



**BURSA BÖLGESİNDE ARMUT MUHAFAZASI İÇİN  
UYGUN SOĞUK HAVA DEPO TASARIMININ  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Eray ŞEKERCİ**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA BÖLGESİNDE ARMUT MUHAFAZASI İÇİN UYGUN SOĞUK HAVA  
DEPO TASARIMININ GELİŞTİRİLMESİ**

**ERAY ŞEKERCİ**  
0000-0002-1280-0545

Doç. Dr. İLKER KILIÇ  
0000-0003-0087-6718  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BURSA -2019**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### BURSA BÖLGESİNDE ARMUT MUHAFAZASI İÇİN UYGUN SOĞUK HAVA DEPO TASARIMININ GELİŞTİRİLMESİ

**Eray ŞEKERCİ**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. İlker KILIÇ

Bu çalışmada, Bursa Bölgesi iklim koşullarına uygun armut muhafazası için kullanılacak farklı kapasitelerde soğuk hava deposu tasarımlarının yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada farklı yapı malzemesi seçenekleri arasında MPL bilgisayar yazılımı kullanılarak optimizasyon yapılarak en uygun yapı malzemesi seçimi yapılmıştır. Bursa ilinde armut depolama amaçlı oluşturulan alternatif soğuk hava depoları arasında özellik bakımından kontrollü atmosfer soğutma sistemine sahip 50 ton kapasiteli, çelik çatı ve prefabrik betonarme taşıyıcı sistemli, briket yapı malzemesine sahip duvar ve asma tavanın kullanıldığı soğuk hava deposu olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Armut, Depolama, Soğuk Hava Deposu, Bursa.  
**2019, ix + 43 sayfa**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### DEVELOPMENT OF COLD STORAGE DESIGN SUITABLE FOR PEAR STORAGE IN BURSA REGION

Bursa Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystem Engineering

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. İLKER KILIÇ

In this study, it is aimed to develop cold storage designs with different capacities to be used for pear storage suitable for climatic conditions of Bursa region. In this study, the among different building material options was made optimization using MPL computer software and the most suitable building material was selected according to optimization results. Among the alternative cold storage depots created for pear storage in Bursa province, it is determined that there is a cold storage depot with 50 tons capacity, steel roof and prefabricated reinforced concrete bearing system with briquette structure material and controlled ceiling cooling system.

**Key words:** Pear, Storage, Fruit Cold Storage, Bursa.  
**2019, ix + 43 pages**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, tez konusunun belirlenmesinde ve tezin yazımında bana yardım eden, her konuda bilgilendiren ve destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. İlker KILIÇ' a teşekkür ederim. Çalışma arkadaşlarım Biyosistem Yüksek Mühendisleri Turgay YAVUZ ve Gizem ERDOĞAN'a, çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Eray ŞEKERCİ

25/10/2019



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Soğuk Hava Deposu Tasarımının Yapıldığı Alan.....	9
3.1.2. Bursa Bölgesi İklim Koşulları.....	9
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Soğuk Hava Deposu Yapı Elemanlarının Tasarımı.....	11
3.2.2. Soğutma Sistemlerinin Tasarımı.....	18
3.2.3. Tasarımı Yapılan Soğuk Hava Deposu Maliyet Hesapları.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Soğuk Hava Deposu Yapı Elemanları için En Uygun Yapı Malzemelerinin Belirlenmesi.....	26
4.2. Soğuk Hava Deposu Tasarım Özellikleri.....	29
4.3. Soğuk Hava Deposu İnşaat Maliyetleri.....	30
4.4. Farklı Kapasitelere Sahip Soğuk Hava Depolarının Soğutma Sistemlerinin Tasarımı.....	31
5. SONUÇ.....	32
KAYNAKLAR.....	33
EKLER.....	36
EK 1. Tasarımı Yapılan Soğuk Hava Depolarına İlişkin Çizimler.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	43

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Bursa siyasi haritası .....	9
Şekil 3.2. Bursa ili aylara göre sıcaklık grafiği .....	10
Şekil 3.3. Bursa ili aylara göre yağış grafiği .....	11
Şekil 3.4. Armut istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa tipleri ve boyutları .....	12
Şekil 3.5. Armut istiflemeye esas alınan palet tipi ve boyutları.....	13
Şekil 3.6. Palet istif yüksekliğinin örnek gösterim.....	14
Şekil 3.7. Psikometrik diyagram kullanılarak $i_d$ , $i_o$ ve $\gamma$ değerlerinin belirlenmesi.....	22



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Bursa ilinde 2018 yılında üretilen başlıca meyve türleri .....	3
Çizelge 2.2. Bursa ilinde son 10 yılda üretilen armut üretim miktarları ve Türkiye'deki toplam üretim miktarlarındaki payı .....	4
Çizelge 2.3. Bursa ili ilçelerinde 2018 yılında üretilen armut miktarları ve toplam üretimdeki payları .....	5
Çizelge 3.1. Armut istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa boyutları ve taşıma kapasiteleri .....	13
Çizelge 3.2. Armut istiflemeye esas alınan palet boyutları.....	13
Çizelge 3.3. Kasa-Palet ölçüleri ve sayılarına göre oluşturulan istif düzeni ve maksimum istif yükseklikleri .....	14
Çizelge 3.4. Soğuk odalar için tasarlanan istif düzenleri ve armut depolama yoğunlukları .....	16
Çizelge 3.5. Soğuk odaların duvar ve döşeme elemanları için yapı malzemesi kompozisyonları.....	17
Çizelge 3.6. Depolama sezonunda Bursa ili iklim verileri.....	19
Çizelge 3.7. Farklı armut türlerinin depolama koşulları ve özgül ısıları .....	20
Çizelge 3.8. Soğuk odalara komşu hacimlerin veya dış mahallinin sıcaklığı .....	20
Çizelge 3.9. Farklı Yüzeylerde Güneş Işınlığının Etkisinin Sıcaklık Farkı Eşdeğerleri. 20	20
Çizelge 3.10. Farklı ortam sıcaklıklarına göre bir insanın yaydığı ısı yükü.....	21
Çizelge 3.11. Elektrik motorlarından meydana gelen ısı yükü.....	21
Çizelge 3.12. Soğuk oda kapılarının açılmasından meydana gelen hava değişimi.....	22
Çizelge 3.13. Armutun çeşitli sıcaklıktaki olgunlaşma ısıları .....	24
Çizelge 3.14. Alternatif yapı malzemelerinden oluşan taşıyıcı sistem özellikleri .....	25
Çizelge 4.1. Soğuk hava deposu yapı elemanları için alternatif yapı malzemesi konfigürasyonları .....	27
Çizelge 4.2. Geliştirilen optimizasyon modeli amaç fonksiyonu ve model değişkenleri	27
Çizelge 4.3. MPL yazılımında optimizasyon işlemi .....	28
Çizelge 4.4. Geliştirilen optimizasyon modeli çözümü .....	29
Çizelge 4.5. Alternatif soğuk oda tasarımlarına ait taban alanları .....	30



## 1.GİRİŞ

Meyve ve sebze yetiştiriciliği yönünden elverişli bir iklime sahip olan ülkemizde hemen hemen tüm bölgelerimizde belirli dönemlerde yetiştiricilik yapılmakta ve tüm yıl boyunca bu ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Uygun depolanma ile meyve ve sebzelerin ürün kalitesi ve besin değerlerinde herhangi bir azalma olmadan yıl boyunca saklanması sağlanabilir. Depolama süresi, depoda sağlanan çevre koşullarının düzeyine ve ürünün özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir (Olgun 2009).

Soğuk hava depoları, meyve ve sebzelerin bozulmadan, tazeliğini ve dış görünüşünü koruyarak kullanım anına kadar muhafaza edildiği tesislerdir. Canlı yaşamının en önemli aşaması olan beslenme gereksinimi gıda maddelerinden maksimum oranda faydalanabilmeyi, israf edilmemesini, besin değerini fazla kaybetmeden muhafaza edilmesini gerektirmektedir. Günümüzdeki konumuyla soğutma sistemlerinin uygulama alanlarını “sınırsız” diye nitelendirmek ve günlük insan yaşamının bir parçası olarak görmek yanlış olmayacaktır (Alkaş 2006).

Depolamadaki temel maksat; ürün kalitesinin korunması, hastalıkların kontrolü, işletmenin ihtiyaç fazlası ürününü korumak ve her mevsim tüketilebilirlik sağlamaktır. Bu bağlamda depolar, ürünlerin görünüşünü, yapısını, nem kapsamını, besin değerini, lezzetini, kalitesini koruyacak ve mikroorganizmaların faaliyetlerini önleyecek koşulları sağlıyor olmalıdır. Hiçbir sebze ve meyve en taze halde bulunduğu vakitten daha iyi durumda depodan çıkarılamaz. Bununla birlikte bozulma miktarı ve depolama süresinin uzunluğu depolanan sebze ve meyvenin çeşidine bağlı olarak değişmektedir (Olgun 2009).

Bir ılıman iklim meyvesi olan armudun, bu iklim özelliklerini gösteren birçok ülkede üretim alanı mevcuttur. Dünyada çeşitlilik bakımından yaklaşık 5000 iken, ülkemizde bu sayı 640 kadardır. Çalışmada ülkemizde verimi yüksek olan ve yetiştiriciliği fazlaca yapılan, soğuk hava depolarında muhafaza edilip kışın da gıda pazarında varlığını devam ettirebilen armut meyvesini ele alınacaktır.

Ülkemiz coğrafyası, iklim bakımından dünyanın meyve yetiştiriciliğinde en önemli ülkelerinden biridir. Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması dolayısıyla da

ılıman iklim kuşağı özelliklerini göstermesi sebebiyle, tarım açısından çok elverişli ve tarımda da meyve yetiştiriciliğinin önemi oldukça fazladır. 2017 yılı TÜİK verilerine göre, en fazla üretilen yumuşak çekirdekli meyveler arasında elmadan (3 032 164 ton) sonra armut (503 004 ton) üretimi gelmektedir.

Bursa bölgesi iklim bakımından ılıman özellik göstermesi sebebiyle ülkemizde meyve yetiştiriciliği konusunda önemli pay sahibidir. Şehrin kuzey kesimleri, Marmara denizinin de etkisiyle daha nemli ve tarıma elverişlidir. Bursa bölgesinde Armut yetiştiriciliğinin yanı sıra şeftali ve çilek meyvelerinin de yetiştiriciliği oldukça fazladır. Armut meyvesi, Bursa'nın Gürsu ilçesinde yoğun üretim bandına sahiptir.

Bu çalışmada Bursa bölgesi iklim koşullarına uygun armut muhafazası için bir soğuk hava deposu tasarımını geliştirmektir. Bu amaçla tez çalışmasına farklı soğuk oda kapasitesine sahip birden fazla tasarım yapılmıştır. Çalışmada ayrıca soğuk hava deposu yapı elemanları için farklı yapı malzemeleri seçeneklerinden maliyet kısıtı dikkate alınarak optimizasyon yapılmış ve optimum yapı malzemesi konfigürasyonu belirlenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bursa bölgesi armut üretimi açısından ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Bölgede özellikle deveci armudu yüksek ihracat rakamlarına ulaşan armut çeşididir. Avrupalı tüketicilerin son yıllarda ise deveci armuduna oranla daha az şeker içeriğine sahip Santa Maria çeşidi armuduna olan ilgisinin artmasıyla bu armut cinsinin ihracat rakamları artış göstermiştir. Bursa ili armut üretim miktarı 2018 yılında 206 128 ton olmuştur. Buna bağlı olarak Bursa'da üretilen armudun toplam ülke üretimindeki payı 2008 yılında %25 iken, 2018 yılında %39 olmuştur ve Türkiye'de armut üretiminin yaklaşık 1/3'ünü karşılamaktadır.

**Çizelge 2.1.** Bursa ilinde 2018 yılında üretilen başlıca meyve türleri (TÜİK 2018)

Meyve Türleri	Üretim Miktarı(ton)
Armut	206 128
Zeytin	104 081
Şeftali	99 120
Kiraz	52 235
Çilek	49 060
Üzüm	33 192
İncir	26 385
Erik	22 263

Bursa İlinde son 10 yılda üretilen armut üretim miktarları ve Türkiye'deki toplam üretim miktarları içerisindeki oranı Çizelge 1.2.'de verilmiştir. Bursa İlinde üretilen armut miktarının Türkiye'deki toplam üretimde payı ortalama %35 olduğu çizelgeden görülmektedir.

