



### Buğday Deposu Tasarımı: Yapısal Tasarım-I\*

#### The Design of Wheat Warehouse: Structural Design-I

Kürşat Maman<sup>1</sup> , Hakan Kibar<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 18.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 11.05.2022

Yayın Tarihi (Published): 22.08.2022

**Öz:** Tahıl üretiminin her yıl artması, depolarda yatırım, bakım ve etkin yönetim ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Depolama, daha iyi piyasa fiyatları için pazarlık olasılığını etkilediğinden önemli bir darboğazdır. Kârlılığın artması için tüketicinin ürün kalitesinin güvence altına alınması gerekmektedir. Dolayısıyla bu alandaki bilimsel araştırmaların ve üretim zincirinin standardizasyonuna ihtiyaç vardır. Bu çalışmada Iğdır ili, ilçe ve köylerindeki bitkisel ürün depoları ile ilgili anket çalışması yapılarak mevcut durumları ortaya konulmuştur. Mevcut durumda yapılmış olan depoların eksiklikleri göz önünde bulundurularak buğday tahılı için 1500 ton depolama kapasitesine sahip yatay bir betonarme deponun teknik verilere uygun şekilde planlanması amaçlanmıştır. Anket çalışmaları kapsamında bölgedeki bitkisel ürün depolarının çoğunun yıllar önce yapıldığı, buna bağlı olarak projelerinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Aile tipi depoların ilkel yollarla yapıldığı, depolarda çatı eğim açılarının yetersiz (8-19°) olduğu ve tahıl için gerekli çevre koşullarının göz önünde bulundurulmadığı belirlenmiştir. Ayrıca soğuk hava depoları dışındaki depolarda depolama koşullarına uyulmadığı, doğal ve mekanik havalandırmanın yapılmadığı, depoların nem ve ısı yalıtımının sağlanmadığı, ürün depolanmasının kısa süreli ve depo ortamının sağlıklı olmadığı tespit edilmiştir. 1500 ton buğday tahılının depolama yapısında emniyetli ve güvenli bir şekilde depolanabilmesi ve depolama yapısının servis ömrünün uzun süreli olabilmesi için 12 m genişliğinde, 36 m uzunluğunda, 5 m duvar yüksekliğinde, çatı eğim açısı 25° ve çatı yüksekliği 2.89 m olacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan bu depoda perde duvar kalınlığı 32 cm olmak üzere toplam duvar kalınlığı 48 cm (iş sıva, dış sıva ve yalıtım malzemesi ile), 40 cm radye temel olmak üzere toplam döşeme kalınlığı 77.5 cm, çatıda 6 cm kalınlığında poliüretan sandviç panel, 5 cm kalınlığında kapı (5 x 3.5 m) ve 0.3 cm kalınlığında pencereler kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Iğdır, buğday, depolama yapısı, depolama koşulları

&

**Abstract:** The increase in grain production every year reveals the need for investment, maintenance and effective management in warehouses. Storage is a major bottleneck as it affects the possibility of bargaining for better market prices. In order to increase profitability, the product quality of the consumer must be assured. Therefore, there is a need for standardization of scientific research in this field and the production chain. In this study, a questionnaire study was carried out on the plant warehouses in Iğdır province, district and villages and their current situation was investigated. In view of the shortcomings of the existing warehouses, it was aimed to plan a horizontal reinforced concrete warehouse with a capacity of 1500 tons for wheat grain in accordance with technical data. Within the scope of the survey studies, it was determined that most of the plant warehouses in the region were made many years ago and they did not have any projects. It was determined that the family type warehouses were made by primitive means, the roof slope angles in the warehouses were insufficient and the environmental conditions required for the grain were not taken into consideration. In addition, it was determined that the storage conditions were not observed in the warehouses except cold stores, natural and mechanical ventilation was not performed, the humidity and heat insulation of the warehouses were not provided, the storage of the product was short term and the storage environment was not healthy. It is designed with a width of 12 m, a length of 36 m, a wall height of 5 m, a roof slope angle of 25° and a roof height of 2.89 m in order to store 1500 tons of wheat grain safely and securely in the storage structure and to ensure a long service life of the storage structure. In this warehouse designed, the total wall thickness is 32 cm, with a total wall thickness of 48 cm (with internal plastering, external plastering and insulation material), a total floor thickness of 77.5 cm with a 40 cm raft foundation, and a 6 cm thick polyurethane sandwich panel on the roof, 5 cm thick door (5 x 3.5 m) and 0.3 cm thick windows were used.

**Keywords:** Iğdır, wheat, storage structure, storage conditions

**Atıf/Cite as:** Maman, K., & Kibar, H. (2022). Buğday Deposu Tasarımı: Yapısal Tasarım-I. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (2), 282-301. DOI: 10.24180/ijaws.1089813

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Kürşat Maman, Iğdır İl Özel İdaresi, kursat\_mn@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Hakan KIBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, hakan.kibar@ibu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

\*Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

## GİRİŞ

Küresel tahıl üretimi her yıl artmakta, bu da hasat sonrası sistem bileşenlerine yatırım ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Hammadde üreticileri için ürün fiyatları ve seçenekleri, kamu politikaları, stokları ve ticaret engellerinin bir sonucu olarak yıllar içinde dalgalanmaktadır. Hasattan sonra tahılların ticarileşebilmesi için depolanması ve bu süre boyunca kalitelerinin korunması gerekmektedir. Bununla birlikte, üretim seviyelerindeki artışla birlikte, sabit depolama kapasitesinde, pazarlama zinciri boyunca maliyetleri ve nihai kayıpları artıran giderek artan bir depolama açığı bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), bir ülkenin gıda güvenliğini garanti eden üretim kapasitesinden daha büyük bir depolama kapasitesine sahip olmasını tavsiye etmektedir (FAO, 2019; Kibar vd., 2021a, b).

Dünyanın her yerindeki çiftçiler, sıcak veya soğuk ülkelerde veya daha gelişmiş veya daha az gelişmiş ülkelerde hasat sonrası elde edilen tahılı veya diğer tarımsal ürünleri tüketilene veya işlenene kadar depolarlar. Günümüzde depolama, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre en ilkelinden en gelişmişe doğru toprak kaplarda, çukurlarda veya tahıl ambarında, toplu halde veya mekanik sisteme sahip oldukça karmaşık depolama yapısında yapılabilmektedir (Olgun, 2011).

Depodaki tahıl yığını, canlı organizmaların ve çevrenin birbirleriyle etkileşime girdiği insan yapımı bir ekolojik sistemdir. Depolanmış tahılın bozulması fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenler arasındaki etkileşimlerden kaynaklanır. Bu ekosistemde en önemli canlı organizma tahılın kendisidir. Tahılın abiyotik ortamı, sıcaklık gibi fiziksel değişkenleri, karbondioksit ve oksijen gibi inorganik kimyasal değişkenleri ve nem gibi fizyokimyasal değişkenleri ve biyolojik aktivitenin yan ürünleri olan organik bileşikler dizisini içerir. Tahıl yığnında tahıl dışındaki başlıca biyotik değişkenler, mantarlar, aktinomisetler ve bakteriler gibi mikroorganizmalar; böcekler ve akarlar gibi eklembacaklılar; kemirgenler ve kuşlar gibi omurgalıdır. Bu zararlılar nadiren yalnız hareket ederler. Ekolojik akrabalıkları, tahıl kalitesinin karmaşık bir bozulma sürecindeki diğer bazı değişkenler tarafından desteklenerek, tahılla ve kendi aralarında zamanla gelişim gösterebilirler. Bu bozulma başlangıçta yavaş ve daha az dramatik olmasına rağmen, bozulmamış bir tahıl yığnında değişkenlerin doğru kombinasyonu sağlanmazsa, tam tahıl kaybı meydana gelebilir (Bala, 2017; Neme ve Mohammed, 2017; Ziegler vd., 2021).

