



EGE ÜNİVERSİTESİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

İRAN - BATI AZERBAYCAN
URMİYEH BÖLGESİNDE
ELMA MUHAFAZASI İÇİN EN UYGUN DEPO
TASARIMININ GELİŞTİRİLMESİ

Touraj JAFARPOUR

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Baki ÜNAL

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.04.01

Sunuş Tarihi: 06.09.2013

Bornova-İZMİR

2013

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**İRAN - BATI AZERBAYCAN
URMİYEH BÖLGESİNDE
ELMA MUHAFAZASI İÇİN EN UYGUN DEPO
TASARIMININ GELİŞTİRİLMESİ**

Touraj JAFARPOUR

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil Baki ÜNAL

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Bilim Dal Kodu:501.04.01

Sunuş Tarihi: 06.09.2013

Bornova-İZMİR

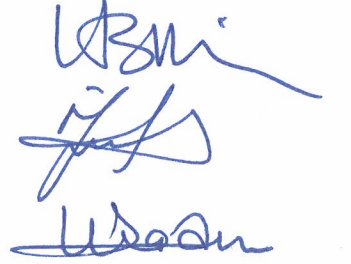
2013

Touraj JAFARPOUR tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “İran - Batı Azerbaycan - Urmieh Bölgesinde Elma Muhafazası İçin En Uygun Depo Tasarımının Geliştirilmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 06.09.2013 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. H. Baki ÜNAL
Raportör Üye : Yrd. Doç. Dr. H. İbrahim YILMAZ
Üye : Prof. Dr. Musa AVCI

İmza



ÖZET**İRAN - BATI AZERBAYCAN - URMIYEH BÖLGESİNDE
ELMA MUHAFAZASI İÇİN EN UYGUN DEPO TASARIMININ
GELİŞTİRİLMESİ**

JAFARPOUR, Touraj

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Halil Baki ÜNAL

Eylül 2013, 49 sayfa

Bu çalışmanın amacı, İran - Batı Azerbaycan eyaletinde önemli bir elma üretim potansiyeline sahip Urmieh yöresi elmacılığı için derim sonrası kalite kayıplarının azaltılmasını sağlayarak depolama etkinliğini artıracak en uygun soğuk hava deposu projesini geliştirmektir. Bu amaçla, Urmieh yöresi koşullarını dikkate alan, teknik ve ekonomik yönden en uygun depo tasarım seçeneklerini sunan bir optimizasyon modeli kullanılmıştır. Bu modele göre depo sistemi tasarımlarında; farklı taşıyıcı sistemler (prefabrik betonarme ve çelik), farklı çatı sistemleri (prefabrik betonarme ve çelik) ve merkezi soğutma sistemi esas alınmıştır. Ayrıca, bu depo sistemlerini oluşturan yapı elemanlarının (döşeme, duvar ve asma tavan) çeşitli yapı malzemeleriyle inşası öngörülmüştür. Farklı depo tasarımlarına ilişkin inşaat maliyetlerinin hesaplanmasında ise 2011 yılı birim fiyatları kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, Urmieh yöresinde elma depolama için teknik ve ekonomik yönden en uygun 1800 ton'luk bir soğuk hava deposu tip projesi hazırlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Elma, Soğuk hava deposu, Tasarım, Optimizasyon modeli, Urmieh.

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF THE MOST APPROPRIATE DEPOT DESIGN FOR APPLE STORAGE IN URMIYEH REGION, WEST AZERBAIJAN STATE - IRAN

JAFARPOUR, Touraj

Master of Science Thesis, Agricultural Structures and Irrigation Department

Supervisor: Prof. Dr. Halil Baki UNAL

September 2013, 49 pages

The main scope of this study is to develop a cold storage depot project which presents technically and economically the most convenient type in order to decrease the loss of quality after harvest in Urmieh, which is the one of the most important apple production area in West Azerbaijan, Iran. According to this model, the design of the depot system is based on load-bearing systems with different structural characteristics (prefabricated, reinforced concrete and steel), roofing system (prefabricated, reinforced concrete and steel) and central refrigerating system. In addition, the construction of structural elements that make up the storage systems (floor, walls and ceiling) is envisaged to use various building materials. In the calculation of construction costs related to the design of the different depot systems, unit prices of the year 2011 are used. At the end of the study, technical and economic aspects of the Apple store in Urmieh most appropriate 1800 tons of cold storage type project.

Keywords: Apple, cold storage depot, design, optimization model, Urmieh.

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tezinin planlanıp yürütülmesini sağlayan ve tezin her aşamasında değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın hocam Prof. Dr. Halil Baki ÜNAL'a, tez çalışmasında optimizasyon modelinin kullanılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi aşamalarında önerileriyle beni destekleyen Yard. Doç. Dr. Halil İbrahim YILMAZ'a ve her zaman yanımda olan aileme ve eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOD	12
3.1 Materyal	12
3.1.1 Çalışma alanının konumu	12
3.1.2 Çalışma alanının iklim özellikleri	13
3.2 Metod.....	14
3.2.1 Elma muhafazası için en uygun soğuk oda tasarımlarının ve soğuk hava deposu tip projelerinin geliştirilmesi	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1 Çalışma Alanı Koşullarında Elma Muhafazası İçin Kullanılacak Soğuk Hava Depolarının İnşaat Maliyetleri	30

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2 Çalışma Alanı Koşullarında Elma Muhafazası İçin Kullanılacak Soğuk Hava Depolarının Soğutma Sistemi Tasarımı ve Tesis Maliyetleri.....	30
4.3 En Uygun Soğuk Hava Deposu Tasarımları	31
4.4 En Uygun Soğuk Hava Deposu Tip Projeleri	37
4.4.1 Optimizasyon modeliyle belirlenen soğuk oda alternatifleri	37
4.4.2 Soğuk hava deposu tip projesi	37
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	49
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 İran'ın Batı Azerbaycan eyaleti ve illerinin konumu.....	12
3.2 Elma istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa boyutları, taşıma kapasiteleri ve ağırlıkları.....	15
3.3 Elma istiflemeye esas alınan ahşap palet boyutları.....	16
3.4 Palet üzerine ahşap ve plastik elma kasalarının istiflenmesiyle oluşturulması öngörülen birim paletli-kasalı istif yüksekliği	16
3.5 Elma depolamada kullanılan farklı marka ve modellerdeki forkliftlerin teknik özellikleri	18
3.6 Psikrometrik diyagram kullanılarak i_d , i_o ve γ değerlerinin bulunması.....	26
3.7 Kullanılan optimizasyon modelinin LINDO programına işlenmesi	29
4.1 100 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti	32
4.2 200 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti	32
4.3 300 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti	33
4.4 Duvar yapı malzemesi olarak tuğlanın kullanıldığı soğuk odanın temel, duvar ve tavan kesit detayları	34
4.5 Duvar yapı malzemesi olarak PU panelin kullanıldığı soğuk odanın temel, duvar ve tavan kesit detayları	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

- 4.6 Soğuk odalar için tasarlanan alternatif taşıyıcı sistem unsurları ve boyutları.....36
- 4.7 Kullanılan optimizasyon modelinin Lindo programındaki sonuç çıktısı38

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 2008 yılı itibariyle İran’da üretilen başlıca meyve çeşitleri ve üretim miktarları.....	2
1.2 2001-2011 yılları arasında Batı Azerbaycan eyaletinde üretilen elma miktarları.....	2
1.3 2008 yılı itibariyle İran eyaletlerinde üretilen elma miktarı ve bu üretimin toplam üretim içerisindeki dağılımı	3
1.4 2009 yılı itibariyle İran eyaletlerinde bulunan meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depolarının sayıları ve toplam depolama kapasiteleri.....	4
1.5 2005 – 2009 yılları arasında Batı Azerbaycan’daki soğuk hava depoların özellikleri ve toplam depolama kapasiteleri	5
1.6 2010 yılı itibariyle Batı Azerbaycan illerinde aktif olarak işletilen ve meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depoları ve toplam depolama kapasiteleri	5
2.1 2010 yılına göre dünyadaki belli başlı elma üretici ülkelerdeki elma üretim miktarları, dünya üretimindeki payı, üretim alanları ve verimleri.....	8
2.2 Elma üretiminde belli başlı ülkelerin elma ihracat miktarları(ton)	8
2.3 Ülkelerin elma ihracatından ton başına elde ettiği gelir(\$ ton ⁻¹)	9
3.1 Urmiyeh’ye ait aylık ve yıllık iklim parametrelerinin çok yıllık ortalama değerleri	13

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.2. Kasa ve palet ölçüleri ve sayılarına göre oluşturulan istif düzeni ve maksimum istif yükseklikleri	17
3.3 Soğuk odalar için tasarlanan istif düzenleri ve elma depolama yoğunluklar.....	17
3.4 Soğuk odaların duvar ve döşeme elemanları için oluşturulan alternatif tasarımlara ilişkin yapı malzemesi kompozisyonları.....	19
3.5 Alternatif soğuk hava depoları ve bu depolardaki soğuk odaların özellikleri.....	21
3.6 Hesaplamalarda kullanılan Urmiyeh iline ait bazı iklim parametrelerinin depolama sezonundaki değerleri	23
3.7 Farklı elma türlerinin depolama koşulları ve özgül ısıları	23
3.8 Döşemeye komşu toprak sıcaklıkları	23
3.9 Farklı yüzeylerde güneş ışınlarının etkisinin sıcaklık farkı eşdeğerler.....	24
3.10 Farklı ortam sıcaklıklarına göre bir insanın yaydığı ısıyükü	24
3.11 Elektrik motorlarından meydana gelen ısıyükü	25
3.12 Soğuk oda kapılarının açılmasından meydana gelen hava değişimi	25
3.13 Elmanın çeşitli sıcaklıktaki olgunlaşma ısıları.....	27
4.1 Alternatif soğuk hava deposu tasarımlarına ait yapı sistemleri ve soğutma sistemlerinin özelliklerine ilişkin model değişkenleri	31

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.2 En uygun soğuk odanın seçimi için kullanılan optimizasyon modeli ve değişkenleri	38
4.3 Optimizasyon modeliyle belirlenen klasik soğutma sistemine sahip soğuk hava deposu tasarımlarının öncelik sırasına göre sonuç çıktıları	39
4.4 Optimizasyon modeliyle belirlenen klasik soğutma sistemine sahip soğuk hava deposu tasarımları ve öncelik sıraları	39

1. GİRİŞ

İnsanoğlu çok eski zamanlardan bu yana besin maddelerinin bozulma sebeplerini bilmeden saklama deneyimlerinde bulunmuş ve tabii oluşumları gözlemişlerdir. İnsanoğlunu bu araştırmalara iten başlıca sebep, bütün canlıların en önemli ihtiyacı olan beslenmedir. Dünya nüfusunun hızla arttığı günümüzde, özellikle kalabalık yerleşim merkezlerinde yaşayanlara gerek duydukları besin maddelerini sağlamak önemli bir sorundur. Bu sorun, besin maddelerini üretildikleri yerlerden, yerleşim yerlerine besin değerini koruyarak taşımakla ve saklamakla çözülebilir. Bunu sağlamanın en etkili yolu ise soğuk hava depolarının kurulmasıdır (Mortazavi and Hajimohamedi Farimani, 2010).

Depolama, gıda maddelerinin düzenli bir biçimde pazarlanması için gerekli temel pazarlama hizmetlerinden birisi olmuştur. Depolama uygun bir şekilde yapıldığında gıda maddelerinin kârlı olarak pazarlanmasına olanak sağlamaktadır.

Depolamanın amacı geniş anlamı ile, arzla tüketimin dengelenmesidir. Depolama ile arza kısmen hakim olunabildiğinden, hasat zamanı fiyatların fazla düşmesi önlenabilmektedir. Ürünün az olduğu zamanlarda da depolama ile fiyatların yükselmesi önlenmektedir. Ürünün az olduğu zamandaki satış – aynı ürünün bol olduğu zamandaki alım fiyatı - depolama giderleri düzeyinde kaldığı veya tutulabildiğinde fiyatta denge sağlanmış ve aşırı fiyat artışı önlenmiş olmaktadır. Günümüz de özellikle meyve ve sebzelerin soğuk hava depolarında muhafaza edilerek oluşan piyasa fiyatlarının kontrol edilmesi yöntemi üretim ekonomisinin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Özellikle elma ve armut gibi depolama süresi uzun ürünlerin hasat sonunda depolanarak muhafaza edilmesi pazar fiyatlarının dengelenmesinde rol oynayan en önemli etkidir.

Dünya üzerinde yetiştiriciliği çok geniş alanlara yayılmış olan elma, büyük bir çeşit ve form zenginliği göstermektedir. Bugün dünyada bilinen çeşit sayısı 6500’ün üzerindedir, ancak bu çeşitlerin büyük çoğunluğunun pazar değerinin düşük olması nedeniyle ticari yetiştiriciliği yapılmamaktadır (Özbek, 1978).

2008 yılı itibariyle İran’da üretilen başlıca meyve çeşitleri ve üretim miktarları Çizelge 1.1.’de gösterilmiştir. Elma 2 718 776 ton üretim ile en fazla üretilen meyve olurken, portakal 2 619 735 ton ile ikinci sırada ve üzüm ise 1 739 503 ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1).

Batı Azerbaycan eyaletinde üretilen elma miktarlarının yıllara göre dağılımı Çizelge 1.2’de verilmiştir. 10 yıllık elma üretim verileri incelendiğinde 2002 yılında elma üretim miktarı 807 913 ton iken, 2009 yılında 1 038 963 ton olmuştur. 2011 yılında ise elma üretim miktarı 750 000 tona kadar gerilemiştir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.1 2008 yılı itibariyle İran’da üretilen başlıca meyve çeşitleri ve üretim miktarları (İran Tarım Bakanlığı, 2009)

Meyve Çeşitleri	Üretim Miktarı (ton)
Elma	2 718 776
Portakal	2 619 735
Üzüm	1 739 503
Hurma	1 006 406
Kaysı	487 333
Kiraz	198 768
Fıstık	192 269

Çizelge 1.2. 2001-2011 yılları arasında Batı Azerbaycan eyaletinde üretilen elma miktarları (İran Tarım Bakanlığı, 2011)

Yıllar	Üretilen Elma Miktarı (ton)
2002	807 913
2003	853 521
2004	648 913
2005	793 012
2006	84 864
2007	864 908
2008	957 412
2009	1 038 963
2010	886 890
2011	750 000

2008 yılı itibariyle İran eyaletlerinde üretilen elma miktarı ve bu üretimin toplam üretim içerisindeki dağılımı Çizelge 1.3’de verilmiştir. Batı Azerbaycan tüm 957 412 ton elma üretimi birinci sırada yer alırken, Doğu Azerbaycan eyaleti ikinci sırada yer almıştır. Fars eyaleti ise 237 899 ton elma üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır. Elma üretim miktarları incelendiğinde ilk on sırada yer alan eyaletlerin toplam elma üretim miktarı 2 424 691 ton olduğu görülmektedir ve bu üretimin toplam üretim içerisindeki payı % 89.18’dir (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. 2008 yılı itibariyle İran eyaletlerinde üretilen elma miktarı ve bu üretimin toplam üretim içerisindeki dağılımı (İran Tarım Bakanlığı, 2009)

Eyaletler	Üretilen Elma Miktarı (ton)	Toplam Üretim İçerisindeki Oranı (%)
Batı Azerbaycan	957 412	35.21
Doğu Azerbaycan	412 814	15.18
Fars	237 899	8.75
Rezevi Horasan	171 320	6.30
Tahran	151 187	5.56
Esfahan	145 761	5.36
Zencan	127 107	4.68
Erdebil	90 425	3.33
Hemedan	71 190	2.62
Kohgiluye	59 576	2.19
Kermanşah	52 375	1.93
Lorestan	35 873	1.32
Kuzey Horasan	32 152	1.18
Kazvin	28 723	1.06
Mazenderan	27 187	1.00
Semnan	25 432	0.94
Çaharmahal	22 540	0.83
Merkezi	22 516	0.83
Kerman	22 437	0.83
Kürdistan	15 370	0.57
Gilan	2 913	0.11
Jiroft	2 231	0.08
Güney Horasan	1 366	0.05
Sistan ve Beluçestan	929	0.03
Yezd	694	0.02
Gülistan	570	0.01
Kum	389	0.01
Huzestan	303	0.01
İlam	85	0.01
TOPLAM	2 718 776	100.00

2009 yılı itibariyle İran eyaletlerinde bulunan meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depolarının sayıları ve toplam depolama kapasiteleri Çizelge 1.3’de verilmiştir. Hormozgan eyaleti 1 827 800 ton elma depolama kapasitesi ile birinci sırada yer alırken, Batı Azerbaycan eyaleti 396 360 ton ile ikinci sırada yer almıştır. Rezavi Horasan eyaleti ise 118 630 ton elma depolama kapasitesi ile üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. 2009 yılı itibariyle İran eyaletlerinde bulunan meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depolarının sayıları ve toplam depolama kapasiteleri (İran Sanayi Bakanlığı, 2009)

Eyaletler	Depo Sayısı (adet)	Toplam Depolama Kapasitesi (ton)
Hormozgan	5	1 827 800
Batı Azerbaycan	158	396 360
Rezavi Horasan	37	118 630
Kerman	58	87 850
Tahran	16	73 453
Fars	11	61 200
Esfahan	18	56 880
Mazenderan	26	34 100
Kazvin	6	30 180
Hemadan	10	29 300
İlam	2	25 000
Semnan	16	21 660
Kum	4	16 700
Gülistan	7	14 100
Gilan	5	10 300
Sistan ve Beluçestan	16	10 222
Erdebil	2	6 900
Doğu Azerbaycan	7	5 850
Kürdistan	3	3 750
Kuzey Horasan	1	3 000
Kohgiluye	6	2 840
Zencan	2	2 200
Güney Horasan	1	2 000
Buşehir	4	1 480
Merkezi	1	900
Kermanşah	1	150
TOPLAM	423	2 842 805

2005 – 2009 yılları arasında Batı Azerbaycan’daki soğuk hava depolarının özellikleri ve toplam depolama kapasiteleri Çizelge 1.5’de verilmiştir. Verilere göre 2005 yılında Batı Azarbaycan’da meyve sebze muhafaza amaçlı kullanılan depoların toplam depolama kapasitesi 222 590 ton iken bu kapasite 2009 yılında 396 360 tona çıkmıştır. Yine aynı şekilde Batı Azerbaycan’da et, balık vb. gıda ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depolarının toplam depolama kapasitesi 2005 yılında 6 900 ton iken bu kapasite 2009 yılında 8 000 tona çıkmıştır (Çizelge 1.5).