**Çizelge 2.2.** Bursa ilinde son 10 yılda üretilen armut üretim miktarları ve Türkiye’deki toplam üretim miktarlarındaki payı (TÜİK)

Yıllar	Türkiye’nin Üretim Miktarı (ton)	Bursa İlinin Üretim Miktarı (ton)	Türkiye Üretimi İçerisindeki Payı (%)
2008	355 476	77 826	21
2009	384 244	108 236	28
2010	380 003	105 283	27
2011	386 382	100 568	26
2012	442 646	132 068	29
2013	461 826	157 671	34
2014	462 336	173 861	37
2015	463 623	173 550	37
2016	472 250	178 411	37
2017	503 004	188 754	37
2018	519 451	206 128	39

Türkiye’de armut üretiminde iller bazında Bursa’dan sonra Antalya, Ankara, Konya ve Burdur illeri gelmektedir. Antalya’nın Korkuteli ilçesinde üretilen ve halk arasında “Ankara Armudu” olarak ta bilinen Karyağdı Armudu yoğun üretim miktarına sahiptir. Bölgeler bazında armut üretiminde ise ortalama %35’lik payı ile Marmara Bölgesi en yüksek orana sahiptir. Marmara bölgesini, Ege Bölgesi %20, Akdeniz Bölgesi %20, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri %12’lik pay ile takip etmektedir.

Bursa’da üretilen armudun büyük bir kısmı “Türkiye’nin Armut Bahçesi” olarak bilinen Gürsu ilçesinde üretilmektedir. İlçede üretilen meyvenin %40 gibi büyük bir kısmı armut meyvesine aittir. Üretilen armut çeşitleri yoğunlukla Santa Maria ve Deveci Armududur. Özellikle Deveci Armudu yöre ile özdeşleşen ve yüksek ihracat oranına sahip aromatik bir meyvedir (Özcan 2018).

Bursa ili ilçelerinde 2018 yılında üretilen armut miktarları Çizelge 1.3.’te verilmiştir. Bursa ilinde en fazla armut üretilen ilçe %43,56’lık bir oran ile Gürsu ilçesidir. Bu ilçeyi %20,51 ile Kestel ilçesi, %11,79 ile İnegöl ilçesi, %9,32 ile Yıldırım ilçesi ve %8,10 ile Osmangazi ilçesi takip etmektedir.

**Çizelge 2.3.** Bursa ili ilçelerinde 2018 yılında üretilen armut miktarları ve toplam üretimdeki payları (TÜİK 2019)

İlçeler	Üretim Miktarı (Ton)	Toplam Üretim Miktarındaki Payı (%)
Büyükorhan	39	0,02
Gemlik	72	0,03
Gürsu	89 790	43,56
Harmancık	209	0,10
Karacabey	1 622	0,79
Keles	56	0,03
Kestel	42 276	20,51
Mudanya	720	0,35
Mustafakemalpaşa	4 300	2,09
Nilüfer	2 555	1,24
Orhaneli	180	0,09
Orhangazi	1 286	0,62
Osmangazi	16 687	8,10
Yenişehir	1 010	0,49
Yıldırım	19 220	9,32
İnegöl	24 306	11,79
İznik	1 800	0,87
Bursa İli Toplamı	208 128	100

Tüm bu veriler ışığında, Bursa ilinin ülkemizdeki en fazla armut üretiminin karşılandığı il olduğu söylenebilir. Bursa ilinde mevcut armut türlerinin, hem ticari hem de tüketim açısından uzun süre değerini koruyabilmesi açısından uygun sıcaklık koşullarının sağlandığı soğuk hava depolarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Depolamanın faydalarını aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Karaçalı 1990):

- Pazarlayıcı, ürünün pazarda bol ve fiyatının ucuz olduğu dönemi atlatıp, ürünün az ve fiyatın yüksek olduğu dönemi beklemektedir. Ancak pazarlamayı geciktirmenin de bir gideri olduğundan, ürünü geç pazarlama ile elde edilen yüksek fiyat yapılan ek giderleri karşılamalıdır.
- Uzayan pazarlama süresi içinde tüketilen ürün miktarı artmakta, bu da ilgili yetiştiriciliğin ve endüstrinin gelişmesini sağlamaktadır.
- Üretim ve pazarlama işletmesinin iş gücü kullanımını etkinleştirmektedir.
- Pazarda uzun süre daha kaliteli ürün bulunmasını sağlamaktadır.

e) Ürünü değerlendiren endüstri daha uzun süre çalışma ve daha çok ürünü işletme ve daha ekonomik çalışma olanağı bulmaktadır. Üretim ve pazarlama işletmesinde depolar işletmenin ekonomik yönünü iyileştirmeli ve bunu sürekli olarak sağlamalıdır.

Soğuk hava depolamanın yararları ve çiftçinin ekonomik gücünü olumlu yönde artırması nedeniyle depolama yapmak önerilmektedir. Bu nedenle bölge koşullarına uygun ve ekonomik soğuk hava depolarının tasarımına gereksinim duyulmaktadır. Çiftçilere yol göstermesi açısından bölge koşullarına göre soğuk hava deposu tip projeleri geliştirilmeli ve çiftçilerin kullanımına teşvik edilmelidir. Tasarımın yetkili kişilerce yapılması ve depo yapılmasına ilişkin yatırımlara verilen desteklerin artırılması gerekir.

Bu çalışmada, armut üretimi açısından ülkemizde önemli bir yere sahip olan Bursa bölgesi koşullarına uygun bir soğuk hava deposu tasarımının yapılması ve yatırım maliyetinin hesaplanması amaçlanmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde meyve soğuk hava deposu tasarımı ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar verilmiştir.

Köksal ve Türk (1982) yaptıkları çalışmalarında depo kapasitesinin değişik ürünleri depolamaya yönelik planlanmasının gerekliliğini ve yer seçiminin önemini vurgulayarak ülkemizde yaş meyve depolama tesislerinin sayısının artırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Ünal (1995), Ege Bölgesinde kuru incirin depolanmasıyla ilgili olarak yaptığı bir çalışmada soğuk hava depolarının yapısal özelliklerinin uygun olmadığını gözlemlemiştir. İncelemeleri sonucunda bölgede depolama tekniklerinin ve yasaların iyi bilinmediğine ve denetlemelerin yetersizliğine dikkat çekerek bölge koşullarına uygun kuru incir depolama tesisi projesi geliştirmiştir.

Devlet Planlama Teşkilatının (2001) turunçgil meyvelerinin depolanması ile ilgili yayınladığı bir raporda, son yıllarda turunçgil meyvelerinin depolanmasına yönelik soğuk hava depolarının sayısında artış görülmeyle birlikte ülkemiz turunçgil meyvelerinin soğukta muhafazası olanakları yönünden henüz beklenen düzeye

ulaşmadığı ve mevcut kapasitenin yetersiz kaldığı ifade edilmiştir. Yine aynı raporda depolama olanaklarının yetersiz oluşu nedeniyle, hasat mevsiminde pazara ihtiyaçtan fazla ürün sürüldüğü ve bu durumun bir yandan ürün israfına ve fiyatların düşmesi sonucu üreticinin ekonomik anlamda kaybına neden olduğu belirtilmektedir. Özellikle turuncgil yetiştiricileri, ürünün bol olduğu dönemde depolama yapmamakta ve ürünlerini kısa süre içerisinde piyasaya arz etmektedirler. Bu durumun üreticinin ürününü bir an önce elinden çıkarmak zorunda kalması veya depolamanın yararına inanmamasından kaynaklandığı belirtilmektedir (DPT 2001).

Demirtaş (2005), limon depolamanın iyi bilinmemesi sonucu ortaya çıkan bozulma ve çürümenin Mersinde %15, Ürgüp'te ise %27 olduğunu ispatlayan bir çalışma yapmıştır.

Sayılı ve arkadaşları (2006), yaptıkları bir çalışmada Tokat ilinde soğuk hava depolarında hem planlama hem de işletme açısından önemli problemlerin söz konusu olduğunu ve eğitim düzeyinin de düşük seviyede olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada depolamanın sağladığı ekonomik yararları da değinilmiştir.

Zenginoğlu (2007), üzerinde araştırma yaptıkları firmaların %17,6'sının depolama faaliyetlerini icra ederken sorunlarla karşılaştığını ve bu sorunlarında çoğunlukla maddi sıkıntılardan kaynaklandığını belirtmiştir.

Karaman ve arkadaşları (2009), Karaman ilinde bol miktarda elma bulunduğunu fakat buna karşın depolama tesislerinin hem sayısının hem de kapasitesinin yetersiz olduğunu vurgulayarak daha büyük ve modern soğuk hava depolarına ihtiyaç duyulduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada ise ülkemizin yıllık 36 milyon tonluk sebze ve meyve üretiminde hasat öncesi ve sonrası evrelerde ciddi kayıplar söz konusu olduğu belirtilmiştir. Her % 1'lik kaybın 100 milyon \$ gibi büyük bir değere eşdeğer olduğu bildirilmiştir (Kuruç 2002; Yılmaz 2010).

Okudum (2012), Isparta ilinde yaptığı çalışmada 1964-2010 yılları arasında faaliyet gösteren soğuk hava depolarının tarımsal faaliyetlerle ilişkisini, ekonomik etkisini ve son yıllarda yapısal ve sayısal olarak gösterdiği gelişimi elma ve kiraz meyvelerinin

üretim miktarının çokluğuna bağlamıştır. İlin kalkınmasında soğuk hava depolarının önemine kanaat getirmiştir.

Kart ve Demircan (2013), Isparta İlindeki soğuk hava depolarının genel özellikleri ve depolamanın elma fiyatı üzerine etkileri konulu çalışmasında, Isparta ilindeki klasik (normal atmosferli) ve modern (kontrollü atmosferli) soğuk hava depo işletmelerinin genel özelliklerinin karşılaştırılması ve depolamanın elma fiyatı üzerine etkisinin belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre işletme başına ortalama kapasite 5269,49 ton, depolanan elma miktarı 4569,49 ton ve kapasite kullanım oranının %86,72 olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde depolanan elmanın %83,25'inin Aralık-Nisan aylarında satışa sunulduğu saptanmıştır. Depolama sonrası fiyat ile hasat dönemi fiyatı karşılaştırıldığında elma fiyatının elma sınıflarına göre oransal olarak %25,78 ile %29,22 arasında arttığı tespit edilmiştir.

Alkan (2013), yaptığı çalışmada Aydın ilindeki soğuk hava depolarının mevcut durumunun belirlenmesi ve geliştirilmesi konularını ele almıştır. Meyve ve sebze depolamada kullanılan soğuk hava depolarında genel ve yapısal özelliklerin tespit edilmesini amaçlamıştır. İncelemeler sonucu alt yapı ve donanım ile mülkiyet durumu arasında istatistiksel olarak doğru bir orantı bulunmuştur. İncelenen işletmelerde en büyük sorunun ekonomik olduğu ve bunun nedeninin de elektrik giderleri olduğu anlaşılmış olup, devlet desteğinin de yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Sargın ve Okudum (2014), çalışmalarında Isparta İlinde soğuk hava depolarının kuruluşu, gelişimi ve gelişime etki eden faktörleri incelemiştir. Soğuk hava deposu kavramı, dünyada ve Türkiye'de soğuk hava depoculuğunun gelişimi üzerinde durulmuş daha sonrada Isparta ilinde ilk soğuk hava deposunun inşasından günümüze kadar geçen süreçte depoculuğun gelişimi, soğuk hava depolarının il bazında dağılışı ve bu dağılışa etki eden faktörler incelenmiştir. Sonuç olarak depolama ile ilgili mevcut bilgilerin eksik ve yetersiz olduğunu belirten yazarlar Isparta ili genelinde sağlıklı veriler oluşturmuş ve bundan sonra yapılacak araştırmalara da bir nevi ön çalışma hazırlamışlardır.