Sıcaklık ve nem içeriği, depolanan tahılın bozulmasına önemli derecede katkıda bulunan iki önemli fiziksel değişkendir. Tahıl genellikle güvenli olarak kabul edilebilen bir nem içeriğinde depolansa da, atmosfer havasındaki değişimlerin bir sonucu olarak hem sıcaklık hem de nem içeriği hem zamana hem de konuma göre değişim göstermektedir. Depolanan tahıllardaki nem göçü, sıcaklık değişimlerinden kaynaklanmakta ve güvenli depolama tasarımı için rasyonel bir temel sağlamak için hava koşullarında doğal olarak meydana gelen değişikliklerden kaynaklanan etkilerin tahminini gerektirmektedir. Sıcaklık, depolanan tahılı kirleten ve yok eden böceklerin, akarların ve mantarların dağılımını ve bolluğunu sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Atmosfer sıcaklığındaki mevsimsel değişiklikler, tahıl deposu boyunca sıcaklık düzenini değiştirir. Kış aylarında, konvektif hava akımları deponun ortasından yukarı doğru hareket ettiğinden, tahılın üst yüzeyinin altındaki depo merkezi, deponun geri kalanından daha sıcak kalır. Tersine, yaz aylarında, hava akımları sıcak duvarlar boyunca yukarı ve deponun ortasından aşağı doğru hareket ettiğinden, alta yakın depo merkezi en soğuk kalır. Coğrafi konuma bağlı olan hava koşulları, tahıl depolama sıcaklıklarını etkileyen en önemli faktörlerdir. Ortalama aylık sıcaklığa dayalı olarak, hangi coğrafi bölgelerin depolanan tahıl böceklerinin enfeksiyonlarına karşı daha savunmasız olduğunu bulmak için tahminler yapılabilir ve depolama tasarımı ve işletimi için öneriler yapılabilir. Devlet politikaları ile, bozulmanın minimum düzeyde olacağı alanlarda tahılın uzun süreli depolanması teşvik edilebilir (Kibar vd., 2015; Bala, 2017; Mutungi vd., 2019; Ziegler vd., 2021).

Depolama sistemleri, pratik uygulamaya göre, hermetik olmayan (geleneksel), yarı hermetik veya toplu (yatay silolar, dikey silolar ve depolar), hermetik, soğutmalı ve modifiye atmosferli depolama olarak gruplandırılabilir.

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 vd., 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 devretmektedir. 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 depoların 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 nitelikli insan yetiştirilmesine fazlasıyla önem verilmelidir (Gözüm, 1992).

Türkiye’de farklı illerde ve yıllara ait depolama yapıları, depolama koşulları, depoların mevcut durumu ve sorunları ile geliştirme olanaklarının belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Yürütülen bu bilimsel çalışmalarda ülkemizdeki tahıl depolarının teknik açıdan yetersiz olduğu ve güvenli depolama için gerekli koşulların sağlanamadığı belirtilmektedir (Şişman, 2003; Tutar, 2010; Şişman ve Ergin, 2011, Tutar ve Alagöz, 2012; Kibar vd., 2015; Gençoğlan vd., 2018).

Bu çalışmanın amacı, Iğdır ili, ilçe ve köylerindeki çiftçilerin, kooperatiflerin, müteşebbislerin ve Toprak Mahsuller Ofisi’nin sahip olduğu bitkisel ürün depolarının mevcut durumları incelenerek, yapılan anket 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 çalışmanın birinci bölümünde Iğdır ili koşullarına uygun 1500 ton depolama kapasitesine sahip buğday tahılı için betonarme yatay bir depolama yapısının tüm yönleriyle projelendirilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamındaki anket çalışması, Iğdır ilindeki bitkisel ürünlerin depolanması amacıyla kullanılan tüm depolarının mevcut durumu ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri sunmak amacıyla yürütülmüştür. Depo sayısı, Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nün kayıtlarından toplam 12 adet olarak alınmıştır.

İlde yapılan anketler, çalışmanın birincil verilerini oluşturmaktadır. Ankette, incelenen işletmelerin genel özellikleri (işletmelerin hukuki ve mülkiyet durumu, proje durumu, çalıştırılan işçi sayıları, depolanan ürünler, depolama kapasitesi, doluluk oranı, depo kuruluş yeri özellikleri), depolara ait yapısal özellikler (depo boyutları, kullanılan malzemeler, çatı özellikleri vd.) ve depolama ile ilgili bilgiler (depolama süresi ve ürün temin yeri) ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Ankette işletme sahipleri ile yüz yüze görüşülerek depolar hakkında yukarıda verilen bilgiler alınmış ve depolarda incelemeler yapılmıştır.

Anket çalışmasından sonra 1500 ton kapasiteli buğday deposunun tüm yönleriyle tasarımı yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

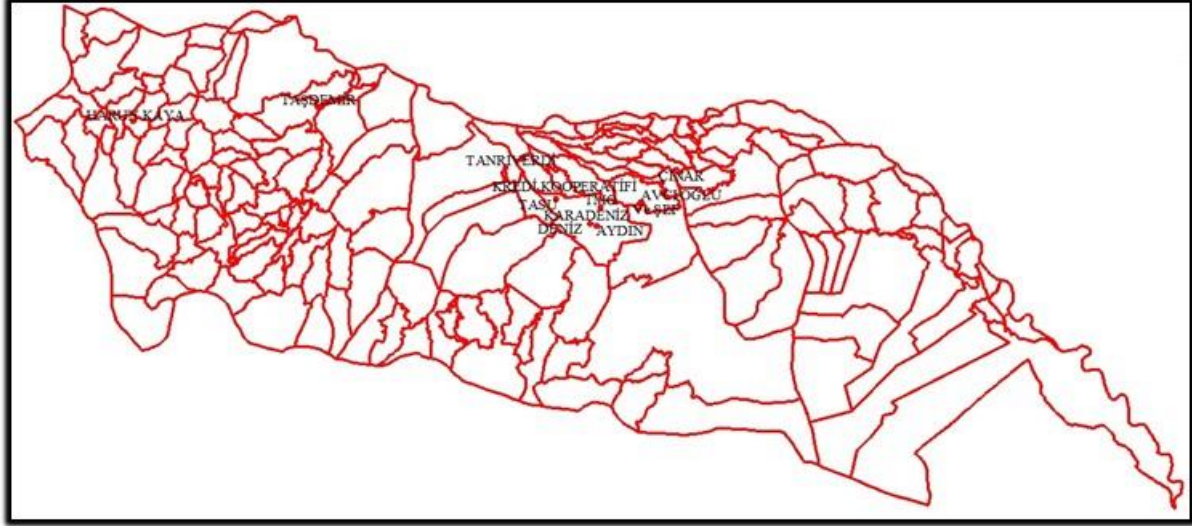
## Depo İşletmelerinin Değerlendirilmesi

Bu araştırmada; Iğdır ili (enlem: 39.9191 ve boylam: 44.0442) merkez, ilçe ve köylerinde bulunan mevcut bitkisel ürün (soğuk hava deposu, yatay depo, düşey depo vb.) depoları anket yardımı ile teknik yönden incelenmiştir.