2010 yılı itibariyle Batı Azerbaycan eyaleti illerinde aktif olarak işletilen ve meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depoları ve toplam depolama kapasiteleri değerleri çizelge 1.6'da verilmiştir. Buna göre Urmiyeh ili 291 890 ton depolama kapasitesi ile birinci sırada yer alırken, Neğede ili ise 71 900 ikinci sırada yer almıştır. Mahabad ili ise 67 568 ton depolama kapasitesi ile üçüncü sırada yer almıştır (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.5. 2005 – 2009 yılları arasında Batı Azerbaycan'daki soğuk hava depolarının özellikleri ve toplam depolama kapasiteleri (İran Sanayi Bakanlığı, 2009)

Depo Özelliği	Yıllara Göre Soğuk Hava Deposu Toplam Kapasiteleri (ton)				
	2005	2006	2007	2008	2009
Meyve ve sebze	222 590	234 110	273 210	353 360	396 360
Et, balık vb. gıda ürünleri	6 900	6 900	7 000	8 000	8 000

Çizelge 1.6. 2010 yılı itibariyle Batı Azerbaycan illerinde aktif olarak işletilen ve meyve ve sebze ürünlerini muhafaza amaçlı kullanılan soğuk hava depoları ve toplam depolama kapasiteleri (İran-Batı Azerbaycan Eyaleti Tarım Müdürlüğü, 2010)

İller	Depo Sayısı (adet)	Toplam Depolama Kapasitesi (ton)	Toplam Depolama Kapasitesi İçerisindeki Oranı (%)
Urmiyeh	136	291 890	49.01
Neğede	18	71 900	12.07
Mahabad	15	67 568	11.35
Selmas	21	52 200	8.76
Oşneviye	8	44 000	7.39
Miyandoab	13	33 000	5.54
Hoy	3	9 500	1.60
Bukan	3	8 500	1.43
Şahindej	2	7 000	1.18
Serdeşt	3	6 500	1.09
Piranşehir	1	3 500	0.58
TOPLAM	223	595 558	100.00

Dokuzoğuz (1997), üretilen meyve sebzelerde meydana gelen çürümeler kadar, derim, ambalaj, taşıma ve depolamadaki eksiklikler ve yanlışlar nedeniyle pazarlanan ürünlerdeki kalite kaybının da büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır. Söz konusu kayıpların azaltılması, derimden başlayarak, ürün tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreç içerisindeki tüm uygulamaların tekniğine uygun şekilde yapılmasıyla mümkün olduğunu ifade etmekte ve bu uygulamalara ait esasları şu şekilde sıralamaktadır:

- 1- Depolanacak tür ve çeşitler için en uygun derim döneminin saptanması ve ürünlerin bu dönemde toplanması.
- 2- Derimin her ürünün yapısına uygun şekilde ve itina ile yapılması.
- 3- Ambalaj yerine taşımanın, ambalaj öncesi işlemlerin ve ambalajın düzenli yapılması.
- 4- Her ürünün buna uygun depolarda muhafazası ve depo işlemlerinin kalifiye elemanlarca yürütülmesi.
- 5- Pazara taşıma ve tüketiciye sunma sürecinde gerekli koşulların sağlanması.

Mevcut istatistikler değerlendirildiğinde İran'ın Batı Azerbaycan eyaletinin elma üretimi konusunda önemli bir konumda olmasına karşın depolama kapasitesinin yeterli olmadığı görülmektedir.

Bu tez kapsamında, İran'ın Batı Azerbaycan eyaletinin Urmieh bölgesinde elma muhafazasında kullanılabilecek alternatif depo yapı tasarımları geliştirilmiştir. Bu yönüyle tez çalışmasının gerek bölgesel ve gerekse ulusal düzeyde elmacılıkta derim sonrası kalite kayıplarının önlenmesi, teknik ve ekonomik bakımdan en uygun depo işletmeciliğinin sağlanması bakımından hem bilimsel ve hem de uygulama yönünden önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Günümüzde kültür elması kuzey ve güney yarım kürenin ılıman iklimine sahip bölgelerine dağılmış bulunmakta, ancak son yıllarda Kuzey Amerika, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya’da, ileri düzeyde elma yetiştiriciliği yapılan alanlar oluşmaktadır. Elma, Doğu ve Batı Hindistan, tropik Amerika’nın dağlık kısımları, Kuzey Afrika’da Fas ve Avrupa’da İskandinavya’nın güneyine kadar yayılmaktadır. Anadolu’nun önemli yetiştiricilik alanları ile aynı enlem derecelerinde bulunan Güney Avrupa’da ise elma yetiştiriciliği ancak yüksek yerlerde önemini koruyabilmektedir (Öz ve Bulagay, 1986).

Dünyadaki belli başlı elma üretici ülkelerdeki elma üretim miktarları, dünya üretimindeki oranı, alanı ve hektardaki verimleri Çizelge 2.1.’de sunulmuştur. 2010 yılı verilerine göre tüm dünya ülkeleri içerisinde Çin 33 265 186 ton üretim ile toplam dünya üretiminin % 47.82’ni oluşturarak birinci sırada yer alırken, ABD 4 212 330 ton üretim ve % 6.05 payla ikinci sırada, Türkiye 2 600 000 ton üretim ve % 3.74 pay ile üçüncü sırada yer almıştır. İran ise 1 662 430 ton üretim ve % 2.39’luk pay ile 8. sırada yer almıştır (Çizelge 2.1).

Ülkelerin yıllık elma üretim miktarları kadar yıllık ihracat miktarları da o ülkenin meyvecilik açısından gelişmişlik düzeyini gösteren en önemli ölçüt olmaktadır. 2010 yılı verilerine göre İran ve dünyanın belli başlı elma üreticisi ülkelerinin yıllara göre elma ihracat miktarları ve bu ihracatla elde edilen gelirlerle ilgili veriler Çizelge 2.2. ve 2.3.’de verilmiştir. İhracat miktarları bakımından ülkeleri değerlendirdiğimizde Çin 1 171 822 ton ile birinci sırada yer alırken, ABD 816 167 ton ile ikinci sırada ve Polonya 777 071 ton ile üçüncü sırada yer almıştır. Elma üretimi bakımından sekizinci sırada bulunan İran, ihraç edilen elma miktarı bakımından 14 203 ton ile Kanada’dan sonra yirminci sırada yer almıştır (Çizelge 2.2).

Elma ihracatında; Fransa ton başına 965 \$’lık gelirle birinci sırada, ABD 933 \$’lık gelirle ikinci sırada, İtalya ise 909 \$’lık gelirle üçüncü sırada bulunmaktadır. İran ise 347 \$’lık gelirle Polonya’dan sonra onyedinci sırada yer almıştır. Bir başka ifadeyle, yıllık ihracat oranlarında olduğu gibi, ihracattan kazanılan gelir bakımından da İran gelişmiş ülkelerin çok gerisinde yer almaktadır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.1, 2.2 ve 2.3 birlikte incelendiğinde, elma üretimi bakımından iyi olan bazı ülkelerin uluslararası piyasalara açılma ve bu ticaretten elde edilen gelir

konusunda aynı başarıyı gösteremedikleri anlaşılmaktadır. Bu durum elmacılıkta uluslararası piyasalara açılma konusunda kalitenin ve bu kaliteyi korumanın verim kadar önemli bir ölçüt olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 2.1. 2010 yılına göre dünyadaki belli başlı elma üretici ülkelerdeki elma üretim miktarları, dünya üretimindeki payı, üretim alanları ve verimleri (Food and Agriculture Organization, 2010)*

Ülkeler	Üretim miktarı (ton)	Dünya üretimi içerisindeki payı (%)	Üretim alanı (ha)	Verim (ton ha ⁻¹)
1. Çin	33 265 186	47.82	2 044 631	16.27
2. ABD	4 212 330	6.05	139 435	30.21
3. Türkiye	2 600 000	3.74	165 078	15.75
4. İtalya	2 204 970	3.17	57 907	38.07
5. Hindistan	2 163 400	3.11	305 800	7.07
6. Polonya	1 858 970	2.67	188 245	9.87
7. Fransa	1 711 230	2.46	39 951	42.83
8. İran	1 662 430	2.39	130 291	12.76
9. Şili	1 100 000	1.58	35 029	31.40
10. Rusya	986 000	1.42	186 000	5.30
11. Arjantin	850 600	1.22	43 500	19.55
12. Almanya	834 960	1.20	31 819	26.24
13. Güney Afrika	740 459	1.06	21 100	35.09
14. İspanya	596 000	0.86	31 700	18.80
15. Kanada	346 677	0.50	16 245	21.34
16. Hollanda	338 000	0.49	8 700	38.85
17. Avusturya	332 000	0.48	6 100	54.42
18. Yeni Zelanda	319 800	0.46	8 900	35.93
19. Belçika	269 200	0.39	6 900	39.01
20. Moldova	207 903	0.30	57 355	3.62
20 ülke toplamı	56 600 115	81.36	3 524 686	
Diğer ülkeler toplamı	12 969 497	18.64	1 205 647	
Dünya toplamı	69 569 612	100.00	4 728 333	

*Tahmin edilen değerlerdir.

Çizelge 2.2. Elma üretiminde belli başlı ülkelerin elma ihracat miktarları (ton) (Food and Agriculture Organization, 2009)

Ülkeler	2005	2006	2007	2008	2009
1. Çin	824 050	804 246	1 020 315	1 153 377	1 171 822
2. ABD	685 431	638 625	663 465	712 527	816 167
3. Polonya	427 034	384 796	434 506	370 991	777 071
4. İtalya	723 944	713 179	784 886	683 377	732 794
5. Şili	639 515	725 002	774 634	766 254	678 629
6. Fransa	654 074	683 351	685 339	684 081	611 279
7. Hollanda	444 353	354 958	395 218	391 778	406 676
8. Güney Afrika	262 745	267 863	334 336	358 119	338 829
9. Yeni Zelanda	318 608	265 436	292 413	260 759	302 854
10. Belçika	352 775	291 300	344 289	261 917	286 306
11. Arjantin	273 624	237 290	283 211	235 862	207 196
12. Moldova	135 699	86 853	78 367	78 305	151 628
13. İspanya	102 007	145 752	99 337	126 094	99 416
14. Almanya	93 577	99 896	146 560	111 393	96 188
15. Avusturya	71 200	88 396	86 123	78 361	85 557
16. Lübnan	50 357	54 995	53 371	59 387	63 072
17. Türkiye	29 043	24 868	9 644	19 972	59 791
18. Çek Cumhuriyeti	40 565	75 099	50 953	53 294	46 081
19. Kanada	54 200	48 601	38 890	42 493	25 518
20. İran	132 327	226 787	19 217	30 045	14 203

Çizelge 2.3. Ülkelerin elma ihracatından ton başına elde ettiği gelir (\$ ton⁻¹) (Food and Agriculture Organization, 2009)

Ülkeler	2005	2006	2007	2008	2009
1. Fransa	775	837	994	1 126	965
2. ABD	729	860	982	1 051	933
3. İtalya	666	789	952	1 201	909
4. Hollanda	617	857	971	1 226	876
5. Yeni Zelanda	862	790	906	913	858
6. Kanada	651	795	864	811	829
7. Almanya	711	827	754	1 006	771
8. Şili	475	526	713	728	732
9. Belçika	595	767	782	1 001	710
10. Arjantin	458	492	559	735	706
11. Avusturya	591	723	878	1 120	699
12. İspanya	562	548	716	793	694
13. Güney Afrika	588	598	635	678	690
14. Çin	372	463	503	605	607
15. Türkiye	412	336	398	616	382
16. Polonya	278	312	406	516	361
17. İran	369	354	276	303	347
18. Moldova	150	159	286	321	295
19. Çek Cumhuriyeti	250	227	418	350	240
20. Lübnan	192	211	231	137	218

Ağaçtan koparılan meyveler canlılıklarını muhafaza ederler. Bu, meyvedeki bütün hayatsal olayların devam ettiği anlamına gelir. Dalından koparılan bir meyvede en önemli hayatsal olay solunum, su (ağırlık) kaybı ve bozulmalardır. Solunumun minimuma indirilmesi depo sıcaklığının meyvenin zararlanmadan dayanabileceği en düşük düzeye indirilmesi ve depo atmosferindeki oksijen oranının düşürülüp karbondioksit oranının yükseltilmesiyle mümkün olabilmektedir. Meyvenin su içeriğinin (ağırlığının) muhafazası depo atmosferinde bağıl nem oranının istenilen düzeyde tutulmasıyla başarılabilmektedir (Kaşka, 2005).

Meyve ve sebzeler hasattan (derimden) sonra tümünden içinde bulunduğu ortam faktörlerinin kontrolüne girmekte ve metabolizmalarını buna uydurmaktadır. Depolama, bu ortam faktörlerinin ürünün dayanma gücünü koruması yönünde değiştirilmesi ile gerçekleşir. Depoda ne kadar fazla faktör, ne kadar özenli bir şekilde kontrol edilir ise; başarı o derecede yüksek olmaktadır. Bu faktörlerin kontrol edilme durumlarına göre birbirinden farklı depolama sistemleri geliştirilmiştir. Böylece en basitinden en modernine kadar değişen, yapımı, donanımı ve işletilmesi giderek güçleşen ve hassaslaşan depolar ortaya çıkmıştır (Karaçalı, 2004a).

Günümüzde elma endüstrisinde tüm yıl boyunca elmanın kalitesini muhafaza edebilmek için genel olarak iki tip depolama sisteminin kullanıldığı belirtilmiştir. Bunlardan birisi depo içerisinde sadece sıcaklık parametresinin

kontrol altında tutulabildiği soğuk hava depoları, diğeri ise depo içerisindeki meyvelerin depolama süresince meyveleri etkileyen parametrelerin tümünün birden kontrol edilebildiği kontrollü atmosfer depolarıdır (Usapple, 2001).

Soğuk hava depoları; ürünün soğutma sistemi tarafından sağlanan soğuk hava tarafından soğutulan ve soğuk tutulan depolar olarak tanımlanmaktadır. Soğutma gereksinimi çevreden bağımsız olarak tasarlanmasına karşın enerji tüketiminin çevrenin sıcaklık derecesine göre değiştiği ifade edilmektedir. Buna bağlı olarak sıcak bölgelerde enerji tüketiminin fazla, soğuk bölgelerde ise az olduğuna işaret edilmektedir. Etkin bir ısı ve nem yalıtımına sahip depolarda soğutma sistemi, içinde soğutkan maddenin (amonyak, freon) dolaştığı kapalı borulardan oluşmaktadır. Bu depolarda ürün sıcaklığı istenilen dereceye düşürülebilmekte ve bu derecede tutulabilmektedir (Karaçalı, 2004b).

Heves (1996), soğuk hava depoları projelendirilmesinde, yalıtım malzemesi ve soğutucu akışkanın en ekonomik seçiminin sağlanabilmesi için optimizasyon tekniğinin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Projelendirmede optimizasyonun hem projenin gerçekleştirilmesi aşamasında, hem de deponun kullanıldığı süre içerisinde, mali giderlerin azaltılması faydasını sağladığını belirtmiştir.

Yahia (2007), yaptığı çalışmasında, kontrollü atmosfer depolama teknolojisinin meyvelerin depolanması, taşınması ve paketlenmesinde yoğun bir şekilde kullanıldığını belirtmiş, bu teknolojinin kullanımının meyvelerde yaşlanmayı ve olgunlaşmayı geciktirdiğini, bazı fiziksel ve patolojik bozuklukları engellediğini ve depo içerisinde zararlıların kontrol altında tutulabilmesini sağladığını söylemiştir.