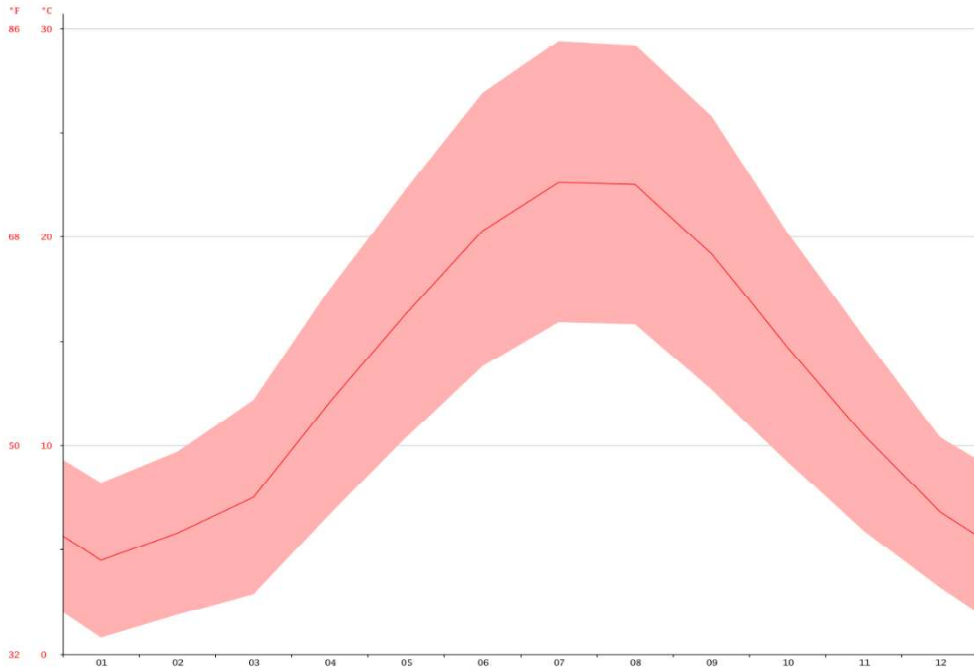




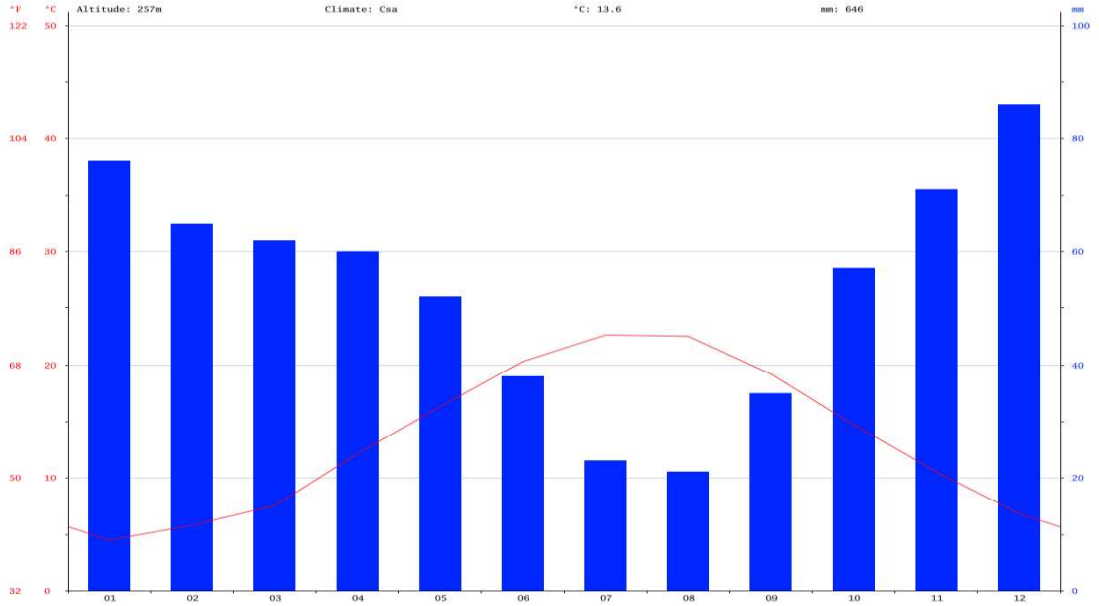
bulunan ılıman iklim türü, şehrin bazı bölgelerinde yerini soğuk iklimlere bırakmaktadır. Bursa'nın kuzey kesimlerinde denizel etki nedeniyle iklim daha nemli ve ılımandır, bu nedenle de yerleşim bu bölgede çok daha fazladır. Bunun yanı sıra Bursa'nın güneyinde Uludağ bulunmaktadır. Burada yükseklik nedeniyle kar seviyesi oldukça fazladır. Sonuç olarak Bursa'nın kuzeyinde daha ılıman iklim, güneyinde ise biraz daha soğuk bir iklim mevcuttur (Anonim 2019b).

Bursa ilinin iklimi komşu illerin iklimi ile çok büyük farklılıklar göstermemektedir. İlıman iklim tiplerinde en soğuk ay Şubat ayı iken, en sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Bursa'da yıllık yağış ortalama 700 mm ve nem oranı ortalama %70'tir. Sıcaklık üzerinde doğrudan etkisi olan dağların dağılımı, Bursa ilinde diğer illere göre biraz fazladır (Anonim 2019c).

Bursa ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 13,6°C'dır. Ortalama 22.6°C sıcaklıkla Temmuz ayı yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 4.5 olup yılın en düşük ortalamasıdır. (Şekil 3.2). Yıllık ortalama yağış miktarı: 646 mm 21 mm yağışla Ağustos yılın en kurak ayıdır. Ortalama 86 yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında görülmektedir (Şekil 3.3) (Anonim 2019d).



Şekil 3.2. Bursa ili aylara göre sıcaklık grafiği



Şekil 3.3. Bursa ili aylara göre yağış grafiği

## 3.2.Yöntem

### 3.2.1.Soğuk Hava Deposu Yapı Elemanlarının Tasarımı

Bursa bölgesinde armut muhafazasında en uygun soğuk hava deposu projesinin geliştirilmesinde, öncelikle depoyu meydana getiren soğuk odaların tasarımı gerçekleştirilir. Soğuk oda tasarımında ise içerde yerleştirilecek olan armut kasalarının istifleme düzeninin oluşturulması gerekmektedir.

#### Alternatif armut istifleme düzenlerinin tasarımı

Soğuk hava depolarını oluşturan alt birim olan soğuk odaların alternatif boyutları, istifleme biçimine bağlı olarak, armut depolaması için uygun istif yüksekliği ve depolama değerleri esas alınarak belirlenmiştir. Soğuk hava depolarında kullanılan iki adet alternatif soğutma sistemi mevcuttur. Bunlardan ilki geleneksel soğutma sistemi (kompresörlü), ikincisi ise modern (kontrollü) soğutma sistemidir. Modern soğutma sistemi en çok kullanılan soğutma sistemidir.

Depolamada kullanılan soğuk hava depolarında istifleme işlemi palet sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Armut, elma vb. yaş meyveler genelde ahşap veya plastik kasalar vasıtasıyla depolanırlar. Ahşap kasalar genellikle 20-25 kg ağırlığında ürün alabilen 40

cm\*50 cm\*30 cm boyutlara sahip kasalardır. Plastik kasalar ise yine ortalama aynı ağırlıkta ürün alabilirler. Ancak plastik kasa boyutları (37 cm\*52 cm\*32 cm), (36,5 cm\*55 cm\*32,5 cm) ve (40 cm\*60 cm\*33 cm) olarak değişkenlik gösterebilir (Çizelge 3.1.). Palet boyutları ise (100 cm\*120 cm), (110 cm\*110 cm) ve (120 cm\*120 cm) şeklindedir (Çizelge 3.2.). Her bir ahşap kasaya 30±0,25 kg, plastik kasaya ise 25±0,25 kg armut eklenmesi koşulu ile oluşturulacak istif biçimlerine göre 165 cm, 175 cm, 177,5 cm, 180 cm, 207 cm, 210 cm ve 213 cm istif yükseklikleri elde edilir. Bu yükseklikler birim palet istif yükseklikleri olarak kabul edilir (Şekil 3.4 ve Çizelge 3.3) (Canada Plan Service 2007; Karaçalı 2004a, 2004b). Soğuk odalar tasarlanırken oda yükseklikleri bu birim palet istif yüksekliklerine göre planlanmaktadır.

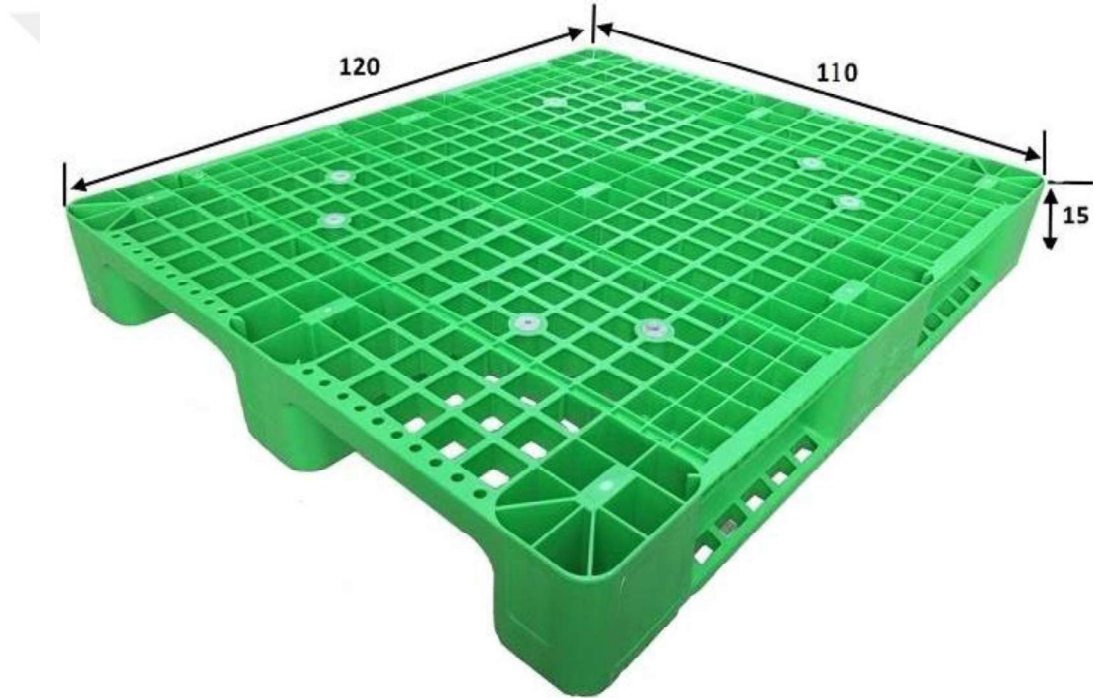
Soğuk odalar tasarlanırken dikkat edilen bir diğer önemli detay da birim alana ne kadar armut yoğunluğunun istiflendiğidir. Armut depolamada uygun depolama yoğunluğu 200 kg/m<sup>3</sup> - 250 kg/m<sup>3</sup> aralığındadır (TSE 1998).



**Şekil 3.4.** Armut istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa tipleri ve boyutları (Emir Ambalaj, Kros Plastik)

**Çizelge 3.1.** Armut istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa boyutları ve taşıma kapasiteleri

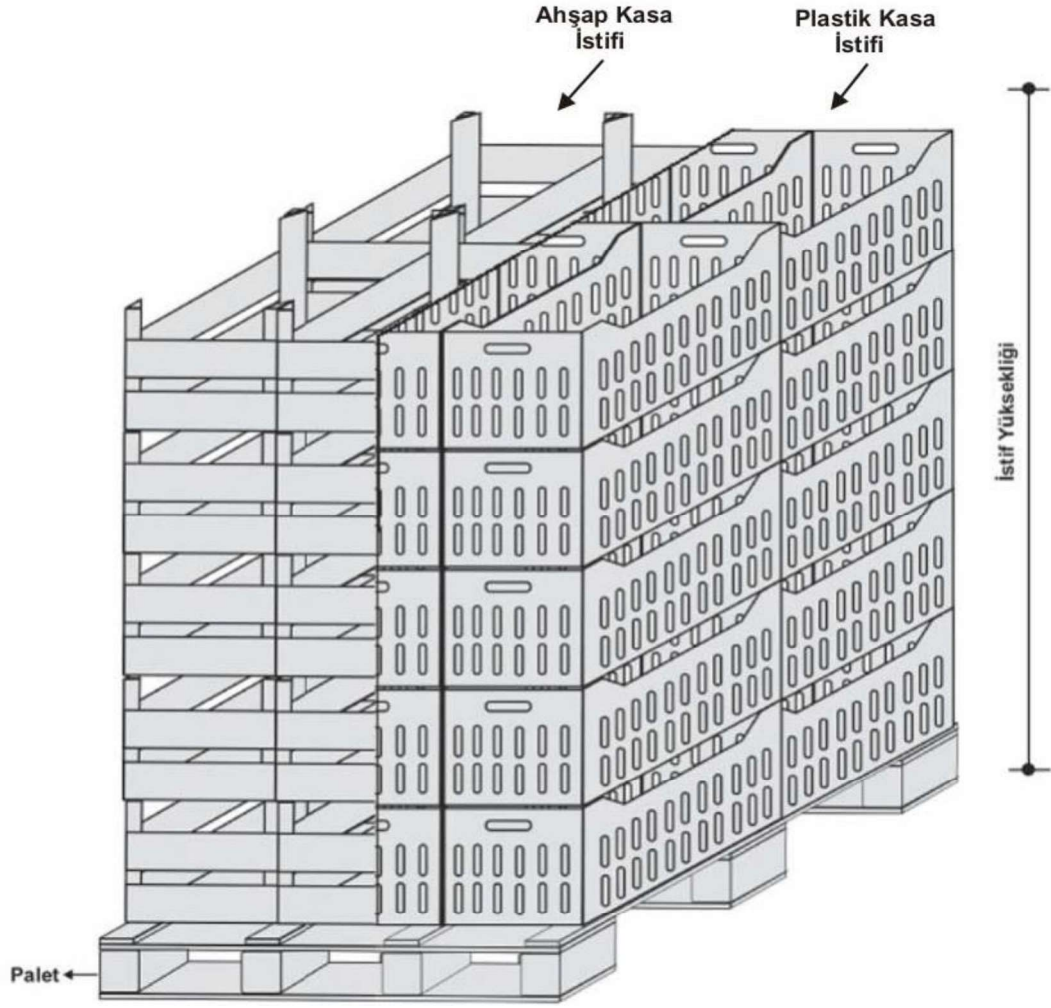
Kasa Boyutları				Kasa Taşıma Kapasitesi		
Kasa Çeşidi	Uzunluk (a) cm	Genişlik (b) cm	Yükseklik (h) cm	Ortalama Armut İstif Kapasitesi (kg)	Ortalama Kasa Ağırlığı (kg)	Ortalama Toplam Ağırlık (kg)
Ahşap	50	40	30	25	5	30
Plastik	52	37	32	22	3	25
Plastik	55	36,5	32,5	22	3	25
Plastik	60	40	33	22	3	25