Iğdır ili merkez ve ilçelerinde kurulu olan mevcut bitkisel ürün depolarında anket çalışması ve gözlemler yapılmıştır. Teknik yönden incelenen her bir bitkisel ürün depolarının konumları Şekil 1’ de verilmiştir.

Bu çalışmada, Iğdır ili ve ilçelerinde bulunan bitkisel ürün depo sahipleri ile yüz yüze görüşme yöntemiyle yapılan anketlerden veriler elde edilmiştir. 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 22 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.



Şekil 1. Bitkisel ürün depolarının il haritasındaki konumu (ED50-3°).

Figure 1. Location of crop product warehouses on the provincial map (ED50-3°).

Iğdır ilindeki bazı bitkisel ürün depolarına yönelik yapılan anket çalışmaları sonucu elde edilen veriler Çizelge 1’de verilmiştir. Iğdır ilindeki bitkisel ürün depolamada kullanılan depoların yapısal özellikleri incelendiğinde; araştırmaya alınan 12 bitkisel ürün deposunun %76’i özel şirketler %8’i Tarımsal kalkınma kooperatifleri %8’i Toprak Mahsulleri Ofisi ve %8’i ise aile tipi depolar olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, incelenen depoların statülerinin büyük oranda özel kuruluş olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuç Gençoğlan vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada da ortaya konulmuştur.

İncelenen depolardan %58.3’ nün projeli %41.7’ sinin ise projesiz olduğu belirlenmiştir. Depoların %83.3’ü yatay, %16.7’si ise düşeydir. Yatay depoların 6 adedi betonarme ve 1 adedi ise taş duvardan inşa edilmiştir. Diğer depolar ise panel ve çelik saçtan inşa edilmiştir.

Bitkisel ürün depolarının %67’sinde toplam depolama kapasitesi 50 tonun üzerinde, %33’ü ise 200 kg ile 50 ton arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolara kapasitelerinin yaklaşık %85-95 düzeyinde kullanılmaktadırlar. İşletmelerin %50’si süreli ve %’si de süresiz depolama yapmaktadır. Bu çalışmada depolan ürünlerin depolama sürelerine ilişkin elde edilen sonuçlar, Tutar (2010) ve Gençoğlan vd. (2018) tarafından elde edilen depolama süreleri ile benzerlik göstermiştir.

Depoların %50’si mekanik, %50’si ise doğal havalandırma kullanılmaktadır. Depoların %50’ si 8°-18°, %8.3’ü 19°, %16.7’si 23° çatı eğim açısına ve %25’ i düz çatıya sahiptir.

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.

Tahıl depolarında yapılan havalandırmanın ve ışıktandırmanın etkili çevre koşullarının dikkate alınmadan yapıldığı tespit edilmiştir. Soğuk hava depo 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 (Maman, 2019).

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.

### 1500 Tonluk Buğday Deposu Tasarımı

Araştırma kapsamında yapılan anket çalışmasında Iğdır ve ilçelerinde en yaygın depo tipinin betonarme yatay depo olması nedeniyle bu çalışmada depo tipi olarak betonarme yatay depo seçilmiştir.

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.

### Depo boyutsal özelliklerinin ve yanal proje yükünün belirlenmesi

Depolanacak taneli ürününün birim hacim ağırlığı 700-830 kg m<sup>-3</sup> (Olgun, 2013) arasında değiştiğinden, projelirmede 780 kg m<sup>-3</sup> olarak alınmıştır. 1500 ton depolama kapasiteli buğday deposunun hacmi;

$$\gamma = \frac{G}{V_d} \Rightarrow V_d = \frac{G}{\gamma} = \frac{1500 \times 10^3}{780} = 1923 \text{ m}^3$$

Projelirmede betonarme yatay depo genişliği 12 m, uzunluğu 36 m ve depo üst düzeyinden olan derinlik 5 m kabul edilirse ürün yığın yüksekliği (Şekil 2);

$$V_d = a \times b \times h \rightarrow 1923 \text{ m}^3 = h \times 12 \text{ m} \times 36 \text{ m} \rightarrow h = 4.5 \text{ m} \text{ olarak belirlenmiştir.}$$

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  $26^\circ$  olarak ve statik sürtünme katsayısı değeri  $\mu = 0.425-0.492$  arasında değiştiğinden 0.460 olarak alınmıştır (Öztürk ve Kibar, 2006).

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 vd. (2006) tarafından geliştirilen bilgisayar programı kullanılarak belirlenen yüksek depoya göre basınçlar hesaplanmış olup elde edilen basınçlar İdeCAD® Statik IDS programına aktarılmıştır. İdeCAD® Statik IDS programından girilen basınçlara göre elde edilen genel görünüm Şekil 3'te verilmiştir.

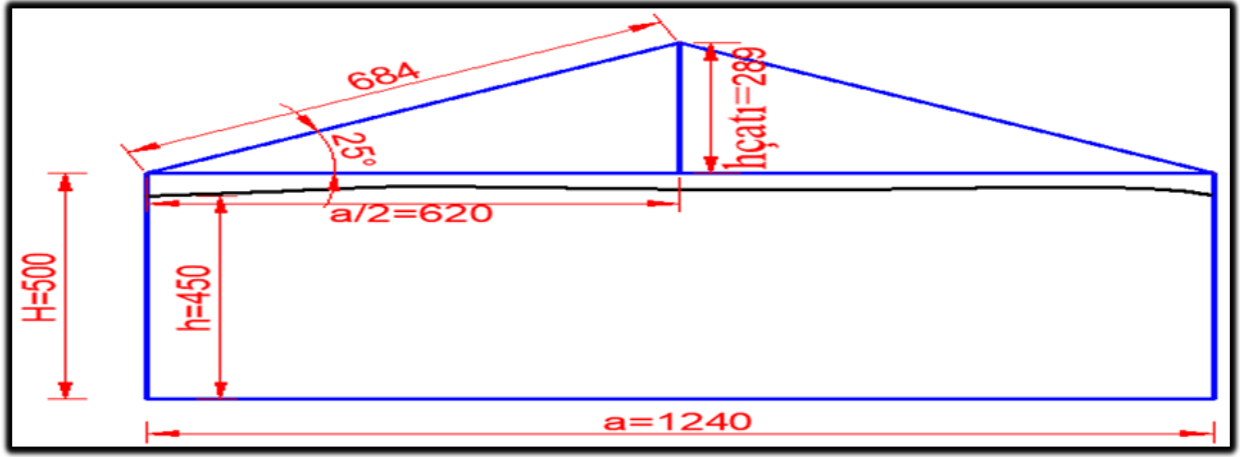
Çizelge 1. Ankete katılan işletmelerin mevcut durumları ve özellikleri.

Table 1. Current status and characteristics of the enterprises participating in the survey.