Dokuzoğuz (1997), depolama olanaklarının yetersiz oluşu nedeniyle derim mevsiminde pazara ihtiyaçtan fazla ürün sürüldüğünü ve bu durumun bir yandan ürünün israf edilmesine, öte yandan fiyatların düşmesi sonucu üreticinin ekonomik yönden zarara uğramasına yol açtığını ifade etmiştir. Bahçe ürünlerinin derim, ambalaj, muhafaza ve taşınmasındaki gelişmelerin, bu ürünlerin planlı bir şekilde ihracatına da yön verme olanağını sağladığını, yaş meyve ve sebzeler gibi kolay bozulan ürünler için yeterli depolama olanakları geliştirilmeden, sağlıklı ve düzenli bir ihracat endüstrisinin yerleştirilmesinin mümkün olmadığını ifade etmiştir.

Gündüz (1997), dünyada altyapı ve pazar şartları kriterleri itibariyle önemli bir rekabet unsuru olan muhafazanın, kayıpların en aza indirilmesi yoluyla yaratılan ekonomik değerin devamlılığının sağlanmasının, ürün kalitesinin korunması ve özellikle dış pazarlara mal arzının düzenlenmesi açısından önemini vurgulamıştır. Aynı şekilde soğuk muhafaza tesisinin kuruluşu esnasında yönlendiricinin, işletilmesi sırasında denetleyici kuruluşların olmayışının yanı sıra, inşaat, makine teçhizatı ve ürünle ilgili bilgilerin ayrı ayrı kuruluşlardan temin edilmesi gerekliliğini ve bu kuruluşların yeterince bilinmeyişi veya dağınık bir yapı arz etmelerinin teknik yönden yetersiz depoların oluşmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, gerek depoya mal veren insanların gerekse depo işletmecilerinin bilgisiz ve bilinçsizliği ve yetişmiş teknik personel yetersizliği gibi nedenlerle işletmecilik problemlerinin yaşandığını ifade etmiştir.

Dokuzoğuz (1997), üretilen meyve sebzelerde meydana gelen çürümeler kadar, derim, ambalaj, taşıma ve depolamadaki eksiklikler ve yanlışlar nedeniyle pazarlanan ürünlerdeki kalite kaybının da büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır. Söz konusu kayıpların azaltılması, derimden başlayarak, ürün tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreç içerisindeki tüm uygulamaların tekniğine uygun şekilde yapılmasıyla mümkün olduğunu ifade etmekte ve bu uygulamalara ait esasları şu şekilde sıralamaktadır:

- 1- Depolanacak tür ve çeşitler için en uygun derim döneminin saptanması ve ürünlerin bu dönemde toplanması.
- 2- Derimin her ürünün yapısına uygun şekilde ve itina ile yapılması.
- 3- Ambalaj yerine taşımanın, ambalaj öncesi işlemlerin ve ambalajın düzenli yapılması.
- 4- Her ürünün buna uygun depolarda muhafazası ve depo işlemlerinin kalifiye elemanlarca yürütülmesi.
- 5- Pazara taşıma ve tüketiciye sunma sürecinde gerekli koşulların sağlanması.

Elma üretiminde önemli bir paya sahip olan İran'da elmanın muhafaza edildiği soğuk hava depoları için yapısal ve işletim sorunlarının çözümüne yönelik kapsamlı bilimsel çalışmalar bulunmamaktadır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanının konumu

Çalışma alanı olarak esas alınan Urmieh ili, İran'ın Batı Azerbaycan eyaleti sınırları içerisinde yer almaktadır. $45^{\circ}04'$ doğu boylamı ile $37^{\circ}52'$ kuzey enlemi arasında olan Urmieh ilinin yüzölçümü 42.7 km^2 olup denizden yüksekliği 1324 m'dir (National Cartographic Center, 2012). İran'ın Batı Azerbaycan eyaletinin ve illerinin konumu Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. İran'ın Batı Azerbaycan eyaleti ve illerinin konumu (National Cartographic Center, 2012)

3.1.2 Çalışma alanının iklim özellikleri

İran'ın Batı Azerbaycan eyaleti, farklı dağlık bölge ve yüksekliklerin bulunması sebebiyle genel olarak karasal iklim kuşağındadır. Zagros dağlarının kuzey batıdan güney doğu yönünde uzanması nedeniyle Atlantik Okyanusu ve Akdeniz'in nemli ve sıcak hava akımlarını engelleyerek Batı Azerbaycan eyaletinin karasal iklimini yumuşatmasına izin vermemektedir. Ayrıca Sibirya ve Orta Asya'nın soğuk iklimi kuzey ve kuzey doğudan etkili olarak havanın nem oranını artırmakta, havanın soğumasına ve ağır kar yağışlarına neden olmaktadır.

Batı Azerbaycan Eyaleti iklimini etkileyen başka bir faktör ise Urmieh gölünün varlığıdır. Urmieh gölü havadaki nem oranını yükselterek hava sıcaklıklarının kısmen de olsa artmasına neden olmaktadır (Urmieh Meteoroloji Müdürlüğü, 2011). Urmieh'e ait aylık ve yıllık iklim parametrelerinin çok yıllık (20 yıllık) ortalama değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Urmieh'ye ait aylık ve yıllık iklim parametrelerinin çok yıllık ortalama değerleri (Urmieh Meteoroloji Müdürlüğü, 2011)

Aylar	En yüksek sıcaklık (°C)	En düşük sıcaklık (°C)	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama oransal nem (%)	Ortalama yağış (mm)
Ocak	10.3	-10.8	-0.5	72	23.0
Şubat	8.7	-9.1	-0.4	69	30.3
Mart	13.8	-5.2	4.0	61	39.7
Nisan	21.0	1.0	9.3	57	52.5
Mayıs	23.0	5.8	14.0	58	53.3
Haziran	29.2	9.9	19.0	52	14.0
Temmuz	32.7	11.8	23.0	50	10.0
Ağustos	33.4	11.2	24.0	48	1.4
Eylül	30.1	7.8	19.6	50	4.3
Ekim	25.4	5.3	15.0	52	6.8
Kasım	17.7	0.7	8.6	58	45.6
Aralık	13.3	-6.0	2.7	68	25.7
Yıllık	33.4	-10.8	11.5	58	520

3.2 Metod

3.2.1 Elma muhafazası için en uygun soğuk oda tasarımlarının ve soğuk hava deposu tip projelerinin geliştirilmesi

Çalışma alanında elma muhafazasında kullanılabilecek en uygun soğuk hava deposu projelerinin geliştirilmesinde, bu depoları oluşturacak soğuk odaların ve soğutma sistemlerinin tasarlanması ve her bir tasarıma ilişkin inşaat/tesis maliyetlerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar aşağıda ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

3.2.1.1 Soğuk Odaların Tasarımı ve İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi

Çalışma alanı için en uygun soğuk hava depolarının geliştirilmesine yönelik soğuk oda tasarım çalışmaları; i) alternatif elma istifleme düzenlerinin tasarımı, ii) alternatif duvar ve döşeme yapı elemanlarının tasarımı, iii) alternatif taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımı ve iv) soğuk oda inşaat maliyetlerinin belirlenmesi olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür.

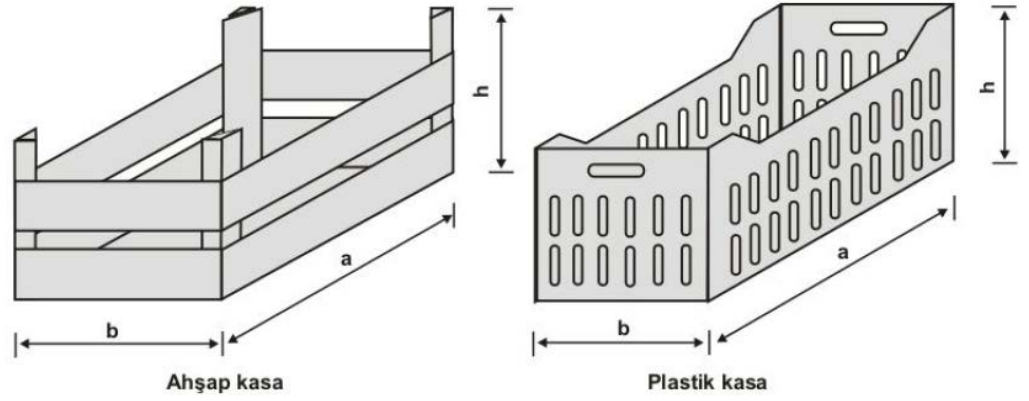
i) Alternatif Elma İstifleme Düzenlerinin Tasarımı

Çalışmada, soğuk hava depolarını oluşturacak soğuk odalar için alternatif oda boyutları, elma depolaması için uygun istif yüksekliği ve depolama yoğunluğu değerleri esas alınarak öngörülen istifleme biçimine göre belirlenmiştir. Elma depolamada alternatif soğutma sistemleri olarak; biri çalışma alanındaki geleneksel soğutma sistemi (kompresörlü soğutma sistemi), diğeri gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan ve çalışma alanında da rastlanan modern soğutma sistemi (kontrollü atmosferli soğutma sistemi) olmak üzere iki ayrı sistem öngörülmüştür.

Soğuk hava depolarında elmanın istiflenmesinde paletli-kasalı istifleme düzeni kullanılmaktadır. Çalışmada paletli-kasalı istifleme düzeni oluşturulmasında 20 kg - 25 kg ürün alan (40 cm x 50 cm x 30 cm) boyutlarında ahşap ve (60 cm x 40 cm x 33 cm) boyutlarında plastik olmak üzere iki ayrı kasa türünün kullanılması öngörülmüştür (Şekil 3.2). Soğuk odaların tasarımında, boyutları (110 cm x 120 cm x 15 cm) olan paletlere (Şekil 3.3) yerleştirilen ve öngörülen istif kapasitelerine (her bir plastik kasaya 25 kg $\pm$ 0.25 kg; her bir ahşap kasaya 30 kg $\pm$ 0.25 kg elma konulması) sahip elma kasalarıyla oluşturulacak *birim paletli-*

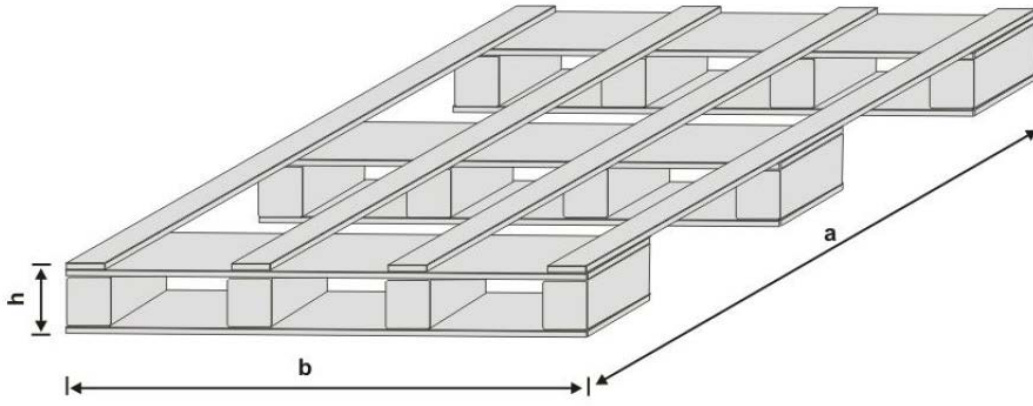
kasalı istif yükseklikleri esas alınmıştır. Bu yükseklikler için iki farklı değer (165 cm ve 180 cm) ön görülmüştür (Şekil 3.4. ve Çizelge 3.2.) (Canada Plan Service, 2007; Karaçalı, 2004a ve 2004b). Soğuk odalar için alternatif yükseklik (depo tavan yüksekliği) belirlenmesinde ise birim paletli-kasalı istif yükseklikleri esas alınmıştır.

Soğuk oda tasarımında dikkate alınan bir diğer ölçüt ise elma depolama yoğunluğudur. Elmanın soğuk hava depolarında istiflenmesinde uygun depolama yoğunluğu olarak öngörülen 200 kg m^{-3} - 250 kg m^{-3} aralığı esas alınmıştır (Türk Standartları Enstitüsü, 1998).



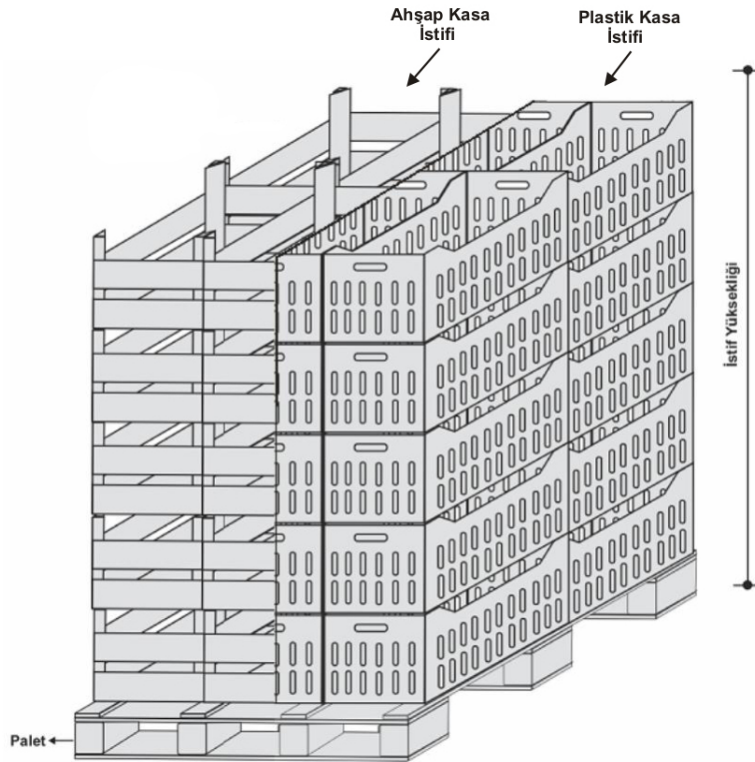
Kasa boyutları				Kasa taşıma kapasiteleri ve ağırlıkları		
Kasa çeşidi	Uzunluk (a) (cm)	Genişlik (b) (cm)	Yükseklik (h) (cm)	Ortalama elma istif kapasitesi (kg)	Ortalama kasa ağırlığı (kg)	Ortalama toplam ağırlık (kg)
Ahşap	50	40.0	30.0	25	5	30
Plastik	60	40.0	33.0	22	3	25

Şekil 3.2. Elma istiflemeye esas alınan ahşap ve plastik kasa boyutları, taşıma kapasiteleri ve ağırlıkları



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

Şekil 3.3. Elma istiflemede esas alınan ahşap palet boyutları



Şekil 3.4. Palet üzerine ahşap ve plastik elma kasalarının istiflenmesiyle oluşturulması öngörülen birim paletli-kasalı istif yüksekliği

Çizelge 3.2. Kasa ve palet ölçüleri ve sayılarına göre oluşturulan istif düzeni ve maksimum istif yükseklikleri

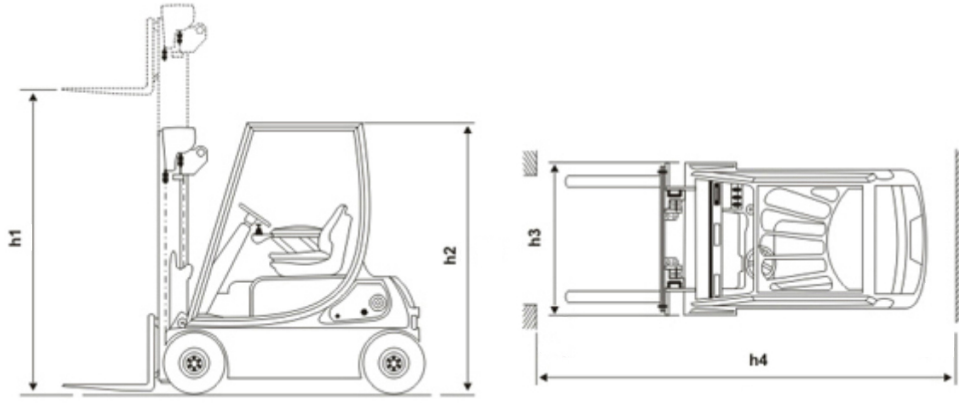
İstif düzeni						Maksimum istif yüksekliği (cm)
Kasa türü	Kasa yüksekliği (cm)	Palet yüksekliği (cm)	Üst üste konulan kasa sayısı (adet)	Birim paletli-kasalı istif yüksekliği (cm)	Üst üste konulan maksimum palet sayısı (adet)	
Ahşap	30.0	15	5	165.0	3	495.0
Plastik	33.0	15	5	180.0	3	540.0

Elma gibi yaş meyvelerin depolanmasında, istif yüksekliğini sınırlayan önemli bir husus, depodaki istifleme faaliyetlerinin uygun biçimde yürütülebilmesidir. Soğuk hava depolarında paletli kasa istifi, palet üzerine en fazla 5 kasa üst üste konularak oluşturulmaktadır (Karaçalı, 2004b). Soğuk odalarda üst üste istiflenecek palet sayısı, istiflemeye kullanılacak forklift araçlarının güvenli kaldırma yüksekliği ile sınırlıdır. Bu nedenle istif düzenlerinin oluşturulmasında, elma depolarında yaygın olarak kullanılan forklift araçlarının 4.75 m'lik maksimum kaldırma yüksekliği dikkate alınmıştır (Cat, 2009; Clark, 2009; Dalian, 2009; Linde, 2009; Still, 2009; Toyota, 2009). Bu forkliftlerin istiflemeye ilgili teknik özellikleri Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Soğuk depo yapısı içerisinde soğuk odalara ulaşımında, soğuk odaların içerisinde yükleme ve boşaltma gibi faaliyetlerde kullanılacak yolların (koridorların), bir forkliftin paletle birlikte dönüş yapmasını engellemeyecek genişlikte (≥ 3.7 m) olması öngörülmüştür.