**Şekil 3.5.** Armut istiflemeye esas alınan palet tipi ve boyutları

**Çizelge 3.2.** Armut istiflemeye esas alınan palet boyutları

Uzunluk (a) cm	Genişlik (b) cm	Yükseklik (h) cm
110	120	15



**Şekil 3.6.** Palet istif yüksekliğinin örnek gösterim (Jafarpour 2013; Yılmaz 2010)

**Çizelge 3.3.** Kasa-Palet ölçüleri ve sayılarına göre oluşturulan istif düzeni ve maksimum istif yükseklikleri (Jafarpour 2013)

İstif Düzeni						Maksimum İstif Yüksekliği (cm)
Kasa Türü	Kasa Yüksekliği (cm)	Palet Yüksekliği (cm)	Üst Üste Konulan Kasa Sayısı (adet)	Birim İstif Palet Yüksekliği (cm)	Üst Üste Konulan Maksimum Palet Sayısı (adet)	
Ahşap	30	15	5	165	3	495
Plastik	33	15	5	180	3	540

Armut depolamada istif yüksekliğini belirleyen en önemli faktör, istifleme düzeninin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesine bağlıdır. Ülkemizde depolamada palet

üzerine kasalar yerleştirilirken üst üste en fazla 5 kasa konulmaktadır (Karaçalı 2004b). İstiflenmiş paletleri kaldırmaya yarayan forklift aletinin güvenli kaldırma yüksekliğine göre üst üste istiflenecek palet sayısı belirlenir. Bu yükseklik ülkemizde maksimum 4,75 m olarak kabul edilmektedir (Cat 2009; Clark 2009; Dalian 2009; Linde 2009; Still 2009; Toyota 2009).

Kompresörlü soğutma sistemi kullanılan soğuk hava depolarında depolama amacına göre soğuk oda yükseklikleri farklılık göstermekle birlikte, bu yüksekliğin en az 3 m olması gerekmektedir. Soğuk odalara ulaşımın ve istiflemenin kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve soğuk odalara yükleme ve boşaltma işlemlerinin elverişli şartlarda gerçekleştirilmesi için kullanılacak koridorların genişlik olarak en az 3 m olması gerektiği belirtilmektedir (TSE 1986, 1995).

Kontrollü atmosferik soğutma sistemleri kullanılan soğuk hava depolarında soğuk odalar 300 tona kadar armut alacak biçimde tasarlanmalıdır. 300 ton armudun istiflendiği bir oda 1200 m<sup>3</sup> hacme sahip olmalıdır. Ayrıca bu soğutma sistemi soğuk odanın normal atmosfer koşullarından farklı atmosfer şartları taşıdığından arada atmosfer kaçıını önleyecek biçimde yalıtımının iyi yapılması ve hermetik kapatılabilen kapıların bulunmasını gerektirmektedir. Bu tip depolarda soğuk odalar içerisinde hava dolaşımının iyi bir şekilde sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle istifleme özenle yapılmalıdır. İstif yüksekliği bu depolarda 7,5 m'yi geçmemeli ve istifler üzerinde 0,5 m-1 m arasında boşluklar bırakılmalıdır. İstifler arasında ise hava akışının sağlanabilmesi için 10 cm'lik aralıklar bırakılmalıdır (Canada Plan Service 2007; TSE 1989).

Yukarıda bahsedilen istifleme düzenleri ve depolama esasları dikkate alınarak, uygun depolama yoğunluğunda bulunması koşuluyla beş çeşit istif düzeni tasarlanmıştır. Bu istif düzenleri aşağıda verilmektedir (Çizelge 3.4.).

**Çizelge 3.4.** Soğuk odalar için tasarlanan istif düzenleri ve armut depolama yoğunlukları

Alternatif İstif Düzeni No	Üst Üste Konacak Paletli Kasa İstif Sayısı (adet)	Armut Depolama Kapasitesi (ton)	Armut Depolama Yoğunluğu (kg/ m <sup>3</sup> )
1	3	50	240,26
2	3	100	231,14
3	3	200	237,20
4	3	300	249,53

### **Alternatif Duvar ve Döşeme Yapı Elemanlarının Tasarımı**

Soğuk hava depolarını oluşturmada kullanılan farklı yapı malzemeleri sayesinde farklı tasarım kompozisyonları oluşturulmuştur.

Soğuk hava depolarını oluşturan soğuk odaların dış duvarları örülürken tuğlalar arasında 5 cm ya da 10 cm hava boşluğu bırakılmalı ve tuğlalar arasında da yalıtım malzemesi (perlit, stropor, heraklit vb.) kullanılması öngörülmektedir (Savaş 1987). Soğuk hava depolarının yapı malzemesi özelliği poliüretan olmalıdır. Yalıtım özelliği çok iyi olan poliüretan malzeme soğuk hava depolarında kullanıldığı takdirde yüksek enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca poliüretan malzemenin yalıtım özelliği iyi olduğu için iç kaplamada kullanılması önerilmektedir. Soğuk hava depolarında en sık kullanılan tipi ise sert poliüretan köpük malzemedir (Altınışik 2006). Sert poliüretan malzeme hafif olmasının yanı sıra yangına dayanıklıdır. Ayrıca yüksek seviyede nem, ısı ve ses yalıtımını da sağlamaktadır (İzogül 2007).

Çeşitli soğuk hava deposu yapı malzemesi kompozisyonlarının oluşturulmasında yapı malzemelerinin yukarıda açıklanan özellikleri dikkate alınmıştır. Ayrıca bu kompozisyonlara ilişkin farklı yapı malzemesi katmanları, yapı tekniği esasları ve yapı malzemesi özellikleri esas alınmıştır (Kayan 1992; Murray 1993; Şahin ve Ünal 2007). Bu kompozisyonları oluştururken üç farklı duvar yapı malzemesi esas alınarak yine üç farklı kompozisyon oluşturulmuştur (Çizelge 3.5). Bu duvar malzemelerinden ilki ülkemizde sıkça kullanılan tuğla, ikincisi briket ve üçüncüsü ise son yıllarda kullanımı giderek artan sert poliüretan dolgulu sandviç paneldir (PU PANEL). Zemin döşemelerinin malzeme kompozisyonlarının oluşturulmasında her üç alternatif içinde



genleştirilmiş Polisitren kullanılması öngörülmektedir. Tavan döşemelerinin malzeme kompozisyonlarının oluşturulmasında ise tuğla ve briket malzemeleri için Polisitren, Poliüretan malzeme için ise yine Poliüretan kullanılması esas alınmıştır.

**Çizelge 3.5.** Soğuk odaların duvar ve döşeme elemanları için yapı malzemesi kompozisyonları

Karşılaştırılan Duvar Malzemeleri	Döşemeler İçin Yapı Malzemesi Kompozisyonu	
	Tavan	Zemin
Tuğla+EPS	EPS	EPS
Briket+EPS		
PU Panel	PU Panel	

#### **Alternatif Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tasarımı**

Soğuk hava depolarını tasarlarken dikkat edilmesi gereken bir diğer hususta depoları oluşturan soğuk odaların tamamını kapsayan yapı kontrüksiyonunun tasarımıdır. Soğuk hava deposu kontrüksiyonu üç farklı taşıyıcı sistem esas alınarak inşa edilmektedir. Bunlar konvansiyonel betonarme, prefabrik betonarme ve çelik kontrüksiyondur. Kompresörlü ve atmosferik kontrollü soğutma sistemleri için bu üç farklı kontrüksiyon çeşidinin de uygulanması öngörülmüştür. Türkiye’de geçerli olan standartlar ve yönetmelikler bu kontrüksiyonların tasarımında dikkate alınmıştır (Anonim 2007a; TSE 1980, 1987,1992, 1997, 2000, 2010).

Soğuk hava depolarının taşıyıcı sistemlerinin hesaplanmasında ve tasarımında aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- Yapının dayanıklılık esası için bölge 1. Derece deprem bölgesi esas alınarak belirlenmiştir. Yapı önem katsayısı 1’dir. Deprem hesabı yapılırken eşdeğer statik deprem yükü yöntemi kullanılmıştır.
- Tasarımların inşa edileceği arazinin zemin emniyet gerilmesinin 10 ton/m<sup>2</sup> ve zemin sınıfı olarak da bölgede çok sık rastlanan Z4 zemin sınıfında olduğu esas alınmıştır.
- Taşıyıcı sistem boyutlarının belirlenmesinde fonksiyonellik ve kullanım amacı esas olarak belirlenmiştir.

- Yapıların 900-1000 m rakımda ve 1. Derece kar yağış bölgesinde olduğu öngörülmektedir.
- Tasarımı yapılan alternatif soğuk hava depolarında depolanacak olan armudun özelliklerine, miktarına ve depoyu oluşturan yapı konstrüksiyonlarının termik özelliklerine göre soğutma yükleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre belirlenen soğutma yükünü karşılayabilecek soğutma sistemleri seçilmiştir.
- Soğuk hava depolarında toplam soğutma yükü olan  $Q_{\text{toplam}}$  hesaplanırken; yapı elemanlarının ortama verdiği ısı  $Q_1$ , depoda görevli personel ve ekipmanların ortama verdiği ısı  $Q_2$ , üretim cihazlarının (ışık, motor, forklift vb.) ortama verdiği ısı  $Q_3$ , dışardan soğuk odaya giren ısı  $Q_4$ , depolanan armudun soğuma süresince ortama verdiği ısı  $Q_5$  ve yine depolanan armudun olgunlaşma süresince ortama verdiği ısı  $Q_6$  toplanmıştır.

$$Q_{\text{toplam}}=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5+Q_6 \quad (3.1.)$$

- Toplam soğutma yükü  $Q_{\text{toplam}}$  hesaplanırken etki eden tüm etmenler aşağıda açıklanmıştır.

Tüm bu hesaplamalar yapılırken soğuk hava deposunun Bursa ili ortalama armut depolama dönemi olarak kabul edilecek Ekim-Nisan ayları boyunca çalışır vaziyette olduğu ve sezon başlangıcında günde 2 odanın armut depolaması tamamlanarak 10 gün içerisinde tüm depolama işleminin tamamlanması öngörülmektedir.

### **3.2.2. Soğutma Sistemlerinin Tasarımı**

Soğutma sistemlerinin tasarımlarında TSE (1998a), Şahin ve Ünal (2005), Olgun (2009) ve Jafarpour (2013) kaynaklarında verilen eşitlikler kullanılmıştır.

#### **Soğuk Hava Depolarında Yapı Elemanlarından Geçen Isının Hesaplanması**

Tasarımlanan soğuk hava depolarında yapı elemanlarından geçen ısının hesaplanabilmesi için soğuk odaları oluşturan yapı malzemelerinden her birinin ısı iletim katsayısını bilmek gereklidir. Yapı elemanlarından geçen toplam ısı iletim katsayısı (U), yapı malzemelerinin her birinin ısı iletim hesap değeri olan ( $\lambda$ ) ve TS 825

yardımla aşağıda Eşitlik 2’de belirtildiği üzere hesaplanmıştır (TSE 1998a; Şahin ve Ünal 2005; Olgun 2009; Jafarpour 2013).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_{iç}} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_{dış}}} \quad (3.2.)$$

Eşitlikte;

U: Yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısını ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ),

$\lambda_i$ : Yapıyı oluşturan her bir yapı elemanının ısı iletkenlik katsayısını ( $Wm^{-1}K^{-1}$ ),

$d_i$ : Her bir malzemenin kalınlığını (m),

$\lambda_{iç}$ : İç yüzey iletkenlik katsayısını ( $Wm^{-1}K^{-1}$ )

$\lambda_{dış}$ : Dış yüzey iletkenlik katsayısını ( $Wm^{-1}K^{-1}$ ),

i: Yapı elemanında kullanılan malzeme sayısını (1...n) temsil etmektedir.

Tasarımlanan soğuk hava depolarında yapı elemanlarından ortama verilen ısının hesaplanması aşağıda Eşitlik 3’te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Q_1 = (t_d - t_i + t_k + t_g) \sum_1^n (U) (A) \quad (3.3.)$$

Eşitlikte;

$Q_1$ : Yapı elemanlarından ortama geçen ısı ( $Wh^{-1}$ ),

$t_d$ : Maksimum aylık ortalama hava sıcaklığı (K)(Çizelge 3.7),

$t_i$ : Depolama sıcaklığını (K)(Çizelge 3.8),

$t_k$ : Döşemeye komşu toprak sıcaklığı (K)(Çizelge 3.9),

$t_g$ : Güneş ışınlarının etkisinin sıcaklık farkı eşdeğerleri (K)(Çizelge 3.10),

U: Her bir yapı elemanı için toplam ısı iletim katsayısı ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ),

A: Her bir yapı elemanının ısı geçiren yüzey alanı ( $m^2$ ) temsil etmektedir.