Anket Soruları	İşletmeler					
	Avcıoğlu Soğuk Hava Deposu	Tanrıverdi Soğuk Hava Deposu	TASU Soğuk Hava Deposu	VEŞEF Soğuk Hava Deposu	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?	2500 ton	1000 ton	2000 ton	1300 ton	4000 ton	200 ton
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	2-8 ay	2-8 ay	6 ay	2-8 ay	Süresiz	Süresiz
Depoda uygulanan havalandırma tipi	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Doğal
Çatı eğim açısı	9°	23°	13°	8°	-	19°
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 kâr kim elde etmektedir?	Üretici	Üretici	Üretici	Üretici	Aracı-tüccar	Depo sahibi
Depodaki ürünler kime ait?	Depo sahibinin ve üreticinin	Depo sahibinin ve üreticinin	Tamamı üreticinin	Depo sahibinin ve üreticinin	Tamamı depo sahibinin	Tamamı depo sahibinin

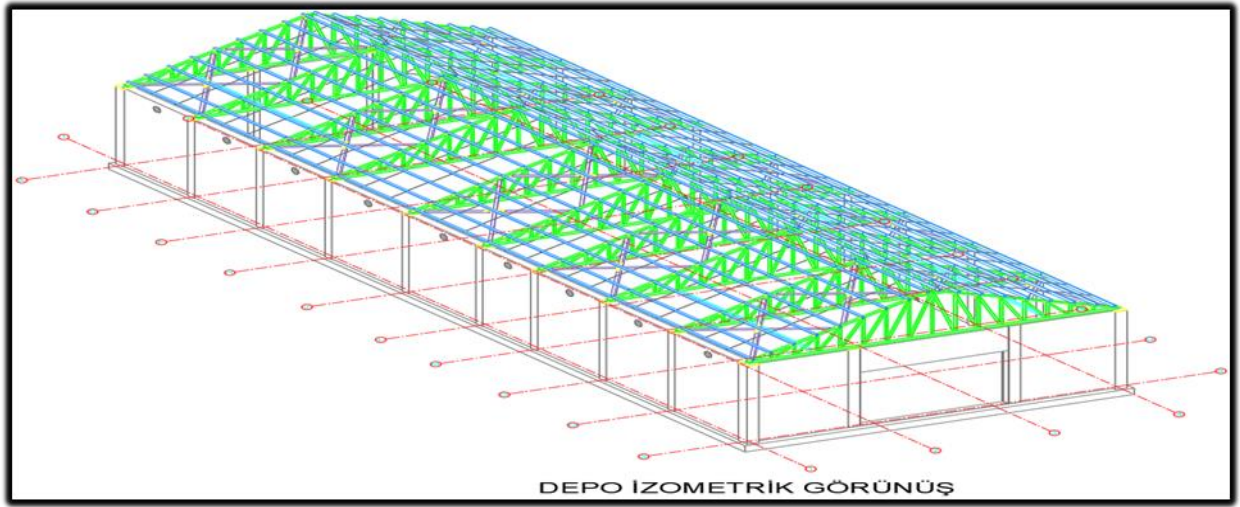
Çizelge 1. Devamı.  
Table 1. Continue.

Anket Soruları	İşletmeler					
	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	100 ton	3000 ton	15 ton	35 ton	200 kg
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
Depoda uygulanan havalandırma tipi	Doğal	Doğal	Mekanik	Doğal	Doğal	Doğal
Çatı eğim açısı	11°	9°	23°	-	9°	-
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	-
Depolama faaliyetleri neticesinde en fazla kâr 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



Şekil 2. Buğday deposuna ait boyutsal veriler.

Figure 2. Dimensional data of the wheat warehouse.



Şekil 3. 0. Buğday deposu genel görünümü.

Figure 3. Wheat warehouse general view.

### Tasarlanan Depo Geometrisine İlişkin Yapı Bileşenleri

1. **Sütun:** Yapı bileşeninin işareti kısaltılmış olarak bu sütuna yazılır (Çizelge 2).

**Çizelge 1.** Isı kaybı hesabında yapı bileşenleri için kullanılan semboller.

Table 2. Symbols used for building components in heat loss calculation.

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
Batı	= B
Kuzey	= K
Güney	= G
Kuzeydoğu	= KD
Kuzeybatı	= KB
Güneydoğu	= GD
Güneybatı	= GB

3. **Sütun:** Yapı bileşeninin kalınlığı cm olarak yazılır.

Duvar ve döşeme için yapı bileşenleri Şekil 4'te verilmiştir.

**Duvar kalınlığı;**

Dış sıva kalınlığı: 3 cm

Perde duvar kalınlığı: 32 cm

Isı yalıtımı (Extrude polistren köpük): 10 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 yalıtımı membranı: 4 cm

Tesviyeli koruma betonu: 5 cm

Radye temel: 40 cm

Extrude polistren set 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 bileşeninin uzunluğu "m" olarak yazılır.

Sütunlar hesaplanırken ilk dokuz sütun için yapılan hesaplamalarda ölçü değerleri Şekil 5 - 7' den alınmıştır.

