımsal İnşaat Ders Notları (Yayınlanmamış)*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, 132-139.
- Öztürk T., (2003). *Tarımsal Yapılar*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 49, Samsun, 296s.
- Proctor D.L., 1994. *Grain Storage Techniques Evolution and Trends in Developing Countries*. FAO Agricultural Service Bulletin No 109, ISBN 92-5103456-7, Roma, 4p.

- Schwab C.V., Ross I.J., White G.M., Colliver D.G., 1994. *Wheat Loads And Vertical Pressure Distribution In a Full-Scale Bin Part-I Filling*. Transactions of the ASAE 37(5), 1613-1619.
- Sisman C.B., Ergin A.S., 2011. The effects of different storage buildings on wheat quality. *Journal of Applied Sciences*, 11(14), 2613-2619.
- Strelec I., Koceva Komlenić D., Jurković V., Jurković Z., Ugarčić-Hardi Ž., 2010. Quality parameter changes in wheat varieties during storage at four different storage conditions. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 75(3), 105-111.
- TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2012. *Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları*, Yayın No: MMO/352/7, İstanbul, 230-295.
- Toole EH, 1953. *Report of Comittee on Seed Moisture and Seed Storage*. Proc. Int. Seed Test Ass.18, No 2, 142-145.
- TS 2164, 1983. **Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları**, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 53-68.
- TS 498, 1997. *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 6-21.
- TS 500, 2000. *Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 12-65.
- TS 825, 2013. *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 07-68.
- Tutar B., 2010. *Adana İli ve İlçelerindeki Yatay Betonarme Hububat Depo Yapılarının Mevcut Durumu, Geliştirme Olanakları, Planlanması ve Lisanslı Depoculuk*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 14-15.
- TÜİK, 2018a. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>. Erişim Tarihi (22.04.2019).

TÜİK, 2018b. Yıllara Göre İl Nüfusları. <http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>.
Erişim Tarihi (22.04.2019).

Van Wylen G.J., Sonntag, R.E., 1976. *Fundamentals of Classical Thermodynamics*,
Wiley, New York, 658pp.

Yılmaz T ve Bulut H, 1996. Şanlıurfa İli İçin Meteorolojik Değerlerin Günlük, Yıllık
Değişiminin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi, *4. Ulusal Soğutma ve
İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı*, Adana, 188-198.



ÖZGEÇMİŞ

Kürşat MAMAN, 19.08.1983 tarihinde Iğdır'ın Tuzluca ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tuzluca'da tamamladı. 2004 yılında Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2008 yılında lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu. 2009 yılından itibaren bir yıllık süre zarfında Türk Telekom Kars İl Müdürlüğüne yüklenici firma olarak hizmet veren CEM-TA İNŞ. TAAHÜT TURİZM SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.' nin bünyesinde şantiye şefi olarak görev yaptı. Kısa sürede Kars, Iğdır ve Ankara illerinde bulunan özel şirketlerde şantiye şefliği yaptıktan sonra Ağustos 2011 yılında T.C Iğdır Valiliği İl Özel İdaresi Su ve Kanal Hizmetleri Müdürlüğüne İnşaat Mühendisi olarak atandı. Burada üç yıl görev yaptıktan sonra yine İl Özel İdaresi bünyesinde bulunan Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğünde iş hayatına devam etti. 2014 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlayan MAMAN, evli ve iki çocuk babası olup halen yüksek lisans eğitimine burada devam etmektedir.