Yukarıda açıklanan istifleme öngörülleri ve esasları dikkate alınarak üç katlı paletli kasa istifiyle, öngörülen depolama yoğunluğu sınırları (201.24 kg m^{-3} - 213.60 kg m^{-3}) içinde kalacak şekilde, elma depolama kapasitesi; yaklaşık olarak 100 ton, 200 ton ve 300 ton olan üç farklı istif düzeni tasarlanmıştır. Tasarlanan alternatif istif düzenlerine ilişkin bilgiler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Soğuk odalar için tasarlanan istif düzenleri ve elma depolama yoğunlukları

Alternatif istif düzeni no	Üst üste konacak paletli kasa istif sayısı (adet)	Elma depolama kapasitesi (ton)	Elma depolama yoğunluğu (kg m^{-3})
1	3	100	213.60
2	3	200	211.80
3	3	300	201.24



Forklift Özellikleri	Forklift Marka ve Modelleri		
	LINDE [E 14] [E 20P]	STILL [RX20 – 15] [RX20 – 20P]	CAT [P3000] [P4000]
Güç Kaynağı	Elektrik	Elektrik	Benzin / LPG
Yükleme Kapasitesi, (kg)	1400 – 2000	1500 – 2000	1500 – 2000
Kaldırma Yüksekliği, h1 (mm)	2850 – 4470	3230 – 4750	3320 – 3320
Forklift Yüksekliği, h2 (mm)	1970 – 2075	2082 – 2240	2100 – 2100
Forklift Genişliği, h3 (mm)	1083 – 1155	1099 – 1138	1070 – 1070
Palet (100 X 120 X15 cm) ile Birlikte Dönüş Mesafesi, h4 (mm)	3236 – 3509	3328 – 3672	3520 – 3520

Şekil 3.5. Elma depolamada kullanılan farklı marka ve modellerdeki forkliftlerin teknik özellikleri (Cat, 2009; Linde, 2009; Still, 2009)

ii) Alternatif Duvar ve Döşeme Yapı Elemanlarının Tasarımı

Soğuk hava depolarını oluşturacak soğuk odalar için farklı yapı malzemesi kompozisyonları oluşturularak alternatif duvar ve döşeme (tavan ve temel döşemesi) yapı elemanları tasarlanmıştır.

Soğuk oda dış duvarlarında ısı yalıtımını sağlamak için duvar örülürken tuğlalar arasında 5 cm ya da 10 cm'lik durgun hava boşluğunun bırakılması ve iki sıra halinde örülen tuğlalar arasına yalıtım malzemesi (perlit, stropor, heraklit vb.) yerleştirilmesi önerilmektedir (Savaş, 1987). Soğuk hava depoları için poliüretan malzemenin kullanılmasının uygun olacağı bildirilmiştir. Poliüretan malzemenin kullanıldığı soğuk hava depolarında önemli bir enerji tasarrufu sağlandığı ve özellikle nemden etkilenmemesi nedeniyle iç kaplama yalıtımları için kullanılabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, sert poliüretan köpük malzemenin soğuk hava depolarında yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Altınışik, 2006). Betonarme ya da çelik konstrüksiyonlu yapılarda kullanılan sert poliüretan malzemeyle üretilen panel duvarlarda ise, hafiflik ve yangına dayanımın yanı sıra, yüksek nem, ısı ve ses yalıtımı sağlandığı ifade edilmiştir (İzogül, 2007).

Duvar ve döşeme elemanları için yapı malzemesi kompozisyonlarının hazırlanmasında, soğuk hava depoları için yukarıdaki yalıtımla ilgili açıklamalar göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca, bu kompozisyonlarına ilişkin farklı yapı malzemesi katmanları, yapı tekniği esasları ve yapı malzemesi özellikleri esas alınarak oluşturulmuştur (Kayan, 1992; Murray, 1993; Şahin ve Ünal, 2007). Söz konusu yapı elemanlarının tasarımında, duvar yapımında kullanılan malzeme esas alınarak iki farklı kompozisyon tasarlanmıştır (Çizelge 3.4). Bu kapsamda, duvar kompozisyonlarında; i) yaygın olarak kullanılan tuğla ve ii) son yıllarda kullanılmaya başlanan sert poliüretan dolgulu sandviç panel (PU panel) esas alınmıştır. Döşemelerin malzeme kompozisyonlarının oluşturulmasında her iki alternatif tasarım için zemin yapı elemanında ortak malzeme olarak geliştirilmiş polistiren sert köpük (EPS) ön görülmüştür. Tavan yapı elemanının malzeme kompozisyonu için 1 nolu alternatif tasarımda EPS, 2 nolu tasarımda ise PU panel esas alınmıştır.

Çizelge 3.4. Soğuk odaların duvar ve döşeme elemanları için oluşturulan alternatif tasarımlara ilişkin yapı malzemesi kompozisyonları

Alternatif tasarım no	Duvar için yapı malzemesi kompozisyonu	Döşemeler için yapı malzemesi kompozisyonu	
		Tavan	Zemin
1	Tuğla + EPS	EPS	EPS
2	PU panel	PU panel	

iii) Alternatif Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tasarımı

Alternatif soğuk hava depolarının tasarımında dikkate alınan diğer bir ölçüt, soğuk odaları tek bir çatı altında toplayacak yapı konstrüksiyonudur. Soğuk hava deposu konstrüksiyonunun inşasında, i) konvansiyonel betonarme, ii) prefabrik betonarme ve iii) çelik olmak üzere üç farklı taşıyıcı sistem esas alınmıştır. Bu taşıyıcı sistemlerin her birinin, her iki soğutma sistemi için de uygulanması ön görülmüştür. Bu konstrüksiyonların tasarımında Türkiye’de geçerli olan standartlar ve yönetmelikler göz önünde bulundurulmuştur (Türk Standartları Enstitüsü, 1980; 1987; 1992, 1997, 2000 ve 2010).

Soğuk hava deposu yapılarının taşıyıcı sistemlerinin tasarımında ve hesaplanmasında aşağıdaki hususlar dikkate alınmıştır:

1. Yapılar için I. derecede deprem bölgesi esas alınmıştır. Yapı önem katsayısı 1’dir. Deprem hesabında eşdeğer statik deprem yükü yöntemi kullanılmıştır.

2. Yapıların inşa edileceği arazinin bu tür bölgelerde yaygın olarak karşılaşılan Z4 zemin sınıfında ve zemin emniyet gerilmesinin 10 ton m⁻² olduğu kabul edilmiştir.
3. Taşıyıcı sistem boyutlarının belirlenmesinde kullanım amacı ve fonksiyonellik öncelikle esas alınmıştır.
4. Yapıların, 1000 – 1500 rakımda ve II. derece kar yağış bölgesinde yer aldığı kabul edilmiştir.
5. Bilgisayar ortamında gerçekleştirilen uygulamada yaygın olarak tercih edilen hazır programlar (SAP2000, PROBİNA) kullanılmıştır.

iv) Soğuk Hava Deposu Tasarımlarının İnşaat Maliyetlerinin Belirlenmesi

Öngörülen her bir soğuk hava deposuna ait ilişkin inşaat maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılacak yapı malzemesi ve gerekli her bir işçilik kalemi belirlenmiş (metrajı çıkarılmış) ve daha sonra maliyeti hesaplanmıştır (keşfi hazırlanmıştır) (Ek 1). Bu hesaplamalar öngörülen her bir soğuk hava deposu için hazırlanan metraj ve keşif cetvelleri üzerinde gösterilmiştir (İran Sanayi Bakanlığı, 2011).

Soğuk depoların inşaat maliyetlerinin belirlenmesinde; *i)* İran'ın olağan piyasa koşullarında geçerli olan fiyatlar ile *ii)* Türkiye'nin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatları esas alınmıştır. Bu iki ayrı fiyatlandırma uygulaması aşağıda tanımlanmıştır.

i) İran'ın olağan piyasa koşullarında geçerli olan fiyatlara göre inşaat maliyetinin belirlenmesi: Soğuk hava depo yapısı tasarımlarında öngörülen taşıyıcı sistem ve soğutma sistemi maliyetlerinin hesaplanmasında, İran genelindeki ilgili firmalardan alınan 2011 yılı fiyat tekliflerindeki birçok masraf kalemi (inşaat, imalat ve soğutma sistemi tesis maliyetine ilişkin kalemler) değerleri kullanılmıştır.

ii) Türkiye'nin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyatlarına göre inşaat maliyetlerinin belirlenmesi: Soğuk hava depolarının inşaat maliyetine ilişkin bazı kalemlerin İran'ın piyasa koşullarında elde edilemeyen karşılıkları için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından belirlenen 2011 yılı inşaat birim fiyatları esas alınmıştır. Maliyet hesaplarında, yapının kullanımı boyunca oluşabilecek bakım masrafları

ayrıca hesaplara dahil edilmiştir. Makine ve elektrik tesisatı ile ilgili imalat kalemlerinin her tipteki yapıda benzer olduğu kabul edilmiştir.

3.2.1.2 Alternatif soğuk hava depolarında soğutma sistemlerinin tasarımı ve tesis maliyetlerinin belirlenmesi

Alternatif soğuk hava depolarının soğutma sistemlerinin tasarımının ve tesis maliyetleri birim fiyatlarının belirlenebilmesi için öngörülen 100, 200 ve 300 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odaların i) prefabrik betonarme ve ii) çelik taşıyıcı sistem uygulamaları göz önüne alınarak farklı yapısal özelliklere sahip 12 adet tip soğuk hava deposu projesi hazırlanmış ve bu projelerin soğutma yükleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda soğutma sistemi maliyetinin gereğinden fazla çıkmaması için her bir tip soğuk hava deposunun 20 adet soğuk odadan oluştuğu varsayılmıştır. Buna göre 100, 200 ve 300 ton kapasiteli soğuk odalardan oluşan her bir tip soğuk hava deposu (toplam 2000, 4000 ve 6000 ton kapasiteli prefabrik ve çelik konstrüksiyonlu) için hesaplanan soğutma yükleri Ek 2’de verilmiştir. Hesaplanan bu soğutma yüklerinden yararlanılarak 100, 200 ve 300 tonluk soğuk odaların soğutma sistemi için hesaplanan ortalama birim fiyatlar ise Ek 3’de verilmiştir. Bu hesaplamalarda esas alınan alternatif soğuk hava deposu projelerinde soğuk hava deposu sistemlerinin ve bu depolardaki soğuk odaların yapısal özellikleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Alternatif soğuk hava depoları ve bu depolardaki soğuk odaların özellikleri

Proje No	Soğuk hava depo sistemlerinin yapısal özellikleri			Soğuk odaların yapısal özellikleri	
	Soğuk oda kapasitesi (ton)	Toplam depo kapasitesi (ton)	Depo taşıyıcı sistemi	Duvar malzeme kompozisyonu	Tavan malzeme kompozisyonu
1	100	2000	Prefabrik betonarme	Tuğla+EPS	EPS
2	100	2000	Prefabrik betonarme	PU panel	PU panel
3	100	2000	Çelik	Tuğla+EPS	EPS
4	100	2000	Çelik	PU panel	PU panel
5	200	4000	Prefabrik betonarme	Tuğla+EPS	EPS
6	200	4000	Prefabrik betonarme	PU panel	PU panel
7	200	4000	Çelik	Tuğla+EPS	EPS
8	200	4000	Çelik	PU panel	PU panel
9	300	6000	Prefabrik betonarme	Tuğla+EPS	EPS
10	300	6000	Prefabrik betonarme	PU panel	PU panel
11	300	6000	Çelik	Tuğla+EPS	EPS
12	300	6000	Çelik	PU panel	PU panel

Alternatif soğuk hava depolarında soğutma sistemlerinin tasarımı için öncelikle depolanacak elmanın özelliklerine, miktarına ve soğuk odaların yapı

konstrüksiyonun termik özelliklerine bağlı olarak hesaplanan soğutma yüklerinin elma depolama süresince değişimi Ek 2’de gösterilmiştir. Daha sonra, hesaplanan soğutma yükünü karşılayabilecek soğutma sistemi elemanlarının seçimi yapılmıştır.

Soğuk hava depolarında toplam soğutma yükü (Q_{toplam}); soğuk odaların yapı elemanlarından geçen ısıнын (Q_1), depoda faaliyet gösteren personel ve ekipmanların ortama yaydıkları ısıнын (Q_2), ışıklar, motorlar ve forklift gibi ısı üretim cihazlarından kaynaklanan ısıнын (Q_3), dışarıdan sızıntı ile soğuk odaya giren ısıнын (Q_4); soğuma süresince elmanın ortama verdiği ısıнын (Q_5) ve olgunlaşma süresince elmanın ortama verdiği ısıнын (Q_6) toplamı olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 1):

$$Q_{\text{toplam}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (1)$$

Eşitlikteki her bir ısı yükünün hesaplanma biçimi aşağıda ayrı başlıklar altında tanımlanmıştır.

Bu hesaplamalarda, soğuk hava depolarının Urmiyeh yöresi iklim koşullarına uygun olarak elma depolama sezonu (Ağustos – Mart) boyunca çalışması ve sezon başında soğuk hava depolarında her gün iki odanın doldurulması koşuluyla 10. gün sonunda depoya elma girişinin tamamlanması öngörülmüştür.

i) Yapı Elemanlarından Geçen ısıнын Hesaplanması (Q_1)

Soğuk odalarda yapı elemanlarından geçen toplam ısıнын hesaplanabilmesi için öncelikle her bir yapı elemanının toplam ısı iletim katsayılarının bilinmesi gerekmektedir. Yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayısı (U) ise, her bir yapı malzemesine ait ısı iletim hesap değerleri (λ) yardımıyla TS 825’de belirtildiği şekilde Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır. (Türk Standartları Enstitüsü, 1998a; Şahin ve Ünal, 2005).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_{\text{iç}}} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_{\text{dış}}}} \quad (2)$$

Eşitlikte, U ; yapı elemanının toplam ısı iletim katsayısını ($\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$), λ_i ; yapı elemanını oluşturan her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısını ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$), d_i ; her bir malzemenin kalınlığını (m), $\lambda_{\text{iç}}$; iç yüzey iletkenlik katsayısını ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) ve $\lambda_{\text{dış}}$;

dış yüzey iletkenlik katsayısını ($Wm^{-1}K^{-1}$) ifade etmektedir. i ise; yapı elemanında kullanılan malzeme sayısını ($i= 1 \dots n$) göstermektedir.

Soğuk odaların yapı elemanlarından geçen toplam ısının hesaplanmasında ise Eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$Q_1 = (t_d - t_i + t_k + t_g) \sum_1^n (U)(A) \quad (3)$$

Eşitlikte, Q_1 ; yapı elemanlarından geçen ısıyı (Wh^{-1}), t_d ; maksimum aylık ortalama hava sıcaklığını (K) (Çizelge 3.6), t_i ; depolama sıcaklığını (K) (Çizelge 3.7), t_k ; döşemeye komşu toprak sıcaklıklarını (K) (Çizelge 3.8), t_g ; güneş ışınlarının etkisinin sıcaklık farkı eşdeğerlerini (K) (Çizelge 3.9), U ; her bir yapı elemanı için hesaplanan toplam ısı iletim katsayısını ($Wm^{-2}K^{-1}$) ve A ; her bir yapı elemanının ısı geçiren yüzeylerini (m^2) ifade etmektedir.

Çizelge 3.6. Hesaplamalarda kullanılan Urmieh iline ait bazı iklim parametrelerinin depolama sezonundaki değerleri (Urmieh Meteoroloji Müdürlüğü, 2011)

İklim parametresi	Depolama periyodu (Ağustos- Mart)							
	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
En yüksek sıcaklık ($^{\circ}C$)	33.4	30.1	25.4	17.7	13.3	10.3	8.7	13.8
Ortalama oransal nem (%)	48	50	52	58	68	72	69	61

Çizelge 3.7. Farklı elma türlerinin depolama koşulları ve özgül ısıları (Türk Standartları Enstitüsü, 1998b)

Elma türleri	Depolama koşulları			Özgül ısı ($Wkg^{-1}K^{-1}$)	
	Depolama sıcaklığı ($^{\circ}C$)	Bağıl nem (%)	Depolama süresi (gün)	Donmadan önce	Donmadan sonra
Golden delicious	0 / 2	90 – 95	210	1.0234	0.5233
Granny smith	0 / 4	90 – 95	180 – 240	1.0234	0.5233
Starking	0 / 3	90 – 95	180 – 240	1.0234	0.5233

Çizelge 3.8. Döşemeye komşu toprak sıcaklıkları (Özko, 1999)

Döşemeye komşu toprak sıcaklıkları	Sıcaklık ($^{\circ}C$)
Çok soğuk iklimler	+ 7
Soğuk iklimler	+ 15
Serin iklimler	+ 20
Sıcak iklimler	+ 25

Çizelge 3.9. Farklı yüzeylerde güneş ışınlarının etkisinin sıcaklık farkı eşdeğerleri (Özkol, 1999)

Yüzey cinsi	Duvar yüzeyi			Düz yüzeyi
	Doğu	Güney	Batı	
Koyu renkli yüzeyler ($^{\circ}\text{C}$)	5	3	5	11
Orta renkli yüzeyler ($^{\circ}\text{C}$)	4	3	4	9
Açık renkli yüzeyler ($^{\circ}\text{C}$)	3	2	3	5

ii) Depo Personelinden Yayılan Isının Hesaplanması (Q_2)

Soğuk oda içinde çalışan depo personelinden yayılan ısının hesaplanmasında Eşitlik 4 kullanılmıştır.

$$Q_2 = t_p \sum_1^n q_p \quad (4)$$

Eşitlikte Q_2 ; depo personelinden yayılan ısı miktarını, (Wgün^{-1}), t_p ; işçilerin çalışma süresini (saat) ve q_p ; çalışma ortamı sıcaklıklarına göre işçilerin yaydıkları ısı miktarını (Wh^{-1}) (Çizelge 3.10) ifade etmektedir.

iii) Isı Üretim Cihazlarından Kaynaklanan Isının Hesaplanması (Q_3)

Soğuk odalarda ışıklar, motorlar, forklift gibi ısı üretim cihazlarından kaynaklanan ısının hesaplanmasında Eşitlik 5'den yararlanılmıştır.

$$Q_3 = t_c \sum_1^n q_c \quad (5)$$

Eşitlikte Q_3 ; ısı üretim cihazlarından kaynaklanan ısı miktarını (Wgün^{-1}), t_c ; cihazların çalışma süresini (saat), q_c ; cihazların türüne göre yaydıkları ısı miktarını (Wh^{-1}) (Çizelge 3.11) ifade etmektedir.