Burada,

DD, D: 36.80 m

DK, G: 5.00 m

ÇA, G: 12.40 m

DD, B: 36.80 m

TP, D: 0.40 m

ÇA, K: 12.40 m

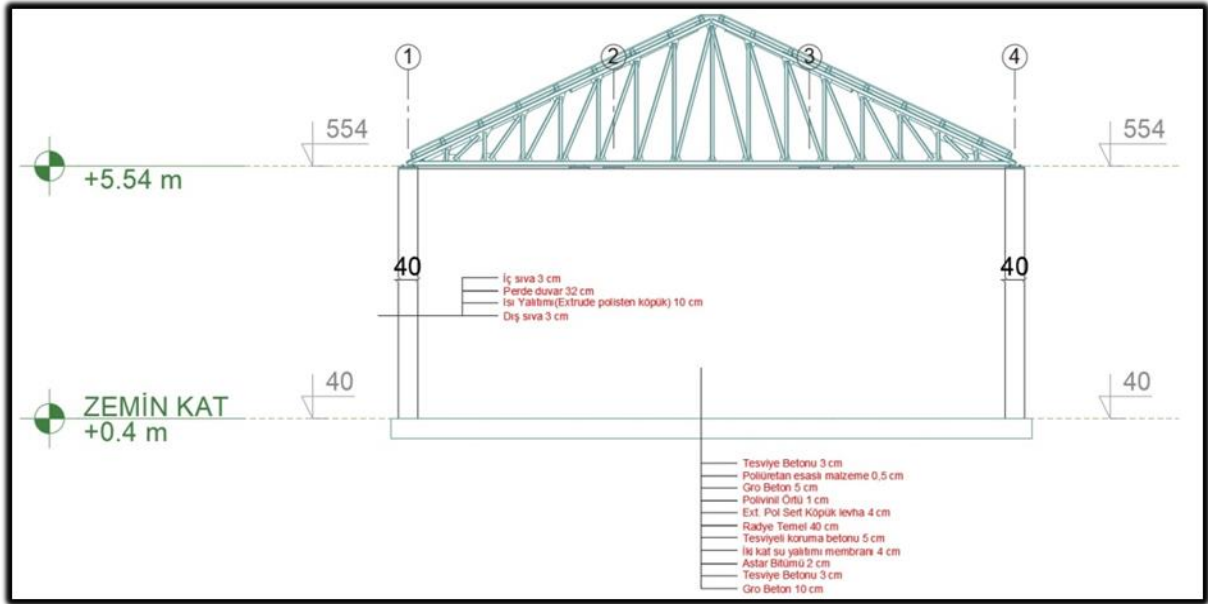
DD, K: 12.80 m

Dö: 13.10 m

ÇA: 36.25 m

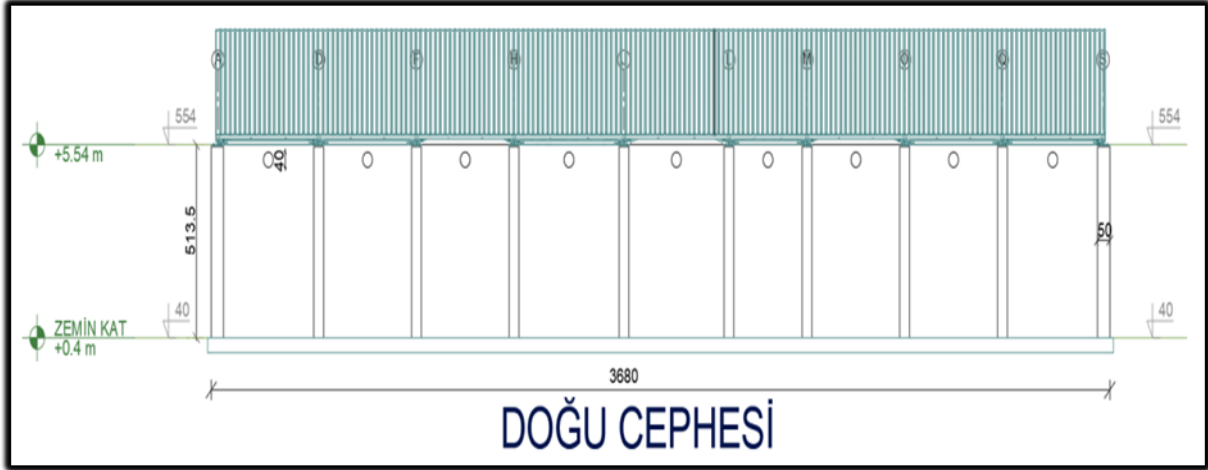
DD, G: 12.80 m

olarak alınmıştır.



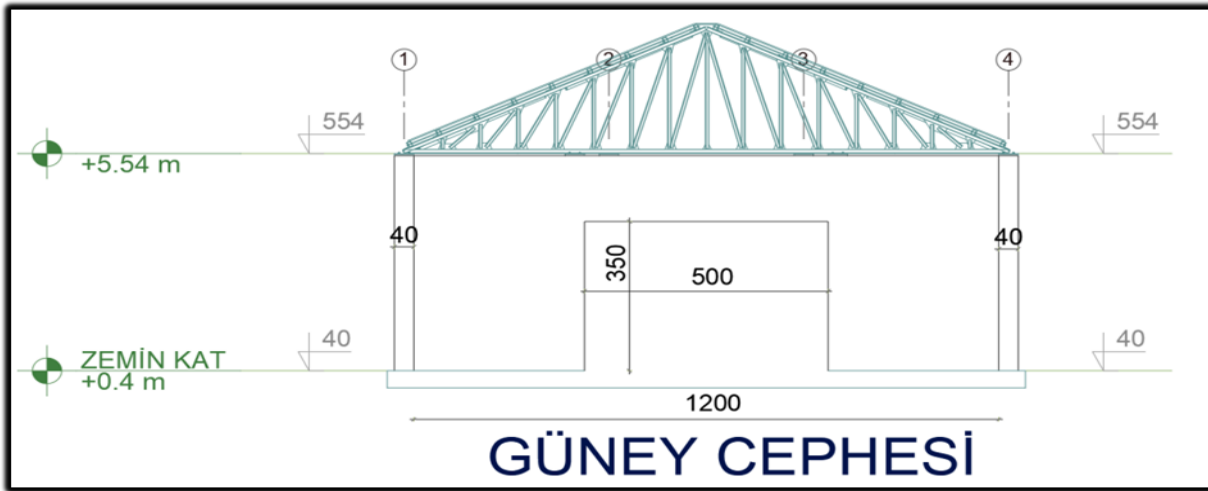
Şekil 4. Duvar ve döşeme için kullanılan yapı elemanlarının gösterimi.

Figure 4. Representation of building elements used for walls and floors.



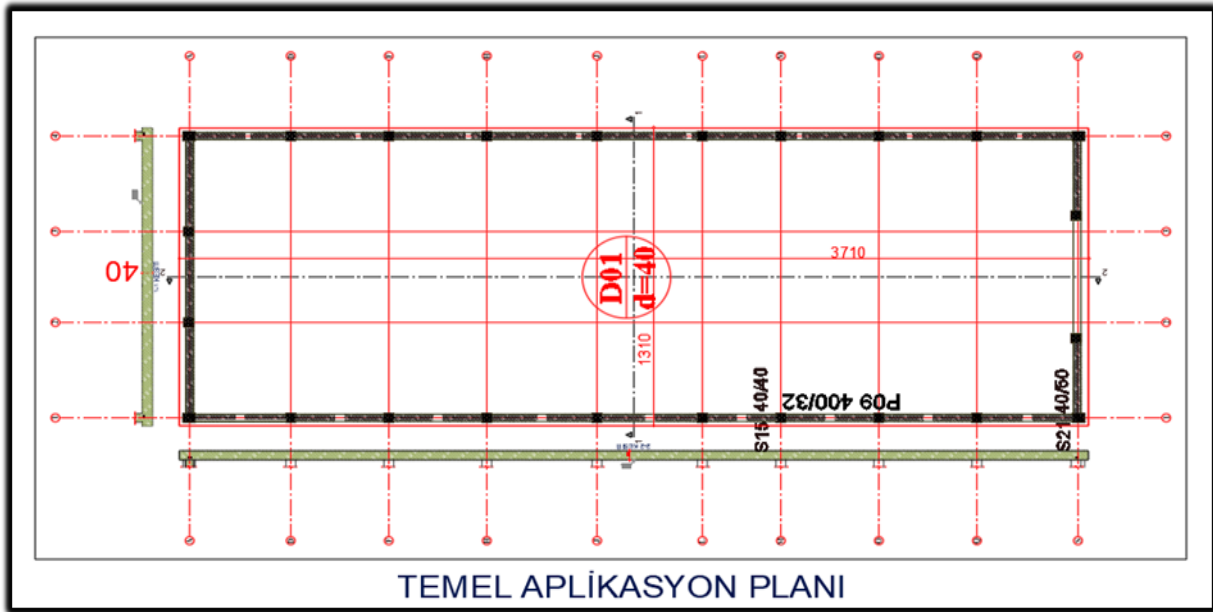
Şekil 5. Doğu cephesi görünümü.

Figure 5. East side view.



Şekil 6. Güney cephesi görünümü.

Figure 6. South side view.



Şekil 7. Temel aplikasyon planı.  
Figure 7. Basic application plan.

5. **Sütun:** Hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeninin “m” olarak yüksekliği veya genişliği yazılır. Depoya ait ölçüler Şekil 5-7’ 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	olarak alınmıştır.

**Alan hesabı;**

6. **Sütun:** Toplam alanı bulabilmek için 4. ve 5. sütunlar çarpılıp bu sütuna yazılır (m<sup>2</sup>)

DD, D:	36.80 x 5.135= 188.97 m	Dö:	13.10 x 37.10= 486.01 m
DD, B:	36.80 x 5.135= 188.97 m	ÇA:	12.40 x 36,25= 449,50 m
DD, K:	12.80 x 5.135= 65.73 m	ÇA, G:	12.40 x 2.89= 17.92 m
DK, G:	12.80 x 5.135= 65.73 m	ÇA, K:	12.40 x 2.89= 17.92 m
TP, D:	0.40 x 0.40= 0.16 m		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: 2.89 m
DD, B: 1 adet	TP, D: 9 adet	ÇA, K: 2.89 m
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.

$$A = \pi r^2 \Rightarrow 1.13 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

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

$$A = a \times b \Rightarrow 3.50 \times 5.00 = 17.50 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Burada;

a: kısa kenar (m)

b: uzun kenar (m)

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

$$A = axb + bxc \Rightarrow 0.1 \times 0.25 + 0.25 \times 12.6 = 3.175 \times 8 = 25.4 \text{ m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Burada;

a: kısa kenar (m)

b: uzun kenar (m)

c: havalandırma kanalının boyu (m)

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

DD, D:	$188.97 - 1.13 = 187.84 \text{ m}^2$	Dö:	$486.01 - 25.40 = 460.61 \text{ m}^2$
DD, B:	$188.97 - 0.00 = 188.97 \text{ m}^2$	ÇA:	$449.50 - 0.00 = 449.50 \text{ m}^2$
DD, K:	$65.73 - 0.00 = 65.73 \text{ m}^2$	ÇA, G:	$17.92 - 0.00 = 17.92 \text{ m}^2$
DK, G:	$65.73 - 17.50 = 48.23 \text{ m}^2$	ÇA, K:	$17.92 - 0.00 = 17.92 \text{ m}^2$
TP, D:	$0.16 - 0.00 = 0.16 \text{ m}^2$		olarak hesaplanır.