**Çizelge 3.6.** Depolama sezonunda Bursa ili iklim verileri (MGM 2018)

İklim Parametresi	Depolama Periyodu							
	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
En Yüksek Sıcaklık (°C)	40,3	37,3	31	27,2	25,2	26,9	32,5	36,2
Ortalama Oransal Nem (%)	65	71	73	73	71	70	69	68

**Çizelge 3.7.** Farklı armut türlerinin depolama koşulları ve özgül ısıları (TSE 1998b)

Armut Türleri	Depolama Koşulları			Özgül Isı	
	Depolama Sıcaklığı(°C)	Bağıl nem (%)	Depolama Süresi(gün)	Donmadan Önce	Donmadan Sonra
Bartlett	0/3	90-93	150-180	1,0234	0,5233
Conference	0/3	90-93	180-240	1,0234	0,5233
Doyenne du Comice	0/3	90-93	210-270	1,0234	0,5233

**Çizelge 3.8.** Soğuk odalara komşu hacimlerin veya dış mahallinin sıcaklığı (Özkol 1999)

Komşu Toprak Sıcaklıkları	Sıcaklık (°C)
Çok Soğuk İklim	7
Soğuk İklim	15
Serin İklim	20
Sıcak İklim	25

**Çizelge 3.9.** Farklı Yüzeylerde Güneş Işınlarnın Etkisinin Sıcaklık Farkı Eşdeğerleri (Özkol 1999; Jafarpour 2013)

Yüzey Cinsi	Duvar Yüzeyi			
	Doğu	Güney	Batı	Düz Yüzey
Koyu Renkli Yüzeyler (°C)	5	3	5	11
Orta Renkli Düzeyler(°C)	4	3	4	9
Açık Renkli Düzeyler(°C)	3	2	3	5

### Soğuk depo personelinden yayılan ısının hesaplanması (Q<sub>2</sub>)

Aşağıda verilen Eşitlik 4 vasıtasıyla soğuk hava deposu personelinin ortama yaydığı ısı hesaplanır.

$$Q_2 = t_p \sum_1^n (q_p) \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

Q<sub>2</sub>: Depo personelinin ortama yaydığı ısı miktarını (Wgün<sup>-1</sup>),

t<sub>p</sub>: Depo personelinin çalışma süresini (saat),

q<sub>p</sub>: Ortam sıcaklığına göre işçilerin yaydığı ısı miktarını (Wh<sup>-1</sup>)(Çizelge 3.11) temsil etmektedir.

### **Işık, motor, forklift gibi ısı üreten cihazlardan ortama yayılan ısı miktarının hesaplanması (Q<sub>3</sub>)**

Aşağıda verilen Eşitlik 5 vasıtasıyla ışık, motor, forklift gibi ısı üreten cihazlardan ortama yayılan ısı miktarı hesaplanır.

$$Q_3 = tc \sum_1^n (qc) \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

Q<sub>3</sub>: Isı üretim cihazlarından kaynaklanan ısı miktarını (Wgün-1),

tc: Cihazların günlük çalışma süresini (saat),

qc: Cihazların türüne göre ortama yaydıkları ısıyı (Wh-1)(Çizelge 3.12) temsil etmektedir.

**Çizelge 3.10.** Farklı ortam sıcaklıklarına göre bir insanın yaydığı ısı yükü (TSE 1986, Jafarpour 2013)

Ortam Sıcaklığı (°C)	İnsanın yaydığı ısı yükü (Wh <sup>-1</sup> )
10	209
5	244
0	273

**Çizelge 3.11.** Elektrik motorlarından meydana gelen ısı yükü (Özkol 1999; Jafarpour 2013)

Motor Gücü (HP)	Motorun yaydığı ısı yükü (Wh <sup>-1</sup> )
1/8-1/2	1 244
1/2-2,0	1 082
3,0-20,0	861

### **Hava Değişiminden Gelen Isının Hesaplanması(Q<sub>4</sub>)**

Aşağıda verilen Eşitlik 6 vasıtasıyla hava değişiminden ortama yayılan ısı miktarı hesaplanır.

$$Q_4 = HD * V * (id - io) * \gamma \quad (3.6)$$

Eşitlikte;

Q<sub>4</sub>: Hava değişiminden gelen ısıyı (Wgün<sup>-1</sup>),

HD: Toplam gerçekleşen hava değişiminin sayısını (adet)(Çizelge 3.13),

V: Soğuk oda hacmini ( $m^3$ ),

$i_d$ : Dış hava ısı tutumunu (W),

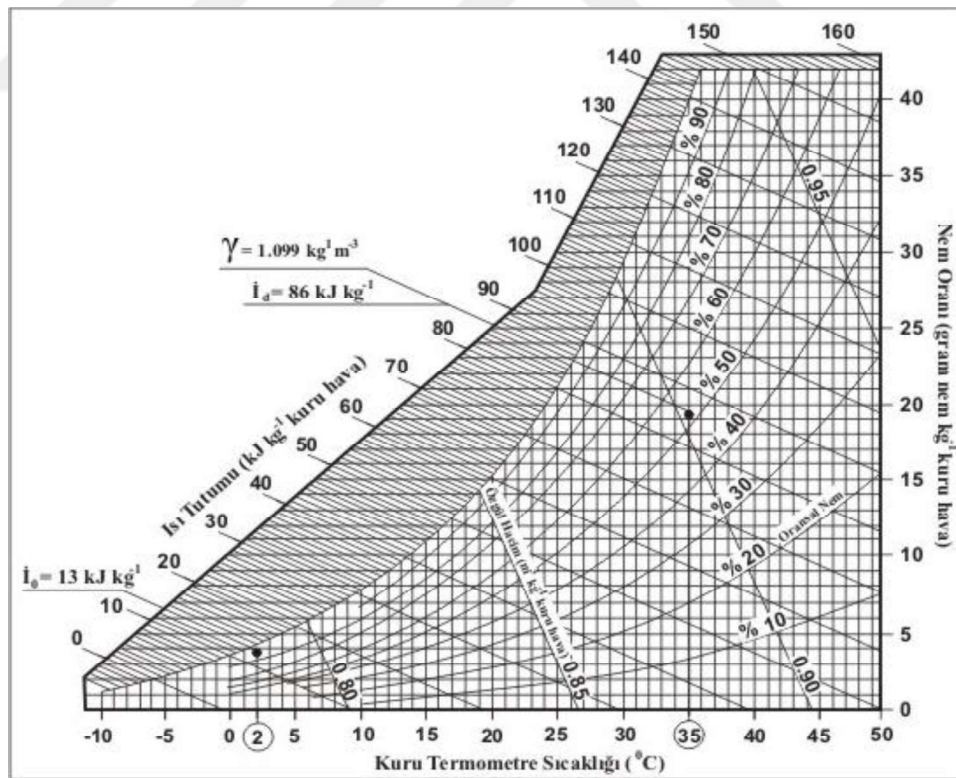
$i_o$ : İç hava ısı tutumunu (W),

$\gamma$ : Havanın özgül ağırlığını ( $kgm^{-3}$ ) temsil etmektedir.

$i_d$ ,  $i_o$  ve  $\gamma$  değerleri Şekil 3.7.'de verilen psikometrik diyagramdan elde edilmiştir.

**Çizelge 3.12.** Soğuk oda kapılarının açılmasından meydana gelen hava değişimi (Özko 1999; Jafarpour 2013)

Oda İç Hacmi ( $m^3$ )	24 saatte hava değişimi (adet)	
	Oda sıcaklığı $0^\circ C$ 'nin üzerinde	Oda sıcaklığı $0^\circ C$ 'nin altında
500	3.70	2.80
625	3.30	2.50
750	2.90	2.30
1000	2.50	1.90
1250	2.20	1.70
1800	1.66	1.42



**Şekil 3.7.** Psikometrik diyagram kullanılarak  $i_d$ ,  $i_o$  ve  $\gamma$  değerlerinin belirlenmesi (Özko 1999; Jafarpour 2013)

### **Soğuma Süresince Meyvenin Ortama Verdiği Isının Hesaplanması (Q<sub>5</sub>)**

Aşağıda verilen Eşitlik 7 vasıtasıyla soğuk hava deposunda soğuma gerçekleşene kadar armudun ortama yaydığı ısı miktarı hesaplanır.

$$Q_5 = \frac{G(C_{özg})(t_d - t_i)}{t_s} \quad (3.7)$$

Eşitlikte;

Q<sub>5</sub>: Soğuma süresince meyvenin ortama verdiği ısıyı (Wh<sup>-1</sup>),

G: Ürün miktarını (kg),

C<sub>özg</sub>: Meyvenin özgül ısısını (Wkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)(Çizelge 3.8),

t<sub>d</sub>: Maksimum aylık ortalama hava sıcaklığı (K)(Çizelge 3.7),

t<sub>i</sub>: Depolama sıcaklığı (K)(Çizelge 3.8),

t<sub>s</sub>: Meyvenin soğuma süresi (saat) temsil etmektedir.

### **Olgunlaşma Süresince Meyvenin Ortama Verdiği Isının Hesaplanması (Q<sub>6</sub>)**

Aşağıda verilen Eşitlik 8 vasıtasıyla soğuk hava deposunda olgunlaşması gerçekleşene kadar armudun ortama yaydığı ısı miktarı hesaplanır.

$$Q_6 = \frac{G(C_{olg})}{1000(t_o)} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

Q<sub>6</sub>: Olgunlaşma süresince meyvenin ortama verdiği ısıyı (Wh<sup>-1</sup>),

G: Ürün miktarını (kg),

C<sub>olg</sub>: Meyvenin olgunlaşma ısısını (Wkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)(Çizelge 3.14),

t<sub>o</sub>: Meyvenin soğuma süresi (saat) temsil etmektedir.

Tüm bu hesaplamalar ışığında, öngörülen soğuk hava deposunu oluşturan odaların soğutma sistemleri ve kullanılacak ekipmanların tasarımı gerçekleştirilmiştir. Karar verilen soğutma sistemi ve ekipmanlar doğrultusunda Bursa ilinde güncel fiyat araştırılması yapılmış, farklı firmalardan fiyat teklifleri alınmıştır. Maliyet hesabı yapıldıktan sonra 100, 200 ve 300 tonluk armut depolama tesisinin tesis maliyetleri belirlenmiştir.

**Çizelge 3.13.** Armudun çeşitli sıcaklıktaki olgunlaşma ısıları

Sıcaklık (K)	1000 kg armudun çeşitli sıcaklıklarda ürettiği olgunlaşma ısı miktarı (Wh <sup>-1</sup> )	
	TSE (1998b) Wh <sup>-1</sup>	Anonim (2019e) Kcal/gün
0	220,97 – 261,68	150-375
5	325,64 – 459,39	280-860
10	890,86 – 1325,82	430-1180
15	889,70 – 2000,36	840-2970

### 3.2.3. Tasarımı Yapılan Soğuk Hava Deposu Maliyet Hesapları

#### İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi

Tasarımlanması öngörülen soğuk hava deposu kompozisyonlarının inşaat maliyetlerini belirlemek adına öncelikle metraj çıkarılmış daha sonra ise keşfi yapılarak toplam maliyet hesaplanmıştır.

Tasarımı yapılan soğuk hava deposu kompozisyonlarının keşif metraj işlemleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın birim fiyatları ile güncel piyasa fiyatlarına göre hesaplanmıştır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Birim Fiyatlarına Göre Hesaplama: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2019 yılında yayınladığı birim fiyat listesi göz önünde bulundurularak keşif işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu birim fiyat listesinde bulunmayan bazı kalemler güncel fiyatlandırma sistemi ile fiyatlandırılmıştır. Ayrıca tasarımı yapılan soğuk hava deposunun ileri ki yıllarda oluşacak bakım masrafları da fiyatlandırma işlemine dâhil edilmiştir. Elektrik ve makine tesisatı giderleri her bir tasarım için aynı değerde kabul edilmiştir.

Güncel Piyasa Fiyatlarına Göre Hesaplama: Tasarımı yapılan soğuk hava depolarının Bursa ilinde inşa edileceği öngörüldüğünden bu bölgede imalat, inşaat ve soğutma sistemi tesis maliyeti incelenmiştir. Tasarımı yapılan soğuk hava depolarının tercih edilen yapı malzemelerine göre çeşitli firmalardan teklifler alınmıştır.