Çizelge 3.10. Farklı ortam sıcaklıklarına göre bir insanın yaydığı ısı yükü (Türk Standartları Enstitüsü, 1986)

Ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	İnsanın yaydığı ısı yükü (W h^{-1})
10	209
5	244
0	273

Çizelge 3.11. Elektrik motorlarından meydana gelen ısı yükü (Özkol, 1999)

Motor gücü (HP)	Motorun yaydığı ısı yükü (W h ⁻¹)
1/8 – 1/2	1 244
1/2 – 2.0	1 082
3.0 – 20.0	861

iv) Hava Değişiminden Kaynaklanan Isının Hesaplanması (Q_4)

Soğuk odalarda hava değişiminden kaynaklanan ısının hesaplanmasında Eşitlik 6 kullanılmıştır.

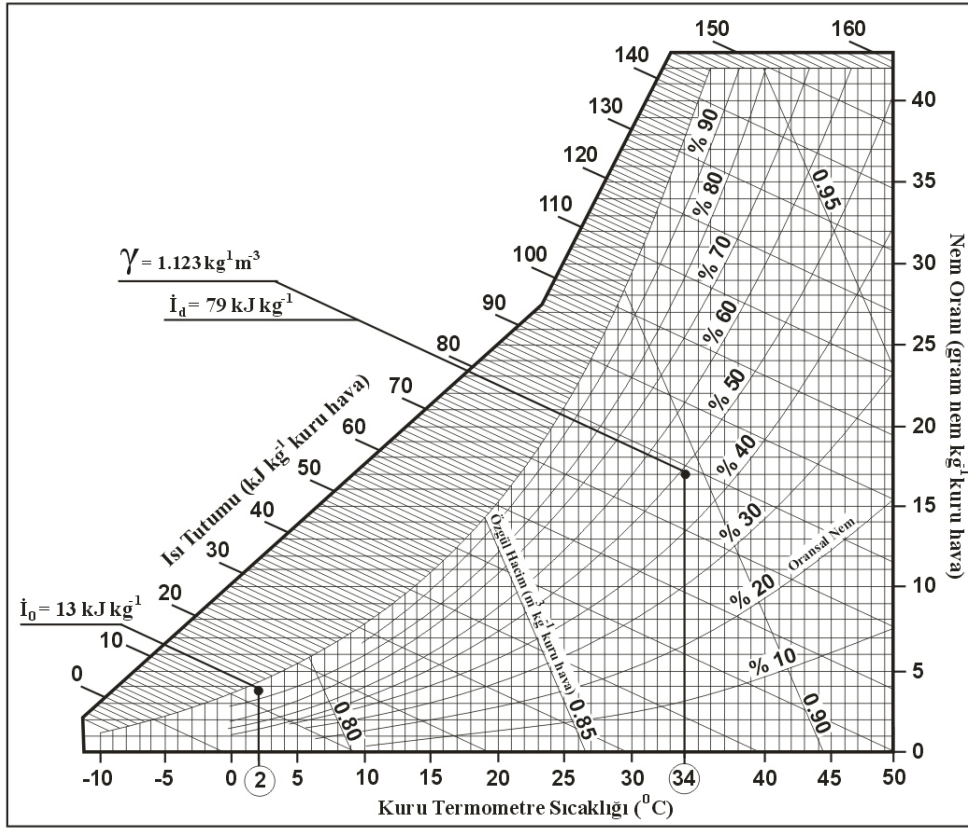
$$Q_4 = HD V (i_d - i_o) \gamma \quad (6)$$

Eşitlikte; Q_4 ; hava değişiminden oluşan ısı miktarını (Wgün⁻¹), HD ; soğuk oda içerisindeki havanın değişim sayısını (adet) (Çizelge 3.12), V ; oda hacmini (m³), i_d ; dış hava ısı tutumunu (W), i_o ; iç hava ısı tutumu (W) ve γ ; havanın özgül ağırlığını (kgm⁻³) ifade etmektedir.

i_d , i_o ve γ değerleri Şekil 3.6'da verilen psikrometrik diyagramdan elde edilmiştir.

Çizelge 3.12. Soğuk oda kapılarının açılmasından meydana gelen hava değişimi (Özkol, 1999)

Oda iç hacmi (m ³)	24 saatte hava değişimi (adet)	
	Oda sıcaklığı 0°C'nin üstünde	Oda sıcaklığı 0°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 3.6. Psikrometrik diyagram kullanılarak i_d , i_0 ve γ değerlerinin bulunması (Özkoç, 1999)

v) Soğuma Süresince Meyvenin Ortama Verdiği Isının Hesaplanması (Q_5)

Soğuk odalarda soğuma süresince meyvenin (elmanın) ortama verdiği ısının hesaplanmasında Eşitlik 7'den yararlanılmıştır.

$$Q_5 = \frac{(G)(C_{\text{özg}})(t_d - t_i)}{t_s} \quad (7)$$

Eşitlikte; Q_5 ; soğuma süresince meyvenin ortama verdiği ısı miktarını (Wh^{-1}), G ; ürünün miktarını (kg), $C_{\text{özg}}$; meyvenin özgül ısısını ($\text{Wkg}^{-1}\text{K}^{-1}$) (Çizelge 3.7), t_d ; maksimum aylık ortalama hava sıcaklığı (K) (Çizelge 3.6), t_i ; depolama sıcaklığını (K) (Çizelge 3.7) ve t_s ; meyvenin soğuma süresini (saat) ifade etmektedir.

vi) Olgunlaşma Süresince Meyvenin Ortama Verdiği Isının Hesaplanması (Q_6)

Soğuk hava depolarında olgunlaşma süresince meyvenin ortama verdiği ısının hesaplanmasında Eşitlik 8 kullanılmıştır.

$$Q_6 = \frac{(G)(C_{olg.})}{1000(t_o)} \quad (8)$$

Eşitlikte; Q_6 ; olgunlaşma süresince meyvenin (elmanın) ortama verdiği ısı miktarını (Wh^{-1}), G ; ürünün miktarını (kg), $C_{olg.}$; meyvenin olgunlaşma ısısını ($Wton^{-1}gün^{-1}$) (Çizelge 3.13) ve t_o ; meyvenin olgunlaşma süresini ifade etmektedir.

Öngörülen her bir soğuk odanın yukarıda açıklandığı şekilde hesaplanan soğutma yükünü karşılayacak soğutma sistemi ve ekipmanlarının tasarımı yapılmıştır. Daha sonra tasarlanan soğutma sistemleri tesis maliyetleri; olağan piyasa koşullarında geçerli olan fiyatlara göre depoların inşa edileceği Isparta ilinde araştırılmıştır. Alternatif depolarda öngörülen soğutma sistemi türüne ve özelliklerine göre ilgili firmalardan fiyat teklifi alınarak tasarımlara ait maliyetler belirlenmiştir. İlgili tesis maliyetlerinin belirlenmesinden sonra geliştirilen optimizasyon modelinde kullanılacak 100, 200 ve 300 ton depolama kapasitesine sahip soğuk odaların soğutma sistemi ortalama birim tesis maliyetleri belirlenmiştir (Ek 3).

Çizelge 3.13. Elmanın çeşitli sıcaklıktaki olgunlaşma ısıları (Türk Standartları Enstitüsü, 1998b)

Sıcaklık (K)	1000 kg elmanın çeşitli sıcaklıklarda ürettiği olgunlaşma ısısı miktarı ($W h^{-1}$)
0	220.97 – 261.68
5	325.64 – 459.39
10	890.86 – 1 325.82
15	889.70 – 2 000.36

3.2.1.3 En uygun soğuk oda tasarımlarının belirlenmesi ve soğuk hava deposu tip projelerinin hazırlanması

Çalışma alanı koşulları için en uygun soğuk oda tasarımlarının belirlenmesinde Yılmaz (2010) tarafından geliştirilen optimizasyon modeli kullanılmıştır. Bu model; doğrusal programlama, tamsayı programlama, 0-1 programlama yöntemlerinin bir karışımıdır. Modelde; yapı malzemesi, taşıyıcı sistem, soğuk oda depolama kapasitesi, soğutma sistemi gibi seçenekler karar değişkenini; temel, duvar, tavan, taşıyıcı sistem, inşaat maliyetleri ve ilgili depo standartları kısıtları oluşturmuştur.

Çalışmada kullanılan optimizasyon modelinde esas alınan amaç fonksiyonu, doğrusal kısıtlamalar ve dikkate alınan koşullar aşağıdaki ifade edilmiştir:

Amaç Fonksiyonu (Z_{min}):

Soğuk hava deposu inşaat ve soğutma sistemi tesis birim maliyetini minimize edecek şekilde düzenlenmiştir (Eşitlik 9). Amaç fonksiyonunda yer alan karar değişkenlerinden taşıyıcı sistem, çatı sistemi, döşeme sistemi, duvar sistemi, asma tavan sistemi, çatı kaplaması, klasik soğutma sistemi ve kontrollü atmosfer soğutma sistemi (0-1) değişken olarak ifade edilmiştir.

$$Z_{min} = \sum T_i X_{ij} \quad (9)$$

Eşitlikte T_i ; inşaat ve soğutma sistemi birim maliyetini ($i= 51.89, \dots, 224.12$), X_{ij} ; yapı konstrüksiyon ($i=1, \dots, 4$) veya soğutma sistemi tipini ve özelliklerini ($j=1, \dots, 3$) ifade etmektedir.

Kısıtlar:

Taşıyıcı sistem, çatı, döşeme sistemi, duvar sistemi, asma tavan sistemi, çatı kaplaması ve klasik soğutma sistemlerinden bir tanesi seçilecektir (Eşitlik 10).

$$\sum X_i = 1 \quad (10)$$

Eşitlikte X_i ; yapı konstrüksiyon tipini veya soğutma sistemi tipini ($i=1, \dots, 6$) ifade etmektedir.

Taşıyıcı sistemlerin her biri sadece makas açıklığı ve makaslar arasındaki mesafelerin aynı olduğu çatı sistemi ile birlikte kullanılabilir (Eşitlik 11).

$$\sum X_{1j} + X_{2j} = 1 \quad (11)$$

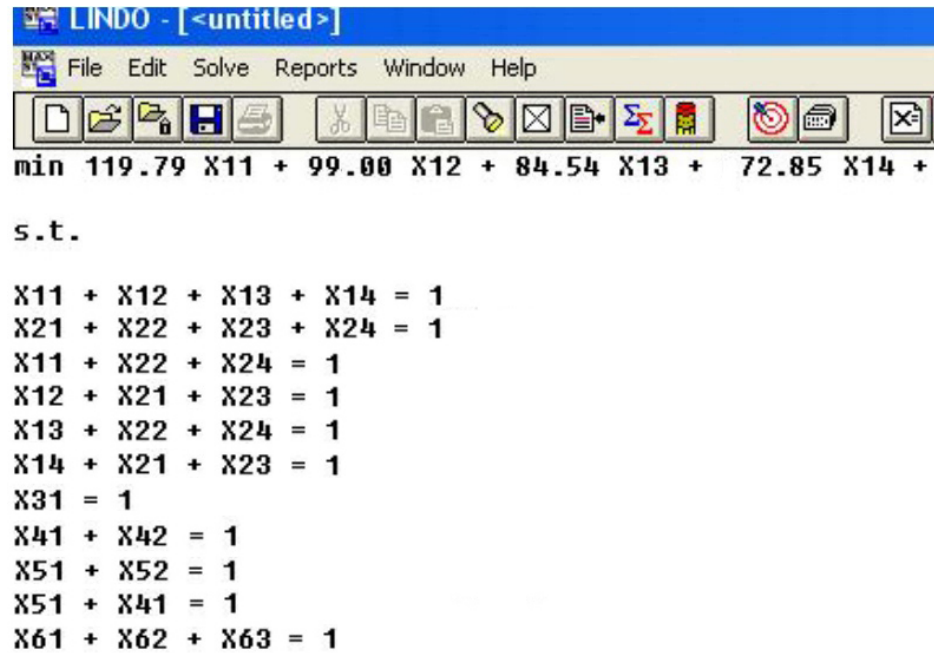
Eşitlikte X_{1j} ; taşıyıcı sistem tipini ve özelliğini ($j=1, \dots, 4$), X_{2j} ; çatı sistemi tipini ve özelliğini ($j=1, \dots, 4$) ifade etmektedir.

Duvar yapı ve yalıtım malzemesi olarak poliüretan panel kullanılan durumlarda asma tavan malzemesi olarak PU panel kullanılmalıdır (Eşitlik 12).

$$\sum X_{4j} + X_{5j} = 1 \quad (12)$$

Eşitlikte X_{4j} ; duvar sistemini ($j=1, 2$), X_{5j} ; asma tavan sistemini ($j=1, 2$) ifade etmektedir.

Söz konusu model, bilgisayar ortamında LINDO doğrusal programlama yazılımı kullanılarak çalıştırılmıştır (Şekil 3.7). Modelin çalıştırılması sonucunda depo maliyetlerini en küçükleyen çözümler üretilmiştir. Bu çözümlerden, çalışma alanı koşullarında elmaların depolanmasında kalite özelliklerinin teknik ve ekonomik yönden etkin biçimde korunmasını sağlayacak alternatif soğuk oda tasarımları esas alınmış ve bu soğuk odalardan oluşacak farklı kapasitelerdeki soğuk hava deposu tip projeleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu tip projeler; çalışma alanında farklı kapasitelerdeki elma depolama gereksiniminin karşılanmasında inşaat ve işletim yönünden ekonomikliği sağlayacak birer örnek soğuk hava deposu projeleridir. Bu tip projelerin çiziminde ise AutoCAD programı kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Kullanılan optimizasyon modelinin LINDO programına işlenmesi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çalışma Alanı Koşullarında Elma Muhafazası İçin Kullanılacak Soğuk Hava Depolarının İnşaat Maliyetleri

Çalışmanın yürütüldüğü Urmieh yöreni koşullarında alternatif soğuk hava depo tasarımlarının oluşturulabilmesi için soğuk hava deposunu oluşturan tasarım unsurlarının her birinin metod bölümünde açıklandığı şekilde birim fiyatları çıkarılmıştır. Kullanılan optimizasyon modeli yardımıyla soğuk hava depo tasarımlarının oluşturulabilmesi amacıyla taşıyıcı sistem, çatı sistemi, döşeme sistemi, duvar sistemi, asma tavan sistemi gibi inşaat sistemlerine ait birim fiyatları çizelgeler halinde Ek 1’de sunulmuştur.

Farklı biçimlerde tasarlanmış soğuk odalarda taşıyıcı sistem birim inşaat maliyeti 72.85 – 119.79 TL m⁻² arasında değişmektedir. Çatı sistemi inşaat maliyeti 51.89 – 110.34 TL m⁻² arasında değişirken, döşeme sistemi maliyeti ise 88.63 TL m⁻², dir. Duvar sistemi birim inşaat maliyeti 80.77 – 85.39 TL m⁻² arasında değişirken, asma tavan sistemi birim inşaat maliyeti 80.77 – 84.12 TL m⁻² arasında değişmektedir (Ek 1).

4.2 Çalışma Alanı Koşullarında Elma Muhafazası İçin Kullanılacak Soğuk Hava Depolarının Soğutma Sistemi Tasarımı ve Tesis Maliyetleri

Metod bölümünde de açıklandığı gibi çalışmanın yürütüldüğü Urmieh yöreni koşullarına uygun 100, 200 ve 300 ton elma depolama kapasiteli soğuk odaları içerecek şekilde, soğuk hava deposu projeleri hazırlanmış ve bu projelerin soğutma yükleri hesaplanmıştır (Ek 2). Belirlenen soğutma yüklerinin karşılayacak şekilde, kullanılan optimizasyon modeli yardımıyla belirlenecek her bir soğuk hava deposu projesi için klasik soğutma sistemi (amonyak gazlı pistonlu evaporatörlü sistem) tasarımı yapılmış ve sistemin metraj ve keşifleri çıkarılarak birim maliyetleri hesaplanmıştır (Ek 3).