### 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. S235 çeliğinin akma dayanımı 2353596 MPa, kopma dayanımı 37000 tf m<sup>-2</sup>, elastisite modülü 21000000 tf m<sup>-2</sup>, poisson oranı 0.3, birim hacim ağırlığı 7.849 tf m<sup>-2</sup> olarak alınmıştır.

#### 2. Program analiz ayarları

##### • 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.

##### • TBDY 2018 seçenekleri

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

##### • TBDY 2018 tasarım spektrumu

Bu sekmede buğday deposunun inşa edileceği zemin sınıfı, konumu ve spektrum değerleri seçilmiştir.

- **Aşamalı inşaat hesabı**  
Aşamalı inşaat hesabı sekmesinde programın belirlemiş olduğu değerler dışında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.
- **Isı yükleri**  
Bu sekmede tüm yapı için tek ısı farkı dikkate alınmıştır.
- **Rüzgâr yükü**  
Rüzgâr yükü, bu sekmede yapı tipi seçildikten sonra program tarafından TS 498' e göre hesaplanmıştır.
- **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.
- **Yük ve Güvenlik**  
Bu sekmede hesaplanmış hareketli ve sabit yük değerleri programa aktarılmıştır.
- **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.
- **Diğer**  
Analiz ayarları diğer sekmesinde rapor alırken projede yönetmeliklere göre uygunluk kontrolü yap, analiz seçenekleri ve çevresel etki sınıfı gibi seçenekler belirlenmiştir.

### 3. Yapı elamanları boyut seçimi

- **Temel boyutunun seçilmesi**  
Temel zemin yüzeyinden itibaren 40 cm olarak seçilmiştir.
- **Kolon boyutunun seçilmesi**  
Aşağıda verilen şekilde kolon ayarlarına ait genel ayarlar sekmesinde kolon boyutlandırılması yapılmıştır.
- **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.
- **Çelik konstrüksiyon elamanlarının seçilmesi**  
Çelik çatı elamanları Amerikan AISC 360-10 (LRFD) yönetmeliğine göre yeterli olacak minimum kesitler seçilmiştir.

#### *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.

- **Buğday yükü**

Yapı elamanlarından perde ve kolonlara etkiyen yükleme tipi, parametreleri ve görselleri Şekil 8 - 11' de verilmiştir.



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 :  Sıva :

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 8. Kolon ayarları sekmesi görünümü.

Figure 8. Column settings tab view.

Perde Yatay Yük

Yük tipi :

Yük parametreleri :

Değer 1 : 2.46 [tf/m<sup>2</sup>]

Değer 2 : 0 [tf/m<sup>2</sup>]

Alt mesafe (L1) : 0 [m]

Üst mesafe (L2) : 0.5 [m]