## Alternatif Soğuk Hava Depolarında Soğutma Sistemlerinin Tasarım ve Tesis Maliyetlerinin Belirlenmesi

Tasarımı yapılan alternatif soğuk hava depolarına ait soğutma sistemlerinin ve tesis maliyetlerinin keşfinin hesaplanabilmesi için öngörülen 100, 200 ve 300 tonluk armut depolama kapasitesine sahip soğuk odaların taşıyıcı sistemlerinin konvansiyonel betonarme, çelik ve prefabrik betonarme olduğu halleri göz önünde bulundurularak 9 adet tasarım modellenmiş ve bu projelerin soğutma yükleri hesaplanmıştır (Ek 2). Bu soğutma yüklerinden faydalanılarak soğutma sistemleri tasarlanmıştır ve 100, 200 ve 300 tonluk soğuk odaların soğutma sistemleri için hesaplanan ortalama birim fiyatlar Ek 3'te verilmiştir. Bu hesaplamalarda kullanılan 9 farklı soğuk odanın özellikleri aşağıdaki Çizelge 3.6'da verilmiştir.

**Çizelge 3.14.** Alternatif yapı malzemelerinden oluşan taşıyıcı sistem özellikleri

Soğuk Hava Depo Sistemlerinin Yapısal Özellikleri	Soğuk Odaların Yapısal Özellikleri	
	Duvar Malzeme Kompozisyonları	Tavan Malzeme Kompozisyonları
Depo Taşıyıcı Sistemi		
Konvansiyonel Betonarme	Briket+EPS	EPS
Çelik	PU Panel	PU Panel
Prefabrik Betonarme	PU Panel	PU Panel
Konvansiyonel Betonarme	Briket+EPS	EPS
Çelik	PU Panel	PU Panel
Prefabrik Betonarme	PU Panel	PU Panel
Konvansiyonel Betonarme	Briket+EPS	EPS
Çelik	PU Panel	PU Panel
Prefabrik Betonarme	PU Panel	PU Panel

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Soğuk Hava Deposu Yapı Elemanları için En Uygun Yapı Malzemelerinin Belirlenmesi**

Çalışmada farklı yapı malzemesi konfigürasyonları ile tasarımı yapılan soğuk hava depolarına ait yapı elemanları özellikleriyle ilgili model değişkenleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu model değişkenleri kullanılarak MPL bilgisayar yazılımı ile oluşturulan optimizasyon modelinin sunduğu çözüm ile alternatif yapı malzemeleri arasında bölge koşullarına uygun yapı malzemesine sahip yapı elemanları belirlenmiştir. Uygun yapı elemanlarının birleşimi uygun soğuk hava deposu tasarımını oluşturmuştur.

Çalışmada taşıyıcı ve çatı sistemi yapı elemanı boyutları seçilirken, tasarımlar sonucu ortaya çıkan depo boyutları etkili olmuştur. En küçük genişliğe sahip 50 tonluk soğuk hava deposu en küçük boyutlardaki taşıyıcı sistem boyutuna sahiptir. En büyük genişliğe sahip depo 300 tonluk soğuk hava deposu olup yaklaşık 13 m genişliğe sahiptir ve buna uygun olarak 7 m x 14 m’lik boyuta sahip taşıyıcı sistemler dikkate alınmıştır.

**Çizelge 4.1.** Soğuk hava deposu yapı elemanları için alternatif yapı malzemesi konfigürasyonları

Alternatif Yapı Malzemesi	Model Değişkeni
Prefabrik Betonarme (7 m*10 m)	11
Prefabrik Betonarme (7 m*14 m)	12
Çelik (7 m*10m)	13
Çelik (7 m*14 m)	14
Prefabrik Betonarme (7 m*10 m)	21
Prefabrik Betonarme (7 m*14 m)	22
Çelik (7m*10 m)	23
Çelik (7 m*14 m)	24
Döşeme	31
Tuğla	41
Briket	42
PU Panel	43
PU Panel	51
EPS	52
50 ton armut kapasiteli soğuk oda	61
100 ton armut kapasiteli soğuk oda	62
200 ton armut kapasiteli soğuk oda	63
300 ton armut kapasiteli soğuk oda	64

Çizelge 4.2’te geliştirilen optimizasyon modeline ilişkin model değişkenleri verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Geliştirilen optimizasyon modeli amaç fonksiyonu ve model değişkenleri

<b>Karar Değişkenleri</b>			
<b>Değişkenler [I,J]</b>			
<b>I</b>	<b>J</b>	<b>Activity</b>	<b>Azaltılmış Maliyet</b>
1	4	1,0000	0,0000
2	2	1,0000	0,0000
3	1	1,0000	0,0000
4	2	1,0000	0,0000
5	1	1,0000	0,0000
6	1	1,0000	0,0000

Çalışmada yapı malzemelerinin seçimi için MPL yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen optimizasyon işlemi detayları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** MPL yazılımında optimizasyon işlemi

```
INDEX

    I:= 1..6 ;
    J:= 1..4 ;
    I1 := ( 3 , 6 ) ;

DATA

    C [ I , J ] = EXCELSPARSE("data.xlsx","COST_DATA",3) ;

BINARY VARIABLES

    X [ I , J ] WHERE C [ I , J ] > 0 EXPORT TO
    EXCELSPARSE("data.xlsx","X_VARS",3) ;

MODEL

    MIN Z = SUM ( I , J : C [ I , J ] * X [ I , J ] ) ;

SUBJECT TO

    C1 [ I1 ] : SUM ( J : X [ I := I1 , J ] ) = 1 ;
    C2 [ J ] : SUM ( J : X [ 1 , J ] + X [ 2 , J ] ) = 1 ;
    C3 [ J ] : SUM ( J : X [ 4 , J ] + X [ 5 , J ] ) = 1 ;

END
```

Çizelge 4.4'te MPL programı tarafından sunulan model çözümü verilmiştir. Buna göre en iyi taşıyıcı ve çatı sistemi Prefabrik betonarme (7 m\*14 m), duvar sistemi olarak briket, asma tavan olarak PU Panel seçenekleri en optimum seçenekler olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** Geliştirilen optimizasyon modeli çözümü

I	J	C[I,J]		I	J	X[I,J]
1	1	288,69		1	2	1
1	2	235,59		2	2	1
1	3	203,74		3	1	1
1	4	175,56		4	2	1
2	1	141,68		5	1	1
2	2	125,05		6	1	1
2	3	265,9				
2	4	259,9				
3	1	213,59				
4	1	205,78				
4	2	194,65				
5	1	194,65				
5	2	202,73				
6	1	235,25				
6	2	489,07				
6	3	540,13				
6	4	431,48				

#### 4.2. Soğuk Hava Deposu Tasarım Özellikleri

Farklı depolama kapasitesine sahip soğuk odalar tasarlanırken, kapasitesine bağlı olarak her bir soğuk oda kompozisyonuna ait istif düzeni belirlenmiştir. Her bir palette üst üste en çok 5 kasa ve üst üste en çok 3 kasa dolu palet olacak şekilde hesap yapılmıştır. Soğuk odalar içerisinde birim palet ağırlığına ve bir kasanın armut dolu ağırlığına göre istiflemeler yapılmış olup, istif düzenlerine göre her bir odanın soğutma yükleri, taban alanı ve inşaat boyutlandırmaları yapılmıştır.

Tasarımlanan soğuk hava depolarını oluşturan soğuk odalardan 50 ton, 100 ton, 200 ton ve 300 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk odaların istif düzenlerini gösteren üst, yan ve ön kesit plan tasarımları EK 1’de verilmiştir.

Tasarımlamada çatı boyutları belirlenirken Bursa bölgesi koşullarına uygun olan çatı eğimi 18 derece kabul edilmiştir.

Bu hesaplamalara göre her bir soğuk oda alternatifinin taban alanı Çizelge 4.5’de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Alternatif soğuk oda tasarımlarına ait taban alanları

Alternatif soğuk oda ağırlıkları	Oda Boyutları (m)		Taban Alanı (m <sup>2</sup> )
50 ton	10,4	2,9	30,16
100 ton	11	5,7	62,7
200 ton	13	9,4	122,2
300 ton	13,2	13,2	174,4

Çalışmada yapılan hesaplamalar sonucunda 1 ton armut için yaklaşık 200 W'lık soğutma kapasitesine gereksinim duyulduğu belirlenmiştir. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre Bursa'nın güneş enerjisi potansiyeli günlük 3,9 KWh'tır. Soğuk hava deposunun çatı alanına kurulabilecek bir güneş enerji sistemi ile soğutma için gereksinim duyulan enerjinin bir kısmı karşılanabilir.

### **4.3. Soğuk Hava Deposu İnşaat Maliyetleri**

Çalışmada soğuk hava deposunun tasarımında, uygun yapı elemanlarının seçimi için birkaç farklı alternatif yapı malzemesi konfigürasyonu oluşturulmuştur. Her bir yapı elemanı için oluşturulan farklı alternatiflerden bir optimizasyon problemi oluşturulmuş ve optimizasyonun çözümlenmesi sonucu en uygun yapı malzemesi seçilmiştir.

Çalışmada optimizasyon probleminde değerlendirilen alternatif yapı malzemesi konfigürasyonlarının her biri için inşaat maliyetleri piyasa araştırması sonucunda belirlenmiştir. Yapı elemanlarının alternatif konfigürasyonları için birim fiyatlar hesaplanırken 2019 fiyatları kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan birim fiyat araştırması sonucunda yapı elemanlarının alternatiflerinin inşaat birim maliyetleri taşıyıcı sistem için 175,56-288,69 TL/m<sup>2</sup> arasında, çatı sistemi için 125,05-265,9 TL/m<sup>2</sup> arasında, döşeme sistemi için 213,59 TL/m<sup>2</sup>, duvar sistemi için 194,65-205,78 TL/m<sup>2</sup> arasında ve asma tavan sistemi için 194,65-202,73 TL/m<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

#### **4.4. Farklı Kapasitelere Sahip Soğuk Hava Depolarının Soğutma Sistemlerinin Tasarımı**

Çalışmada Bursa ili çevre koşullarına göre 50, 100, 200 ve 300 ton kapasite ile armut depolamasının yapılacağı soğuk hava deposu tasarımları geliştirilmiştir. Soğuk hava deposu tasarımı için öncelikle soğutma yüklerin hesaplanması gerekir. Hesabı yapılan soğutma yüklerini karşılayabilecek şekilde her bir soğuk hava deposu için kontrollü soğutma sistemi tasarlanmış ve piyasa araştırması yapılarak birim maliyet hesapları gerçekleştirilmiştir. Maliyet hesapları yapılırken 2019 birim fiyatları kullanılmıştır.

Yapılan piyasa araştırmaları sonucunda soğutma sistemi birim maliyetleri 50 ton'luk soğuk oda için 235,25 TL/ton olarak belirlenmiştir. Çalışmada 100 ton'luk soğuk oda için soğutma sistemi birim maliyeti 489,07 TL/ton'dur. Tasarımı yapılan 200 ton kapasiteye sahip soğuk odanın soğutma sistemi birim maliyeti 540,13 TL/ton iken 300 ton'luk odanın soğutma sistemi birim maliyeti 431,48 TL/ton olarak hesaplanmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre 50 ton'luk soğuk oda haricinde birim alanda depolanan armut miktarı artıkça soğutma sistemi maliyetleri azalmaktadır. Bu durum üreticilerin bireysel olarak daha küçük kapasiteli soğuk hava deposu inşa etmek yerine bir araya gelerek büyük kapasiteli depolar inşa edilmesi gerektiğini göstermektedir.

## 5.SONUÇ

Son yıllarda Tarım Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından verilen hibelerle birlikte Bursa bölgesinde soğuk hava deposu yatırımları artış göstermiştir. Bu durumda bölge için uygun bir tasarım yapma gereksinimini ortaya çıkarmıştır.

Çalışma sonucunda, Bursa ili iklim koşullarına uygun armut depolamada kullanılacak soğuk hava depoları tasarımı yapılmıştır. Farklı yapı malzemelerinden oluşturulan yapı sistemleri arasında optimizasyon ile en uygun yapı malzemesi seçilmiştir. En uygun yapı malzemesi konfigürasyonlarından oluşan yapı elemanlarının birleştirilmesi ile soğuk oda tasarımı yapılmıştır. Optimizasyon sonucunda en uygun çıkan yapı malzemesi ile tasarlanan soğuk hava deposuna ilişkin piyasa araştırması yapılarak birim fiyatlar alınmıştır. Elde edilen 2019 yılı birim fiyatları kullanılarak soğuk hava depolarının inşaat maliyetleri hesaplanmıştır. Tasarımı yapılan soğuk depolarının işletim ve bakım maliyetleri hesaplanmamıştır.

Bursa ilinde armut depolama amaçlı oluşturulan alternatif soğuk hava depolarının özellik bakımından kontrollü atmosfer soğutma sistemine sahip 50 ton kapasiteli, çelik çatı ve prefabrik betonarme taşıyıcı sistemli, briket yapı malzemesine sahip duvar ve asma tavanın kullanıldığı soğuk hava deposu olduğu belirlenmiştir.