Bu hesaplamalar sonucunda 100 ton depolama kapasitesine sahip soğuk odanın soğutma sistemi tesis maliyeti 244.03 TL ton⁻¹’dur. 200 ton depolama kapasitesine sahip soğuk odanın soğutma sistemi tesis maliyeti 224.12 TL ton⁻¹ iken 300 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın soğutma sistemi tesis maliyeti 179.04 TL ton⁻¹ dur (Ek 3).

4.3 En Uygun Soğuk Hava Deposu Tasarımları

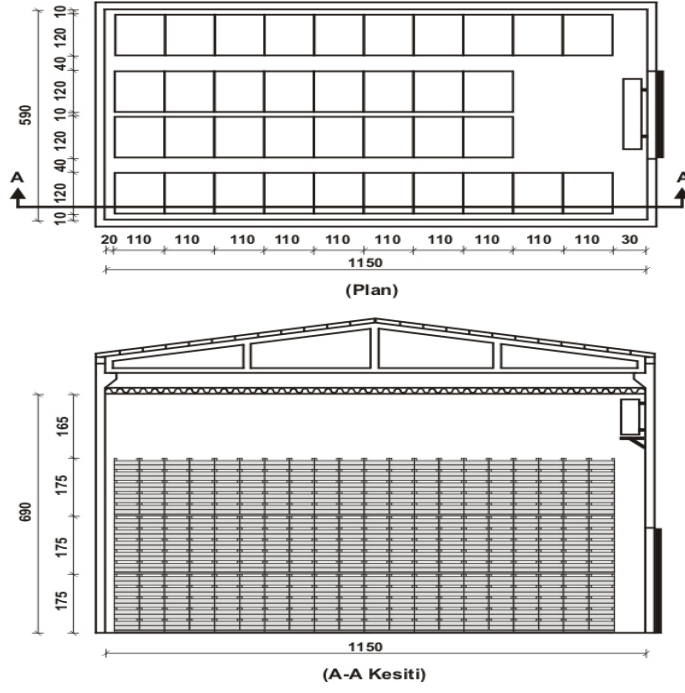
Alternatif soğuk hava deposu tasarımlarına ait yapı sistemleri ve soğutma sistemlerinin özelliklerine ilişkin model değişkenleri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Soğuk hava depolarının tasarımlarının geliştirilmesinde ön görülen üç farklı istif düzeniyle (Çizelge 3.4) 100 ton, 200 ton ve 300 ton’luk depolama kapasiteleri oluşturulmuştur. Her bir depolama kapasitesine sahip soğuk odalarda tasarlanan istif düzenleri Şekil 4.1 - 4.3’de gösterilmiştir.

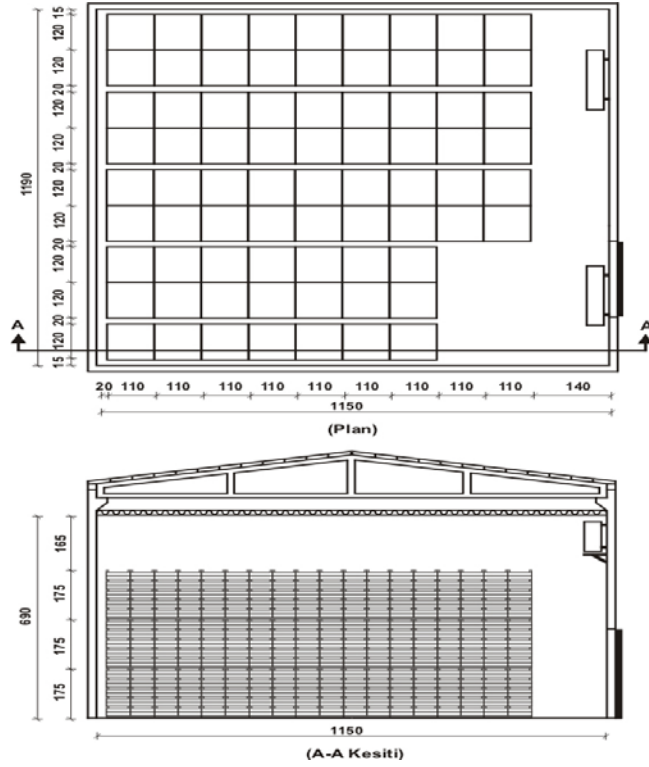
Soğuk hava depolarının tasarımlarının geliştirilmesinde ön görülen iki ayrı yapı malzemesi kompozisyonu esas alınarak (Çizelge 3.5), tek tip tavan ve döşeme yapı elemanına karşın ve üç farklı tip duvar yapı elemanı olacak şekilde tasarlanan soğuk odaların kesit detayları Şekil 4.4 - 4.5’de ve taşıyıcı sistem unsurları ve boyutları Şekil 4.6’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Alternatif soğuk hava deposu tasarımlarına ait yapı sistemleri ve soğutma sistemlerinin özelliklerine ilişkin model değişkenleri

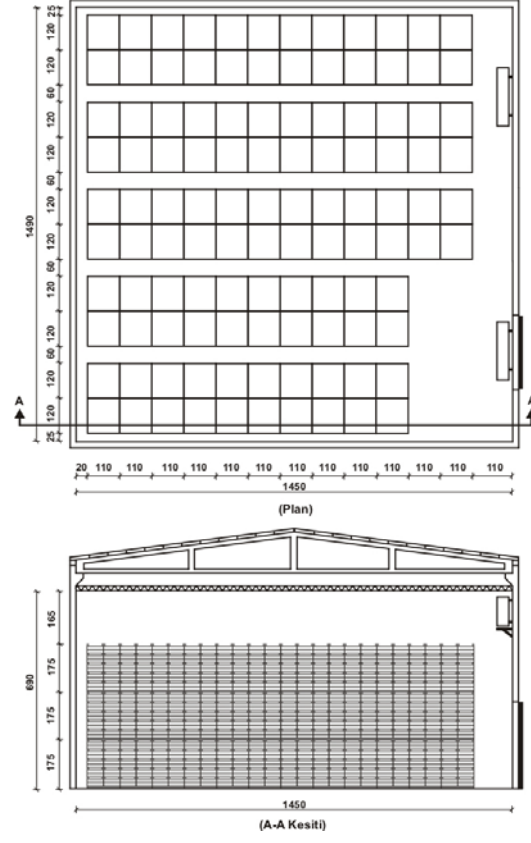
Depo yapısı ve soğutma sistemi özellikleri			Model değişken ismi
Depo yapı birimleri	Taşıyıcı sistem	Prefabrik betonarme (6 m x 12 m)	X11
		Prefabrik betonarme (7.5 m x 15 m)	X12
		Çelik (6 m x 12 m)	X13
		Çelik (7.5 m x 15 m)	X14
	Çatı sistemi	Prefabrik betonarme (6 m x 12 m)	X21
		Prefabrik betonarme (7.5 m x 15 m)	X22
		Çelik (6 m x 12 m)	X23
		Çelik (7.5 m x 15 m)	X24
	Döşeme sistemi	Döşeme	X31
	Duvar sistemi	Tuğla	X41
		PU panel	X42
	Asma tavan sistemi	PU panel	X51
		EPS	X52
Klasik soğutma sistemi		100 ton elma soğuk oda kapasiteli	X61
		200 ton elma soğuk oda kapasiteli	X62
		300 ton elma soğuk oda kapasiteli	X63



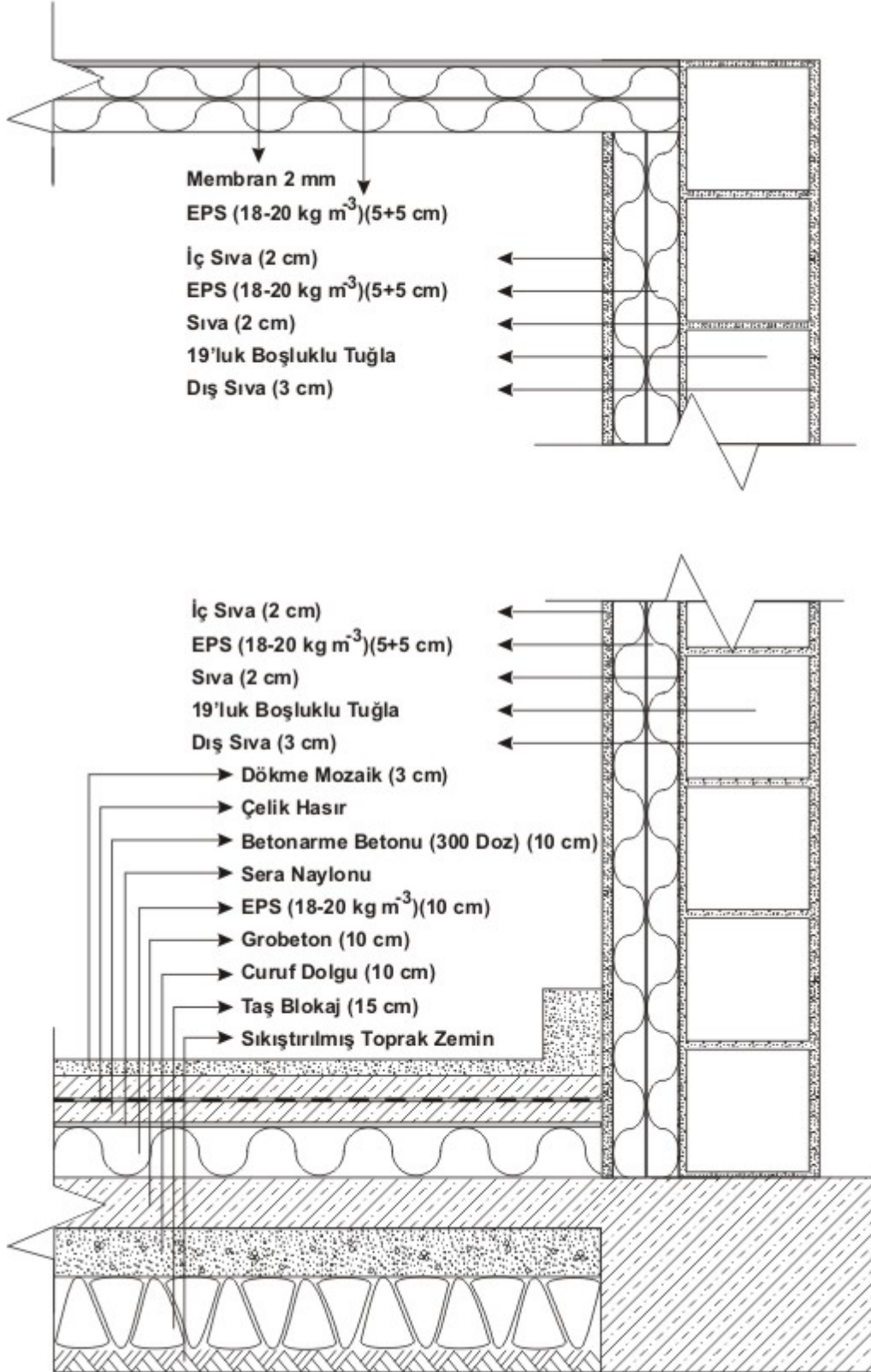
Şekil 4.1. 100 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti



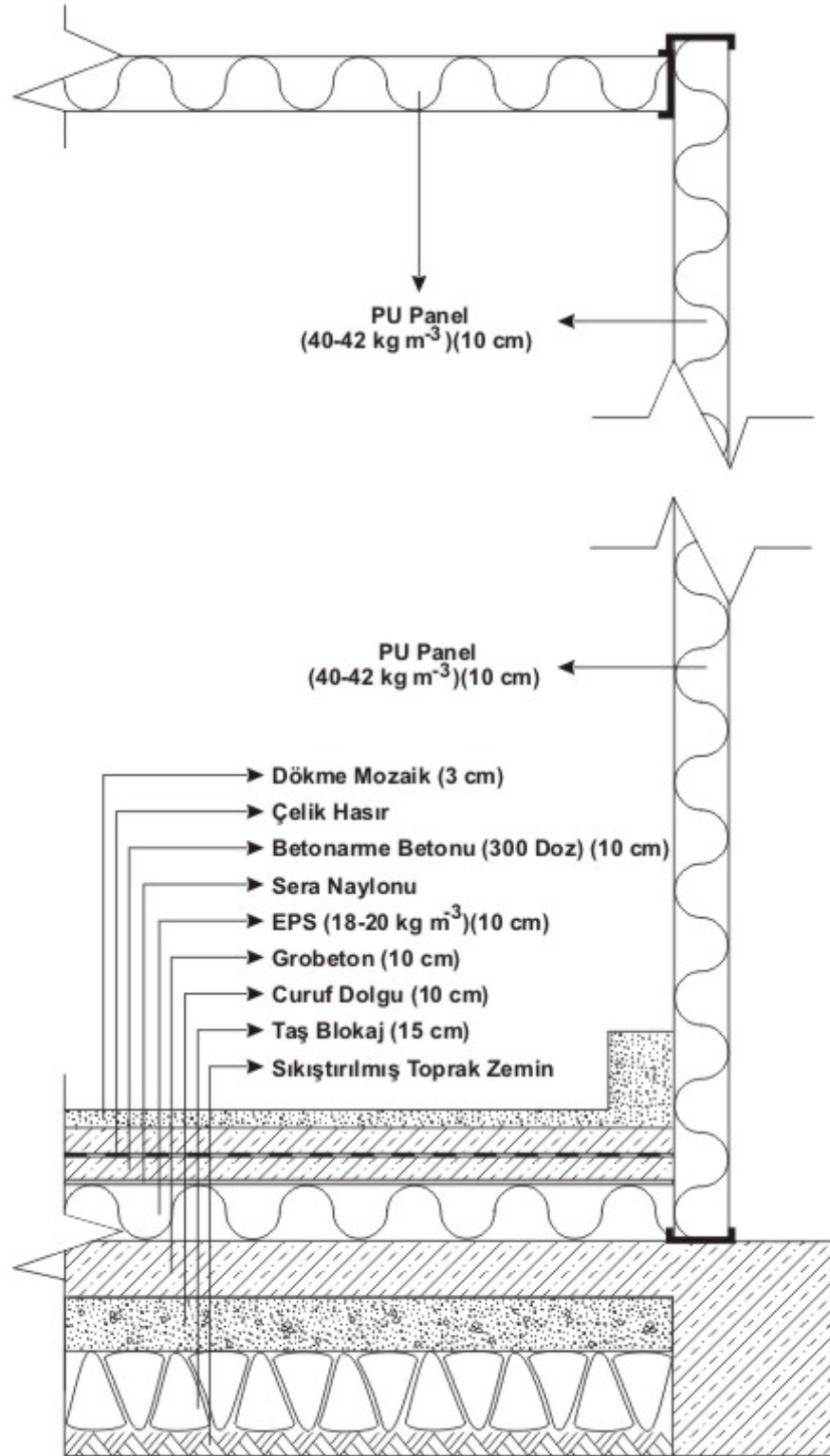
Şekil 4.2. 200 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti



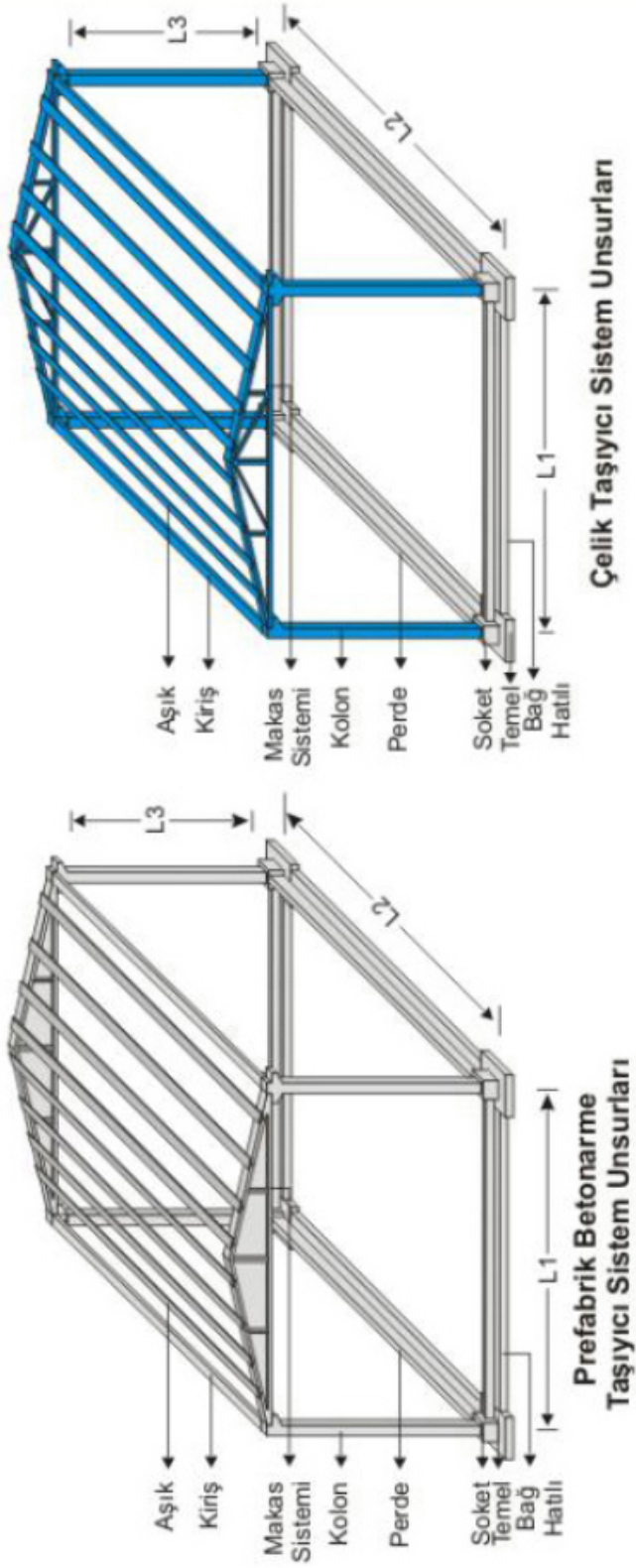
Şekil 4.3. 300 ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk odanın istif düzenini gösteren plan ve kesiti