Açıklama : Buğday Yükü

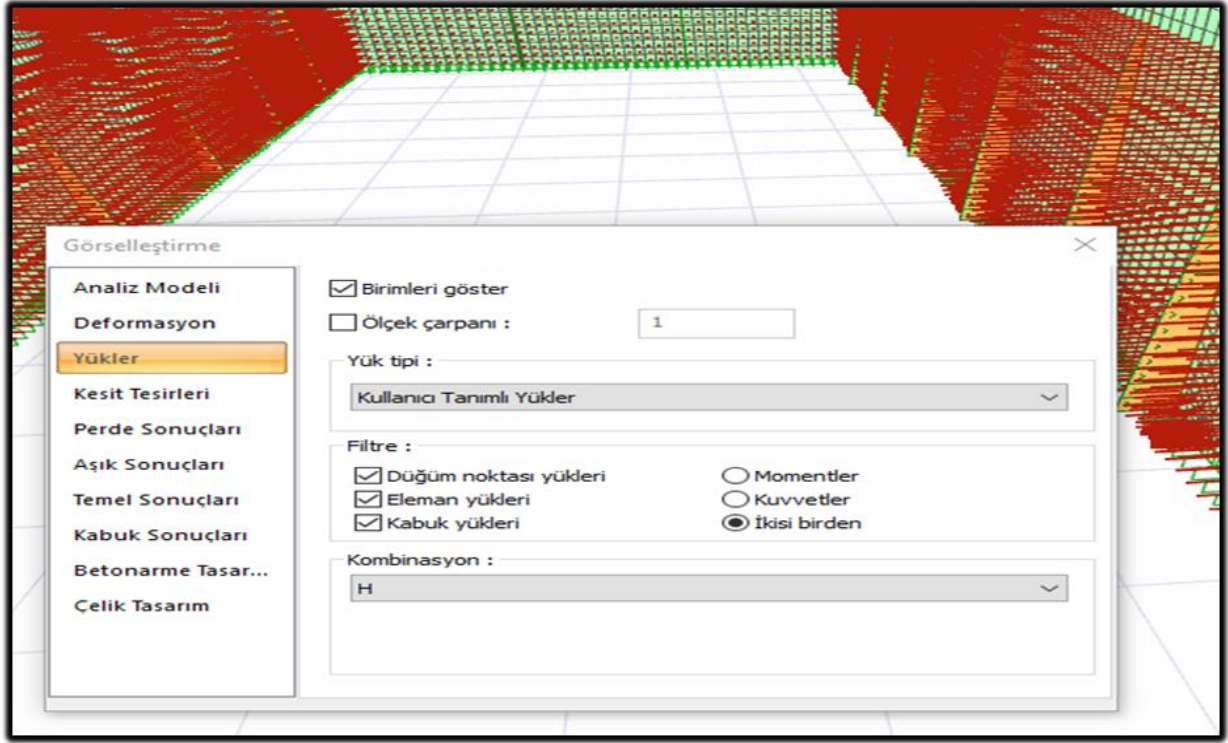
Yükleme durumu : H

Tamam

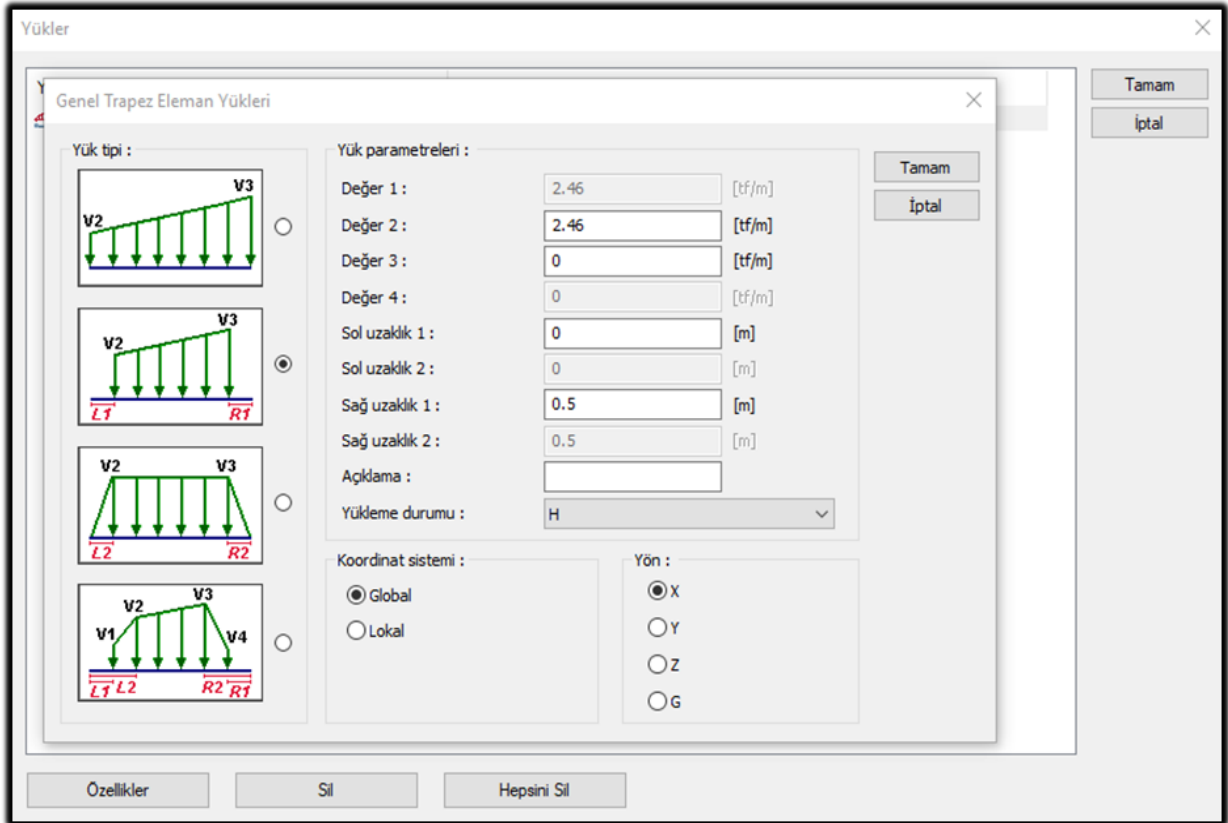
İptal

Şekil 9. Paneller için yanıl yük ekranı.

Figure 9. Lateral load screen for panels.



Şekil 10. Paneller ve kolonlar için yatay yük görseli.  
Figure 10. Horizontal load image for panels and columns.



Şekil 11. Kolonlar için yanıl yük ekranı.  
Figure 11. Lateral load screen for columns.

Buğdayın temele etkileyen yükü döşeme ayarları genel ayarlar sekmesinde aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Şekil 12).

Şekil 12. Döşeme ayarları genel ayarlar sekmesi görünümü.

Figure 12. Flooring settings general settings tab view.

#### • Kar yükü

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.

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

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

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 1.0 olarak alınmıştır.

Kar yükü ( $P_{k0}$ ) değeri, kar yağış yüksekliğine göre düzenlenmiş harita ve Çizelgelerden alınmıştır. Iğdır ili kar yağış yüksekliği haritasında II. Bölgede yer almaktadır. Ayrıca Iğdır ili ortalama rakımı 800 ile 900 m arasında değişmektedir (Anonim, 2019a).

Dolayısıyla ( $P_{k0}$ ) değeri, 0.85 kN m<sup>-2</sup> olarak seçilmiştir.

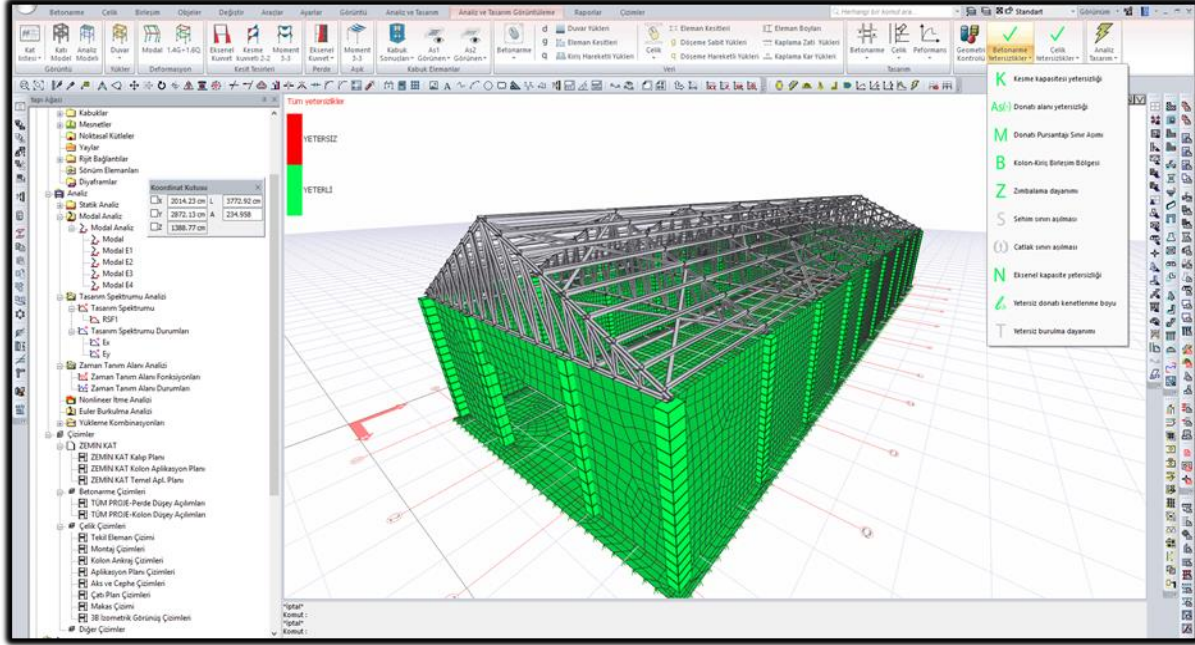
Buradan ( $P_k$ ) değeri;

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

$P_k = 0.85 \times 1 = 0.85 \text{ kN m}^{-2}$  olarak hesaplanmıştır. Kaplama ayarları statik sekmesine yukarıda hesaplanan kar yükü hesap değeri girilmiştir.