## KAYNAKLAR

- Alkan, Ü., 2013.** Aydın İlindeki Soğuk Depolama Yapılarının Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Aydın.
- Alkaş, B., 2006.** Kivi Meyvesi İçin Bilgisayar Destekli Soğuk Hava Depo Tasarımı. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 112s.
- Altınışık, K., 2006.** Isı Yalıtımı. Nobel Yayıncılık. Nobel Yayın no: 954, Ankara.
- Anonim, 2007a,** Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Anonim 2019a.** (<https://bursakesif.weebly.com/bursan305n-304lccedileleri.html>)
- Anonim 2019b.** Bursa'nın İklimi, bursa.com.tr (<https://www.bursa.com.tr/bursanin-cografyasi-iklimi-ve-nufusu>)
- Anonim 2019c.** Bursa'nın İklimi, iklim.gen.tr. (<https://www.iklim.gen.tr/bursa-iklimi.html>)
- Anonim 2019d.** Climate datas, climate.data.org. (<https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/bursa/bursa-714886/>)
- Anonim 2019e.** [http://www.bmsistem.com/Images/uyeler/Sogutma\\_Yuku\\_Hesabi.pdf](http://www.bmsistem.com/Images/uyeler/Sogutma_Yuku_Hesabi.pdf)
- Canada Plan Service, 2007.** Fruit and Vegetables Storage, Canada Plan Service, Canada, <http://www.cps.gov.on.ca>
- Cat, 2009.** Caterpillar Production Catalog, (<http://www.cat.com>.)
- Clark, 2009.** Clark Production Catalog. Clark Material Handling Company, Kentucky. (<http://www.clarkmhc.com.tr>)
- Dalian, 2009.** Dalian Ürün Kataloğu. Arlift Makina Sanayi Ticaret Limited Şirketi, İstanbul, <http://www.dalian.com>.
- Demirtaş, B. 2005.** Türkiye'de Limon Üretim Ekonomisi Ve Pazar Yapısı. *Doktora Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana.
- İzogül, 2007,** Ürün Kataloğu. İzogül (EPS) Sytropor İzolasyon San. Tic. A.Ş. Isparta.
- Karaçalı, İ., 2004a.** Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir.
- Karaçalı, İ., 2004b.** Tarımsal Ürünlerin Muhafazası. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 555, İzmir.
- Karaçalı, İ., 1990.** Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, İzmir.
- Karaman, S., Okuroğlu, M., Kızıloğlu, F. M., Memiş, S., Cemek, B. 2009.** Karaman İli İklim Koşullarına Uygun Elma Depolama Yapılarının Planlanması, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 2 (1):145-154, Issn: 1308-3945.
- Kayan, İ., 1992.** Cisimlerin Mukavemeti. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Köksal, İ., ve Türk, R. 1982.** Yaş Meyve Üretim ve Pazarlanmasında Soğuk Muhafazanın Önemi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak., *Gıda Dergisi*, Sayı:1, Yıl:7 Ocak-Şubat, Ankara.
- Kuruç, K. 2002.** Ambalajın Ürünlerimize Katkıları ve Ambalaj Sahasındaki Son Gelişmeler, II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, sf: 36-38.

- Linde, 2009.** Linde Production Catalog. Linde Material Handling Company, Germany. (<http://www.linde-mh.com>.)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018.** İllere Ait Mevsim Normalleri, mgm.gov.tr (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BURSA>)
- Murray, G.T., 1993.** Introduction to Engineering Materials. Marcel Dekker, Inc., New York,.
- Okudum, R. 2012.** Soğuk Hava Depolarının Dağılışı ve Coğrafi Analizi: Isparta İli Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Isparta.
- Kart ve Demircan (2013) ???
- Olgun, M., 2009.** Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Yayın No:1577, Ders Kitabı No:529, Ankara, 445s.
- Özcan,B.N., 2018.** Türkiye'nin Armut Bahçesi, Anadolu Ajansı, BURSA (<https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyenin-armut-bahcesi-gursu/1239851>)
- Özkol, N., 1999,** Uygulamalı Soğutma Tekniği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın No: 115, Ankara.
- Sargın, S. ve Okudum, R., 2014.** Isparta İlinde Soğuk Hava Depolarının Kuruluşu, Gelişimi ve Gelişime Etki Eden Faktörler. SDÜ: Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi. Sayı: 31, 111-132s.
- Savaş, 1987,** Soğuk Depoculuk ve Soğutma Sistemlerine Giriş, Uludağ Üniversitesi Yayını, Bursa.
- Sayılı, M., Batu, A., Tokatlı, M., Yıldız, M. 2006.** Tokat İlinde Meyve ve Sebze Depoculuğunun Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2006 (3): 27-36, Tokat.
- Still, 2009,** Still Forklift Production Catalog, (<http://www.still.com>)
- Şahin, A., Ünal, H.B., 2007.** Yapı Malzeme Bilgisi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:568. Bornova, İzmir.
- Toyota, 2009.** Toyota Ürün Kataloğu, Toyota İstif Makinaları Anonim Şirketi, İstanbul, <http://www.toyotaistif.com>.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2018.** Bitkisel Üretim Veri Bankası, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>)
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2009.** Bitkisel Üretim Veri Bankası, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2009.** Bitkisel Üretim Veri Bankası, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)
- Türk Standartları Enstitüsü, 1986.** Soğuk Depoculukta Soğutma Tesisatı Proje Esasları, TS 4855, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1995.** Soğuk Hava Depoları - Genel Kurallar, TS 9048, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1989.** Elma-Kontrollü Atmosferde Depolama Kuralları, TS 7278, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1980.** Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS 648, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1987.** Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS 498, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1992.** Prefabrik Betonarme ve Ön Gerilmeli Betondan Yapılan Taşıyıcı Sistemlerin Hesap Esasları ve Yapım Kuralları, TS 9967, Ankara.

**Türk Standartları Enstitüsü, 1997.** Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS 498, Ankara.

**Türk Standartları Enstitüsü, 2000.** Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TS 500, Ankara.

**Türk Standartları Enstitüsü, 2010** Ön dökümlü beton mamuller – Genel kurallar, TS 13369, Ankara.

**Türk Standartları Enstitüsü, 1986.** Soğuk Depoculukta Soğutma Tesisatı Proje Esasları, TS 4855, Ankara.

**Türk Standartları Enstitüsü, 1998b.** Elma-Soğuk Depolama, TS 1221 ISO1212, Ankara.

**Ünal, H. B. 1995.** Ege Bölgesinde Kuru İncir Depolama Olanaklarının Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

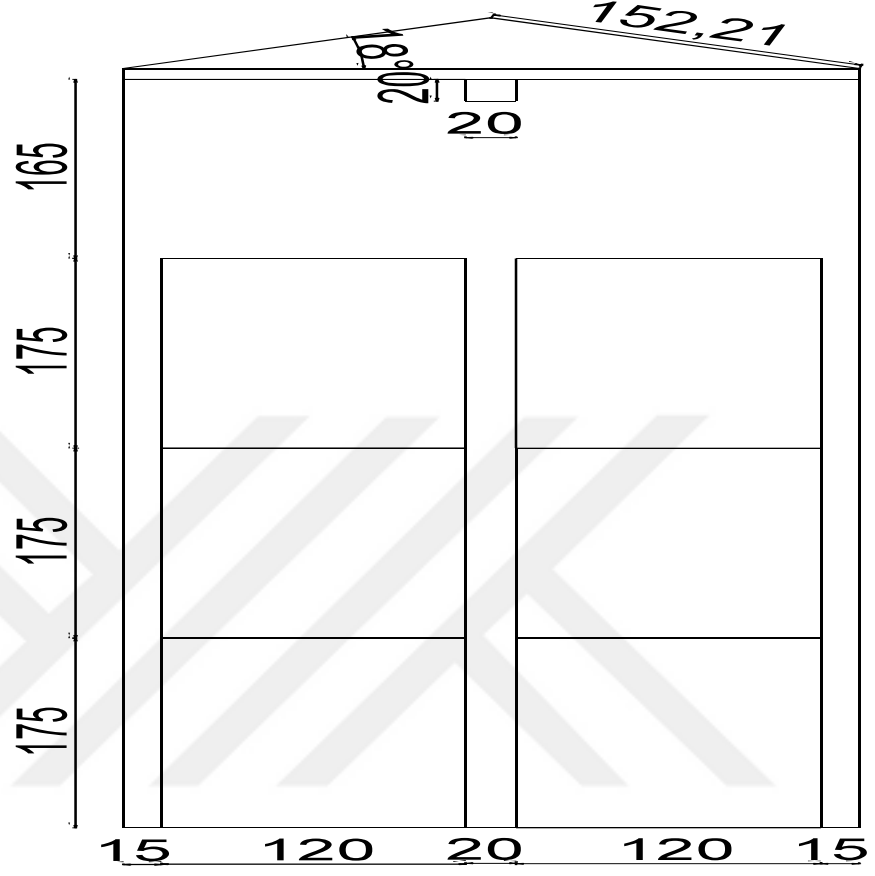
**Zenginoğlu, A. 2007.** AB Sürecinde Türkiye Turunçgil İhracatının Yapısı, Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözüm Yolları Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Bornova - İzmir.

## EKLER

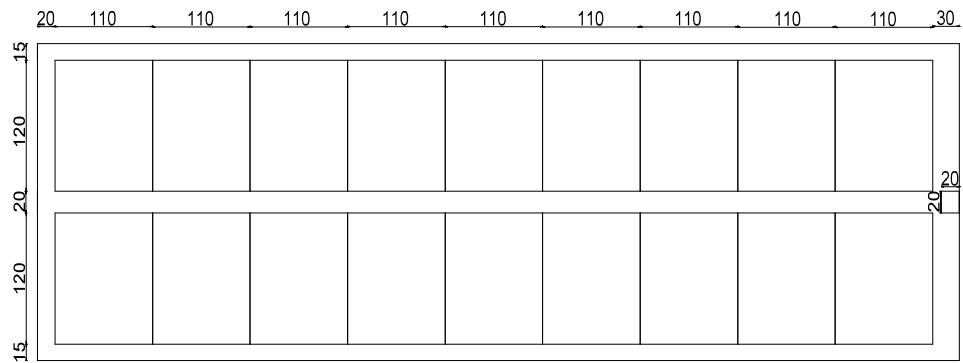
### EK 1. Tasarımı Yapılan Soğuk Hava Depolarına İlişkin Çizimler