Şekil 4.4. Duvar yapı malzemesi olarak tuğlanın kullanıldığı soğuk odanın temel, duvar ve tavan kesit detayları (Alternatif 1)



Şekil 4.5. Duvar yapı malzemesi olarak PU panelin kullanıldığı soğuk odanın temel, duvar ve tavan kesit detayları (Alternatif 2)



Taşıyıcı Sistem	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)
Prefabrik Betonarme	12	6	7
Prefabrik Betonarme	15	7.5	7
Çelik	12	6	7
Çelik	15	7.5	7

Şekil 4.6. Soğuk odalar için tasarlanan alternatif taşıyıcı sistem unsurları ve boyutları

4.4 En Uygun Soğuk Hava Deposu Tip Projeleri

4.4.1 Optimizasyon modeliyle belirlenen soğuk oda alternatifleri

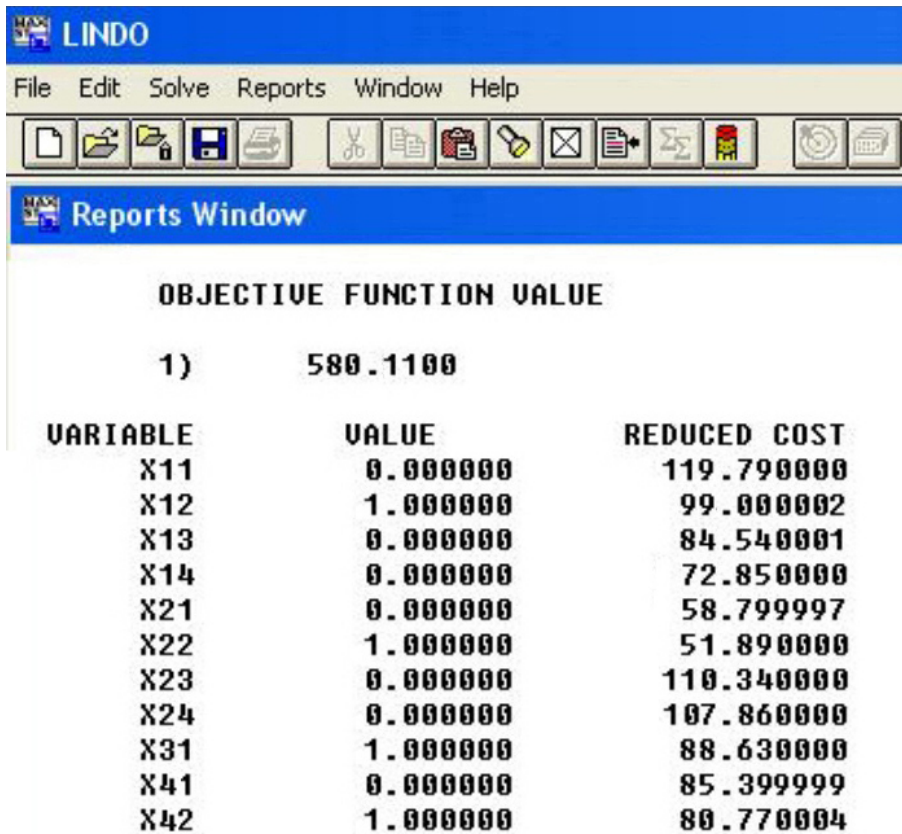
Çalışmanın yürütüldüğü Urmiyeh yöresi koşulları için en uygun soğuk hava deposu projelerinin oluşturulmasında esas alınacak en uygun soğuk oda tasarımlarının belirlenmesi için kullanılan optimizasyon modeli, kısıtlar ve değişkenler Çizelge 4.2’de, modelin sonuç çıktıları Çizelge 4.3 ve 4.4’da verilmiştir. Geliştirilen modelin çalıştırılması sonucunda (Şekil 4.7), alternatif soğuk hava deposu tasarımları arasında belirlenen öncelik sıraları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Bu sonuçlar, tasarlanan alternatif soğuk hava deposu maliyetlerini en küçükleyecek şekilde türetilmiş çözümleri oluşturmaktadır. Türetilen bu çözümler, çalışma alanında elmaların depolanmasında kalite özelliklerini, ekonomik olduğu kadar teknik yönden de etkin biçimde korunmasını sağlayacak alternatif soğuk hava depo tasarımlarını ortaya koymuştur.

4.4.2 Soğuk hava deposu tip projsi

Bu çalışmada, kullanılan optimizasyon modelinin türettiği çözümlerden klasik soğutma sistemine sahip soğuk hava depo tasarımlarından birinci öncelik sırasına sahip tasarım esas alınarak bir tip proje hazırlanmıştır. Bu projede 300 tonluk 6 adet soğuk oda öngörülerek, toplam 1800 ton elma depolama kapasitesine sahip bir soğuk hava deposu oluşturulmuştur. Tip projenin metraj ve keşif özeti Ek-4 ve mimari projesi Ek-5’de sunulmuştur. Tip projenin inşaat maliyeti 1023421 TL, soğutma sistemi maliyeti 471847 TL ve toplam maliyeti ise 1495268 TL olarak hesaplanmıştır (Ek 4).

Çizelge 4.2. En uygun soğuk odanın seçimi için kullanılan optimizasyon modeli ve değişkenleri

AMAÇ FONKSİYONU ($Z_{\min}$)									
119.79 X11 + 99.00 X12 + 84.54 X13 + 72.85 X14 + 58.79 X21 + 51.89 X22 + 110.34 X23 + 107.86 X24 + 88.63 X31 + 85.39 X41 + 80.77 X42 + 80.77 X51 + 84.12 X52 + 244.03 X61 + 224.12 X62 + 179.04 X63									
KISITLAR									
X11 + X12 + X13 + X14 = 1									
X21 + X22 + X23 + X24 = 1									
X11 + X22 + X24 = 1									
X12 + X21 + X23 = 1									
X13 + X22 + X24 = 1									
X14 + X21 + X23 = 1									
X31 = 1									
X41 + X42 = 1									
X51 + X52 = 1									
X51 + X41 = 1									
X61 + X62 + X63 = 1									
0-1 DEĞİŞKENLERİ									
X11	X13	X21	X23	X31	X41	X51	X61	X63	
X12	X14	X22	X24		X42	X52	X62		



LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 580.1100

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	119.790000
X12	1.000000	99.000002
X13	0.000000	84.540001
X14	0.000000	72.850000
X21	0.000000	58.799997
X22	1.000000	51.890000
X23	0.000000	110.340000
X24	0.000000	107.860000
X31	1.000000	88.630000
X41	0.000000	85.399999
X42	1.000000	80.770004

Şekil 4.7. Kullanılan optimizasyon modelinin Lindo programındaki sonuç çıktısı

Çizelge 4.3. Optimizasyon modeliyle belirlenen klasik soğutma sistemine sahip soğuk hava deposu tasarımlarının öncelik sırasına göre sonuç çıktıları

Öncelik sırası	Taşıyıcı sistem	Çatı sistemi	Döşeme sistemi	Duvar sistemi	Asma tavan sistemi	Klasik soğutma sistemi
1.	X12	X22	X31	X42	X51	X63
2.	X12	X22	X31	X41	X52	X63
3.	X14	X24	X31	X42	X51	X63
4.	X14	X24	X31	X41	X52	X63
5.	X12	X24	X31	X42	X51	X63
6.	X12	X24	X31	X41	X52	X63
7.	X11	X21	X31	X42	X51	X62
8.	X11	X21	X31	X41	X52	X62
9.	X13	X23	X31	X42	X51	X62
10.	X11	X21	X31	X42	X51	X61

Çizelge 4.4. Optimizasyon modeliyle belirlenen klasik soğutma sistemine sahip soğuk hava deposu tasarımları ve öncelik sıraları

Öncelik sırası	Taşıyıcı sistem	Çatı sistemi	Duvar sistemi	Tavan sistemi	Soğuk oda kapasitesi (ton)
1.	Prefabrik betonarme	Prefabrik betonarme	PU Panel	PU Panel	300
2.	Prefabrik betonarme	Prefabrik betonarme	Tuğla	EPS	300
3.	Çelik	Çelik	PU Panel	PU Panel	300
4.	Çelik	Çelik	Tuğla	EPS	300
5.	Prefabrik betonarme	Çelik	PU Panel	PU Panel	300
6.	Prefabrik betonarme	Çelik	Tuğla	EPS	300
7.	Prefabrik betonarme	Prefabrik betonarme	PU Panel	PU Panel	200
8.	Prefabrik betonarme	Prefabrik betonarme	Tuğla	EPS	200
9.	Çelik	Çelik	PU Panel	PU Panel	200
10.	Prefabrik betonarme	Prefabrik betonarme	PU Panel	PU Panel	100

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, İran'ın Batı Azerbaycan eyaleti Urmieh ili koşullarında elma depolama için kullanabilecek bir soğuk hava deposu tip projesi geliştirilmiştir. Bunun için Yılmaz (2010) tarafından geliştirilmiş olan, deponun inşa edileceği yöre koşullarını dikkate alan, teknik ve ekonomik yönden en uygun tasarım seçeneklerini sunan bir optimizasyon modeli kullanılmıştır. Bu modele göre depo sistemi tasarımlarında; değişik yapısal özellikte taşıyıcı sistemler (prefabrik betonarme ve çelik), çatı sistemleri (prefabrik betonarme ve çelik) ve merkezi soğutma sistemi esas alınmıştır. Ayrıca, bu depo sistemlerini oluşturan yapı elemanlarının (döşeme, duvar ve asma tavan) çeşitli yapı malzemeleriyle inşası öngörülmüştür. Farklı depo tasarımlarına ilişkin inşaat maliyetlerinin hesaplanmasında ise 2011 yılı birim fiyatları kullanılmıştır.

Kullanılan optimizasyon modeliyle belirlenen elma depolama amaçlı soğuk hava deposu tasarımlarının sonuç çıktıları; taşıyıcı sistemler, çatı sistemleri ve soğutma sistemleri ile döşeme, duvar ve asma tavan gibi yapı elemanlarının inşasında kullanılacak yapı malzemeleri ve inşaat maliyetleri yönünden aşağıda değerlendirilmiştir.

Geliştirilen depo tasarımları taşıyıcı sistemler yönünden ele alındığında, prefabrik taşıyıcı sisteme sahip depoların daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. Çelik veya prefabrik betonarme taşıyıcı sistemler, açıklıklarına göre birbirleriyle karşılaştırıldığında, 15 m'lik çatı makası açıklığına sahip soğuk odaların 12 m'lik çatı makası açıklığına sahip olanlara göre daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Çatı makasları arasındaki mesafeler dikkate alındığında, çatı makasları mesafeleri 7.5 m olan soğuk odaların çatı makası arası mesafeleri 6 m olanlara göre daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Çatı makas açıklığı ve çatı makasları arasındaki mesafeleri 15 m x 7.5 m olan soğuk odalar, daha az kolon, kiriş ve çatı makası gibi inşaat sistemlerini kullanarak daha büyük depolama alanlarını oluşturulmasına olanak verdiği için depo inşaatı maliyetlerini önemli oranda düşürmüştür. Soğuk hava deposu tasarımları birbirleriyle karşılaştırıldığında ise, prefabrik betonarme taşıyıcı sistemlerin 15 m x 7.5 m'lik açıklığa sahip olan soğuk hava deposu tasarımlarının en uygun tercih olarak çözüme girdiği görülmüştür.

Depo tasarımlarında taşıyıcı sistemler ile çatı sistemleri birlikte değerlendirildiğinde, prefabrik taşıyıcı sistemlerle beraber kullanılan prefabrik betonarme çatı sistemlerinin, çelik ve prefabrik taşıyıcı sistemlerle beraber kullanılan çelik çatı sistemine göre daha ekonomik olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, taşıyıcı sistem tasarımlarında olduğu gibi çatı sistemlerinde de yapı sisteminin boyutlarının büyümesi daha fazla depolama alanının oluşturulmasına olanak verdiği için depo inşaatı maliyetini düşürmektedir. Buna göre, 15 m çatı makası genişliğine sahip prefabrik betonarme çatı sistemleri, 12 m'lik çatı makası genişliğine sahip çatı sistemlerine göre daha ekonomik olduğu anlaşılmıştır.

Depo tasarımlarında döşeme, duvar ve asma tavan gibi yapı elemanları yapı malzemeleri yönünden ele alındığında, öncelikle döşeme sistemi; dökme mozaik, çelik hasır, betonarme betonu, sera naylonu, EPS, grobeton, curuf dolgu ve taş blokajdan oluşan tek tipte bir sistemdir. Duvarlarda, PU panelin kullanıldığı tasarımın, tuğla kullanılarak yapılanlara oranla daha ekonomik olduğu saptanmıştır. Asma tavan sisteminde ise poliüretan panelin kullanıldığı sistemlerin EPS kullanılarak oluşturulan sistemlere göre daha ekonomik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, depolarda sağlanacak iyi bir yalıtım, özellikle duvar ve tavan yapı elemanlarında meydana gelen ısı kayıplarını azaltılması ve buna bağlı olarak işletim masraflarının düşürülmesi bakımından oldukça önemlidir. Depoların tasarımında esas alınan yalıtım malzemeleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, hem inşaat maliyeti hem de yalıtım yönünden PU paneller EPS'ye oranla daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır.

Depo tasarımları soğutma sistemi yönünden değerlendirildiğinde, depoların soğuk oda kapasitelerindeki artışın, merkezi soğutma sisteminin birim tesis maliyetini düşürdüğü belirlenmiştir. Soğuk odalarda istiflenen elma miktarı arttıkça soğuk hava deposu için gerekli soğutma sistemi kapasitesi düşmekte ve bununla birlikte soğutma sistemi tesis maliyeti de azalmaktadır. Merkezi soğutma sisteminin tesis maliyeti yönünden 300 ton'luk soğuk odaların bulunduğu depo tasarım modelleri en uygun çözüm olmuş, bu çözümü aynı çatı makas açıklığı ve çatı makasları arasındaki mesafeye sahip 200 ton'luk soğuk odaların bulunduğu depo tasarımları izlemiştir. Bu tercihlerden sonra 100 ton soğuk oda kapasiteli soğuk hava deposu tasarımları en uygun çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kullanılan optimizasyon modelinin ortaya koyduğu çözüm seçeneklerine göre, çalışma alanı koşulları için teknik ve ekonomik bakımdan en uygun soğuk hava deposunun klasik merkezi soğutma sistemli 300 ton elma depolama

kapasiteli, prefabrik betonarme taşıyıcı ve çatı sistemli, duvar ve asma tavan yapı malzemesi olarak PU panelin kullanıldığı soğuk odalardan oluşması gerektiği ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, çalışma alanı koşullarında elma depolama için en uygun soğuk odalarla oluşturulan (300 tonluk 6 adet soğuk odadan oluşan) 1800 ton'luk bir soğuk hava deposu tip projesi hazırlanmıştır. Projede, depo taşıyıcı sistemi ve çatı sistemi prefabrik betonarme olup, duvarlar ve asma tavan ise PU paneldir. Yıllar içerisinde malzeme çeşitlerinde ve/veya birim fiyatlarda meydana gelecek değişikliklere birlikte çalışma alanı için en uygun depo tasarımları da değişecektir. Kullanılan optimizasyon modeli yardımıyla bu değişikliklere uygun yeni tasarımlar oluşturulabilecektir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Altınışık, K.**, 2006, Isı Yalıtımı. Nobel Yayıncılık. Nobel Yayın no: 954, Ankara.
- 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>.
- Dalian**, 2009, Dalian Ürün Kataloğu. Arlift Makine Sanayi Ticaret Limited Şirketi, İstanbul, <http://www.dalian.com.tr>
- Dokuzoğuz, M.**, 1997, Türkiye’de Bahçe Ürünleri Muhafazasındaki Gelişmeler, Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, sf: 1-7.
- Food and Agriculture Organization**, 2009, FAO Statistical Databases Results, Food Agriculture Organization (<http://faostat.fao.org/>).
- Food and Agriculture Organization**, 2010, FAO Statistical Databases Results, Food Agriculture Organization (<http://faostat.fao.org/>).
- Gündüz, M.**, 1997, Bahçe Ürünlerinde Pazar Yapısı, Muhafaza, Pazarlama Sistemleri ve Dış Ticaret İlişkisi, Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, sf: 9-13.
- Heves, F.**, 1996, Soğuk Depoların Projelendirme Esasları ve Optimizasyonu (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- İran Batı Azerbaycan Eyaleti Tarım Müdürlüğü**, 2010, İran-Batı Azerbaycan Eyaletinde 2010 Yılındaki Aktif Soğuk Hava Deposu Varlığı, İran, (<http://www.waaj.ir/>).
- İran Sanayi Bakanlığı**, 2009, İran’ın Eyaletlerinde Meyve ve Sebze Ürünlerinin Muhafazasında Kullanılan Soğuk Hava Deposu Varlığı, İran, (<http://www.mimt.gov.ir/>).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

İran Sanayi Bakanlığı, 2011, İran’da inşaat malzeme fiyatları, İran, (<http://www.mimt.gov.ir>).