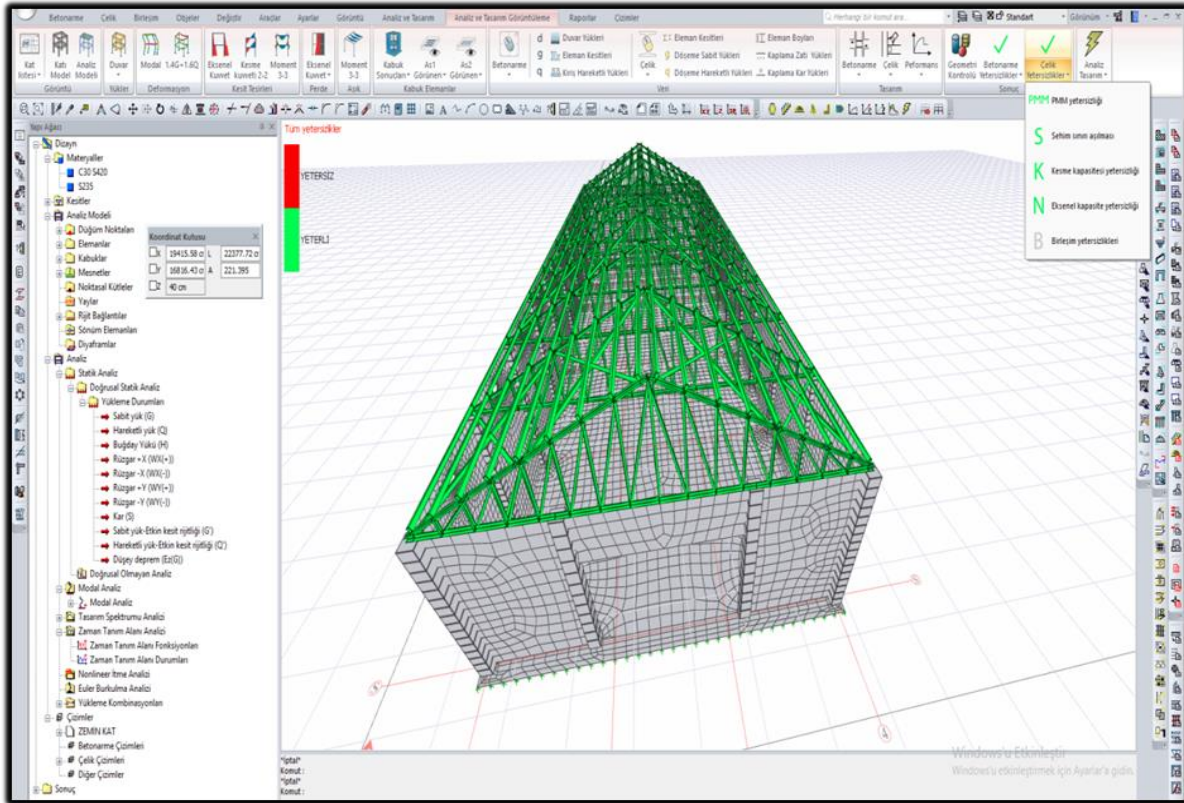
### Buğday Deposu Analiz Sonucu Kesitlerin Yeterlilik Durumu

Program tarafından yapılan analiz sonucunda betonarme ve çelik yapı elamanları için tüm yetersizlikleri gösteren ekran görüntüleri Şekil 13 ve 14' te verilmiştir. Burada kırmızı renk yetersizlik ve yeşil renk kesitlerin yeterli olduğunu göstermektedir. Ayrıca çatıya ilişkin çatı makas sistemi Şekil 15' te verilmiştir.



Şekil 13. Betonarme tüm yetersizlikler ekran görüntüsü.

Figure 13. Reinforced concrete all deficiencies screen view.



Şekil 14. Çelik tüm yetersizlikler ekran görüntüsü.







## SONUÇ

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 1500 ton depolama kapasitesine sahip yatay bir betonarme deponun teknik verilere uygun şekilde planlanması yapılmıştır. 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 (9°-19°) kullanılan çatı malzemesi (ahşap) 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.

1500 ton buğday tahılının depolama yapısında emniyetli ve güvenli bir şekilde depolanabilmesi ve depolama yapısının servis ömrünün uzun süreli olabilmesi için 12 m genişliğinde, 36 m uzunluğunda, 5 m duvar yüksekliğinde, çatı eğim açısı 25° ve çatı yüksekliği 2.89 olacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan bu depoda perde duvar kalınlığı 32 cm olmak üzere toplam duvar kalınlığı 48 cm, 40 cm radye temel olmak üzere toplam döşeme kalınlığı 77.5 cm, çatıda 6 cm kalınlığında poliüretan sandviç panel kullanılmış olup 5 cm kalınlığında kapı (5 x 3.5 m) ve 0.3 cm kalınlığında pencereler kullanılmıştır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

## KAYNAKLAR

- AISC 360-10. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. American Institute of Steel Construction (AISC), Chicago, Illinois.
- Bala, B. K. (2017). *Drying and storage of cereal grains*. John Wiley & Sons.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2022. Countries by commodity. Document online. [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity/](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity/).
- IdeCAD. (2022). IdeCAD Statik (versiyon 10.0). İdeyapı Limited Şirketi.
- Gençoğlan, S., Besen, D., & Gençoğlan, C. (2018). Osmaniye ilindeki tahıl depolarının mevcut durumu ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(5), 596-601. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i5.596-601.1831>
- 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.
- Kibar, H., Maman, K., Gülbe, A., & Can, Ç. (2015). Iğdır iline uygun mısır depolama yapısı ve havalandırma sistem tasarımı. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 37-46.
- Kibar, H., Sönmez, F., & Temel, S. (2021a). Effect of storage conditions on nutritional quality and color characteristics of quinoa varieties. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101761. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101761>
- Kibar, H., Temel, S., & Yücesan, B. (2021b). Kinetic modeling and multivariate analysis on germination parameters of quinoa varieties: Effects of storage temperatures and durations. *Journal of Stored Products Research*, 94, 101880. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101880>
- Maman, K., 2019. Iğdır ilindeki bitkisel ürün depolarının mevcut durumu, geliştirme olanakları ve planlanması. [Yüksek Lisans tezi, Iğdır Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Mutungi, C., Muthoni, F., Bekunda, M., Gaspar, A., Kabula, E., & Abass, A. (2019). Physical quality of maize grain harvested and stored by smallholder farmers in the Northern highlands of Tanzania: Effects of harvesting and pre-storage handling practices in two marginally contrasting agro-locations. *Journal of Stored Products Research*, 84, 101517. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101517>
- Neme, K., & Mohammed, A. (2017). Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. *Food Control*, 78, 412-425. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.012>
- Olgun, M. 2011. *Tarımsal yapılar*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.
- Olgun, M. 2013. *Tarımsal inşaat*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.
- Öztürk, T., & Kibar, H. (2006). Taneli ürünlerde ürün şev karakteristiklerine bağlı depolama yükleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 132-139.
- Şişman, C. B. (2003). Tekirdağ yöresindeki ayçiçek depolarının durumu ve geliştirme olanakları. [Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- TS 498. (1997). *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 500. (2000). *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tutar, B. (2010). Adana ili ve ilçelerindeki yatay betonarme hububat depo yapılarının mevcut durumu, geliştirme olanakları, planlanması ve lisanslı depoculuk. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Tutar, B., & Alagöz, T. (2012). Adana ili ve ilçelerindeki yatay betonarme hububat depo yapılarının mevcut durumu, geliştirme olanakları, planlanması ve lisanslı depoculuk. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(3): 1-12.
- Şişman, C. B., & Ergin, A. S. (2011). The effects of different storage buildings on wheat quality. *Journal of Applied Sciences*, 11(14), 2613-2619.
- Türkiye Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (TBYD), (2018), Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Ankara.
- Ziegler, V., Paraginski, R. T., & Ferreira, C. D. (2021). Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality-A review. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101770. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101770>

#### Kısaltmalar

a	Deponun genişliği, m
A	Yüzey alanı, m <sup>2</sup>
b	Deponun boyu, m
G	Deponun kapasitesi, ton
h	Ürün yığın yüksekliği, m
H	Depo yan duvar yüksekliği, m
m <sub>a</sub>	Çatı eğimine bağlı azaltma değeri
P <sub>k</sub>	Kar yükü hesap değeri, kN m <sup>-2</sup>
P <sub>ko</sub>	Kar yükü, kN m <sup>-2</sup>
r	Yarıçap, m
R	Depo hidrolik yarıçapı, m
V <sub>d</sub>	Deponun hacmi, m <sup>3</sup>
α	Çatı eğimi, derece
γ	Birim hacim ağırlığı, kg m <sup>-3</sup>
φ	İçsel sürtünme açısı, derece