**EK 1. Tasarımı Yapılan Soğuk Hava Depolarına İlişkin Çizimler**  
(Çizimlerin üzerindeki tüm birimler cm'dir.)

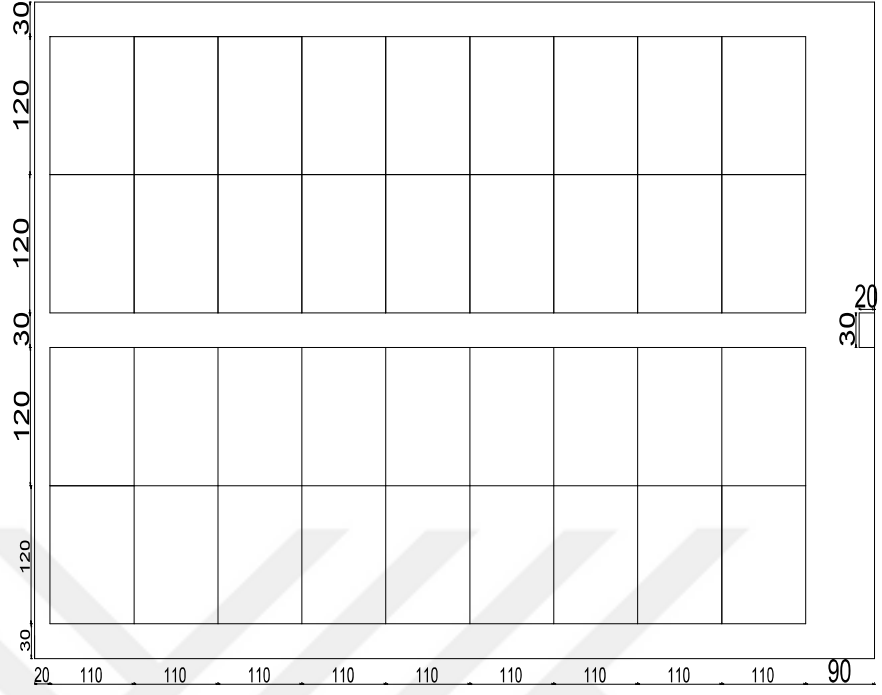


50 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda en kesiti

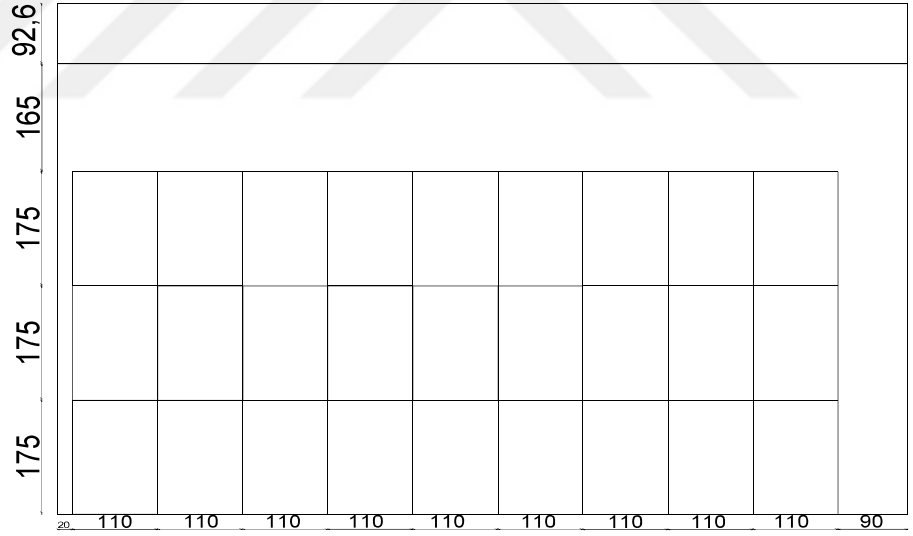


50 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda taban planı

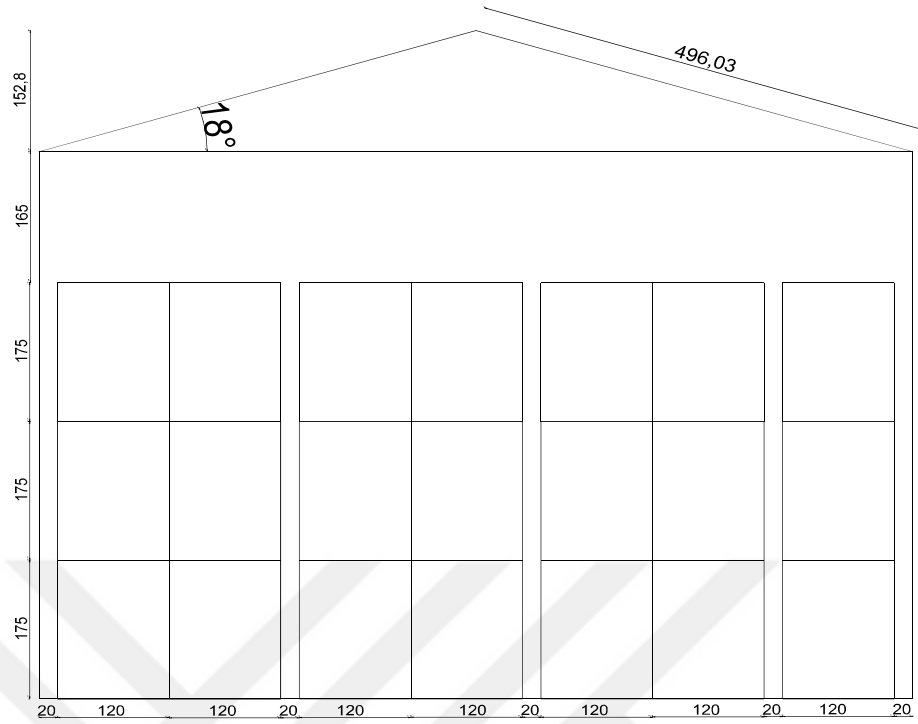




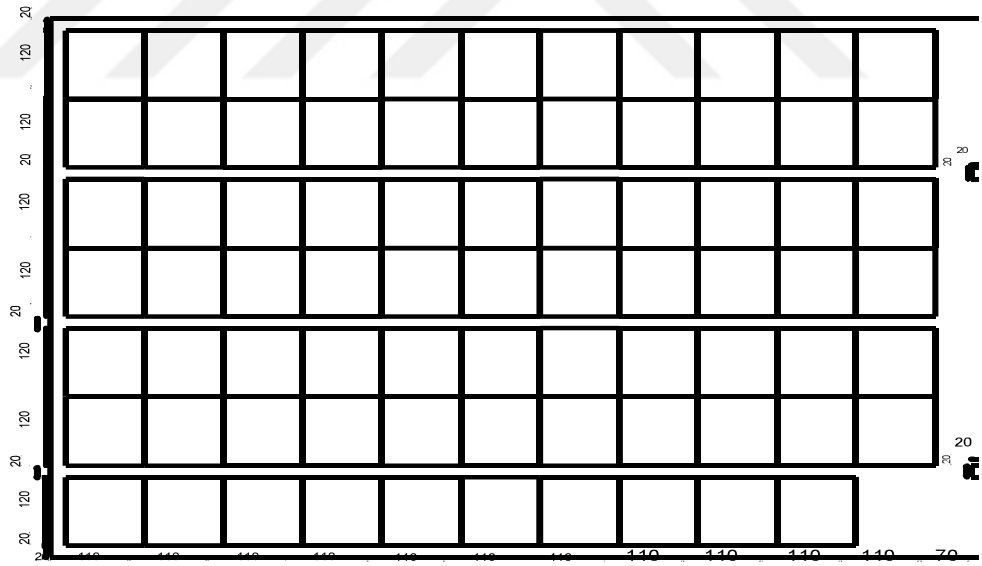
100 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda taban planı



100 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda boy kesiti

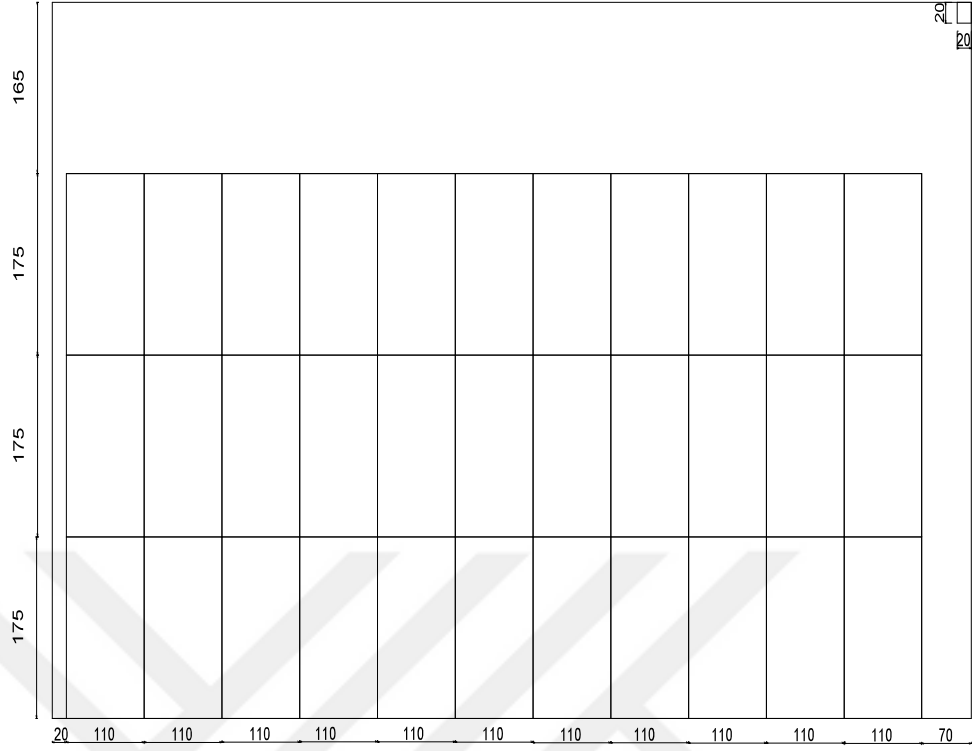


200 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda en kesiti

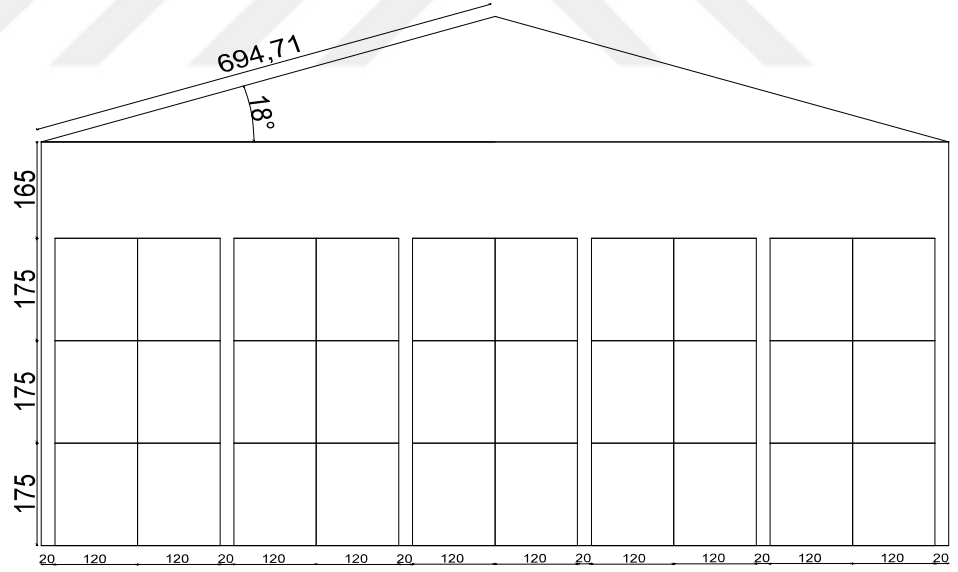


200 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda taban planı

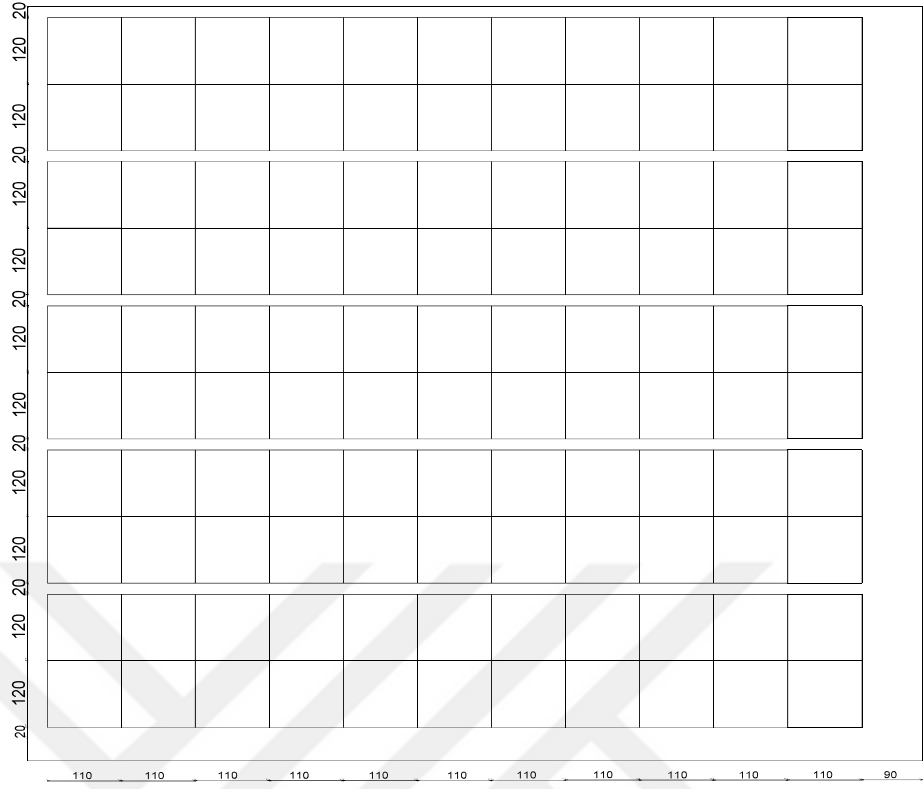




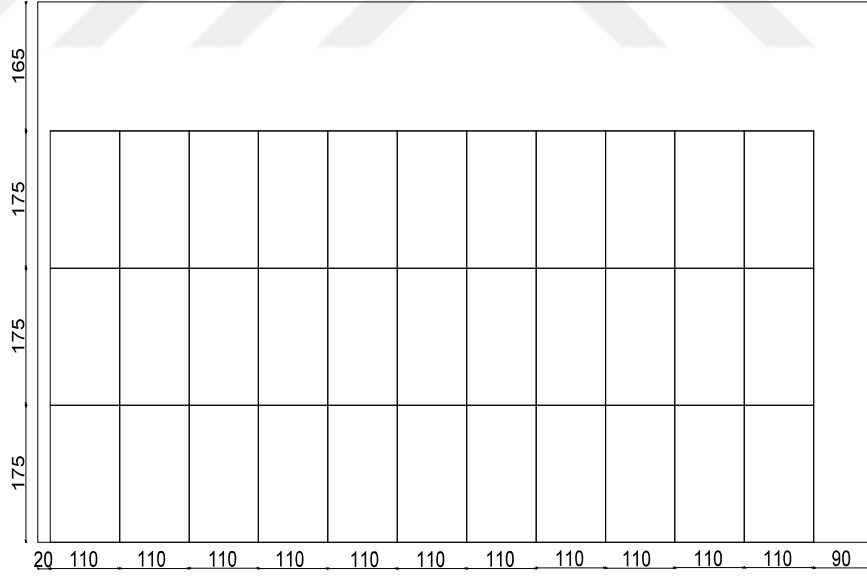
200 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda boy kesiti



300 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda en kesiti



300 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda taban planı



300 ton armut depolama kapasitesine sahip soğuk oda boy kesiti