İran Tarım Bakanlığı, 2009, İran’da Meyve Üretimine İlişkin İstatistikler, İran (<http://www.maj.gov.ir>).

İran Tarım Bakanlığı, 2011, İran- Batı Azerbaycan Eyaleti Elma Üretim İstatistikleri, İran (<http://www.maj.gov.ir>).

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.

Kaşka, N., 2005, Meyve Muhafaza Prensipleri ve Ülkemiz İçin Alınması Gereken Önlemler, III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay.sf: 12.

Kayan, İ., 1992, Cisimlerin Mukavemeti. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Linde, 2009, Linde Production Catalog. Linde Material Handling Company, Germany. <http://www.linde-mh.com>.

Mortazavi, A., Hajimohamadi Farimani, R., 2010. Food Storage Technology Tarjomane Kherad Yayınları, Mashhad, İran: 79-136.

Murray, G.T., 1993, Introduction to Engineering Materials. Marcel Dekker, Inc., New York.

National Cartografi Center, 2012, İran - Batı Azerbaycan Eyalet Haritası.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öz, F. ve Bulagay, A.N.**, 1986, Elma ve Elma Yetiştiriciliği, Tav Yaya No:13 Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Özbek, S.**, 1978, Özel Meyvecilik, Ankara Üniversitesi Ders Kitabı No:11, Ankara.
- Özko, N.**, 1999, Uygulamalı Soğutma Tekniğı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 115, Ankara.
- Savaş, S.**, 1987, Soğuk Depoculuk ve Soğutma Sistemlerine Giriş, Uludağ Üniversitesi Yayını, Bursa.
- Still**, 2009, Still Forklift Production Catalog, <http://www.still.com>
- Şahin, A. ve Ünal, H.B.**, 2007, Yapı Malzeme Bilgisi. E.Ü. Ziraat Fakùltesi Yayın No:568. Bornova, İzmir.
- Toyota**, 2009, Toyota Ürün Kataloğı, Toyota İstif Makinaları Anonim Şirketi, İstanbul, <http://www.toyotaistif.com>.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1978, Meyve ve Sebzeler-Soğuk Hava Depolarındaki Fiziksel Koşullar Tarifler ve Ölçme, TS 2995, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1980, Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS 648, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1986, Soğuk Depoculukta Soğutma Tesisatı Proje Esasları, TS 4855, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1987, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS 498, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1989, Elma-Kontrollü Atmosferde Depolama Kuralları, TS 7278, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Türk Standartları Enstitüsü**, 1992, Prefabrik Betonarme ve Öngerilmeli 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**, 1998a, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TS 825, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 1998b, Elma-Soğuk Depolama, TS 1221 ISO1212, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TS 500, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü**, 2010, Öndökümlü beton mamuller – Genel kurallar, TS 13369, Ankara.
- Urmieh Meteoroloji Müdürlüğü**, 2011, Urmieh’ye Ait İklim Verileri, Urmieh, İran.
- Usapple**, 2001, Apple Storage Technologies. United States Apple Association (Usapple), Virginia.
- 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.
- Yahia, E. M.**, 2007, Modified and Controlled Atmospheres, Recent Advances in Alternative Postharvest Technologies to Control Fungal Diseases in Fruit and Vegetables, Transworld Research Network; Trivandrum, India.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Yılmaz, H.İ., 2010, Göller Bölgesinde Elma Muhafazasında Kullanılan Soğuk Hava Depolarının Yapısal yönden Analizi ve En Uygun Depo Tiplerini Geliştirilmesi (Doktora Tezi) EGE Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Bornova, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

20.09.1975 yılında İran'ın Batı Azerbaycan eyaletine bağlı Salmas şehrinde doğdu. İlk ve orta öğretimini Salmas'da tamamladı. 2004 yılında Erdebil Azad Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Ziraat ve Bitki Islahı Bölümünden Mezun oldu. 2010 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

EKLER

- Ek 1. Farklı Tipteki Soğuk Odaların İnşaat Sistemi Tesis Maliyetleri
- Ek 2. Farklı Yapı Özelliklerine Sahip Farklı Kapasitelerdeki Soğuk Hava Depolarının Depolama Süresi ve Soğutma Yüğü Grafikleri
- Ek 3. Farklı Tipteki Soğuk Odaların Soğutma Sistemi Tesis Maliyetleri
- Ek 4. 1800 Ton Elma Depolama Kapasitesine Sahip Soğuk Hava Depo Projesi Metraj ve Keşif Özeti
- Ek 5. 1800 Ton Elma Depolama Kapasitesine Sahip Soğuk Hava Deposu Mimari Projesi

Ek 1. Farklı Tipteki Soğuk Odaların İnşaat Sistemi Tesis Maliyetleri

6 X 12 Metre açıklıklı prefabrik betonarme taşıyıcı sistemi birim maliyeti (X11)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması	119.79
Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert toprağın kazılması	
Tekil temeller	
Dış bağ hatılları	
İç bağ hatılları	
Orta kolonlar	
Cephe kolonları	
7.5 X 15 Metre açıklıklı prefabrik betonarme taşıyıcı sistemi birim maliyeti (X12)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması	99.00
Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert toprağın kazılması	
Tekil temeller	
Dış bağ hatılları	
İç bağ hatılları	
Orta kolonlar	
Cephe kolonları	
6 X 12 Metre açıklıklı çelik taşıyıcı sistemi birim maliyeti (X13)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması	84.54
Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert toprağın kazılması	
Kolonlar	
Rüzgar kolonları	
Yan cephe rüzgar çaprazları	
Hatıllar	
Kalkan duvar rüzgar çaprazları	
7.5 X 15 Metre açıklıklı çelik taşıyıcı sistemi birim maliyeti (X14)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması	72.85
Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert toprağın kazılması	
Kolonlar	
Rüzgar kolonları	
Yan cephe rüzgar çaprazları	
Hatıllar	
Kalkan duvar rüzgar çaprazları	

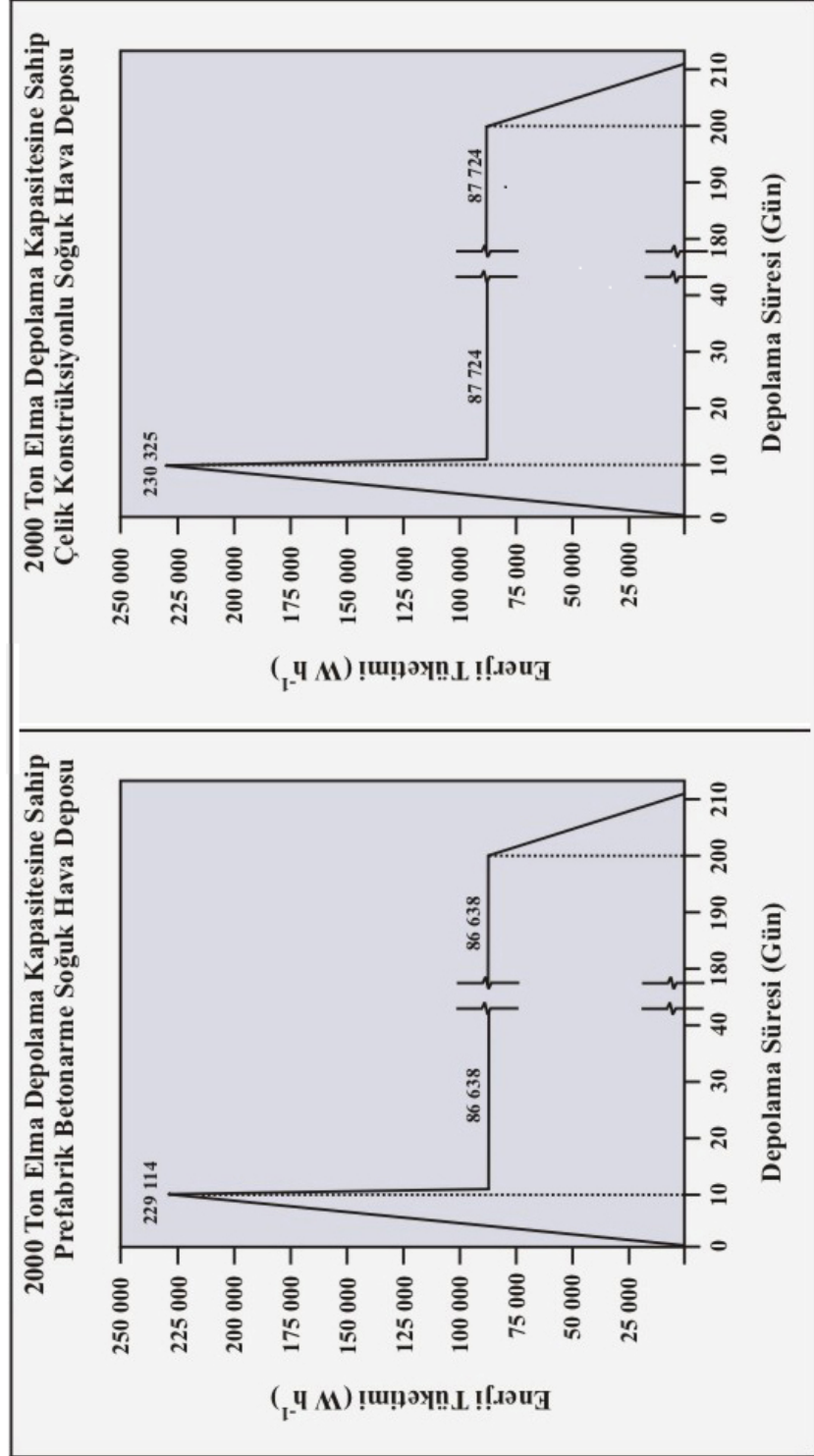
Ek 1. Farklı Tipteki Soğuk Odaların İnşaat Sistemi Tesis Maliyetleri (devam)

6 X 12 Metre açıklıklı prefabrik betonarme çatı sistemi birim maliyeti (X21)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Aşık kirişleri	58.79
Oluk kirişleri	
Çatı makasları	
Çatı kaplaması	
7.5 X 15 Metre açıklıklı prefabrik betonarme çatı sistemi birim maliyeti (X22)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Aşık Kirişleri	51.89
Oluk Kirişleri	
Çatı Makasları	
Çatı kaplaması	
6 X 12 Metre açıklıklı çelik çatı sistemi birim maliyeti (X23)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Çatı aşıkları	110.34
Makaslarlar	
Çatı rüzgar çaprazları	
% 3 kaynak payı	
Çatı kaplaması	
7.5 X 15 Metre açıklıklı çelik çatı sistemi birim maliyeti (X24)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Çatı aşıkları	107.86
Makaslarlar	
Çatı rüzgar çaprazları	
% 3 kaynak payı	
Çatı kaplaması	

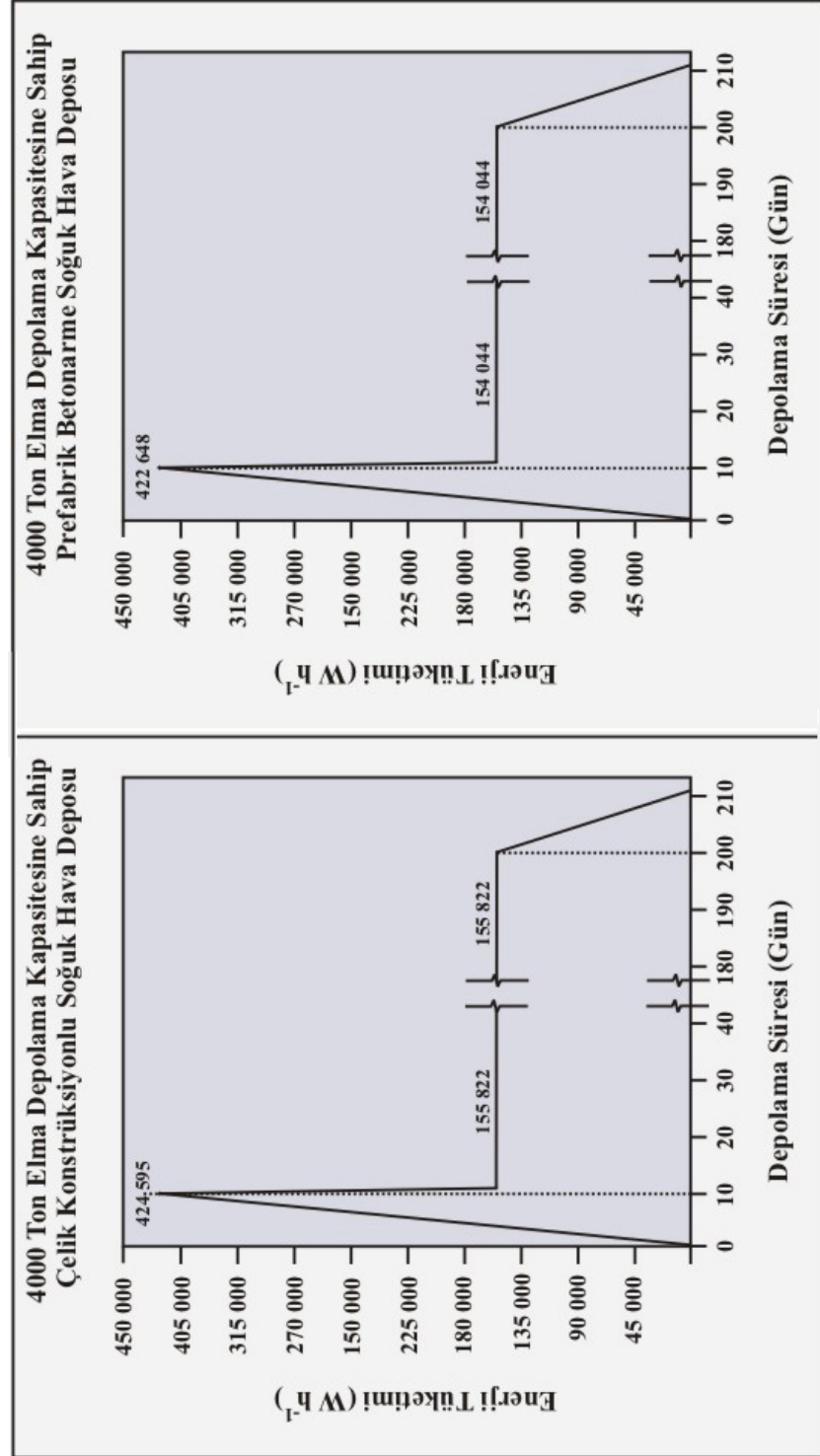
Ek 1. Farklı Tipteki Soğuk Odaların İnşaat Sistemi Tesis Maliyetleri (devam)

Döşeme sistemi birim maliyeti (X31)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Kazı malzemesinden makina ile hendek ve temel dolgusu yapılması	88.63
Curuf dolgu yapılması	
Ocak taşı ile blokaj yapılması	
Sınıfı C 16/20 (BS 16) olan hazır beton dökülmesi	
10 cm kalınlıkta ekspandepolistren (EPS) köpük ile ısı yalıtımı yapılması	
Sera Naylonu	
Basınç dayanım sınıfı C 25/30 (BS 25 B 300) olan hazır beton dökülmesi	
Çelik hasır (Nervürlü) (TS 4559)	
Düz mozayik döşeme kaplaması yapılması	
Tuğla duvar sistemi birim maliyeti (X41)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
250-300 çimento dol harçla düz sıva yapımı	85,39
(19x19x8.5 cm) ebadında 200 doz çimento ile harçlı tuğla duvar yapılması	
Kireç - çimento karışımı harçla düz sıva yapılması	
10 cm kalınlıkta ekspandepolistren (EPS) köpük ile ısı yalıtımı yapılması	
PU panel duvar sistemi birim maliyeti (X42)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
100 mm poliüretan dolgulu galvaniz cephe paneli (PU panel) levhalar ile duvar yapılması	80.77
PU panel asma tavan sistemi birim maliyeti (X51)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
100 mm poliüretan dolgulu galvaniz cephe paneli (PU panel) levhalar ile duvar yapılması	80.77
EPS asma tavan sistemi birim maliyeti (X52)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Özel fırın boyalı alüminyum lameller ile baskı çitasız asma tavan yapılması	84.12
10 cm kalınlıkta ekspandepolistren (EPS) köpük ile çatılarda ısı yalıtımı yapılması	
PVC esaslı jeomembran (düz tip, 2 mm kalınlığında, her renkte)	

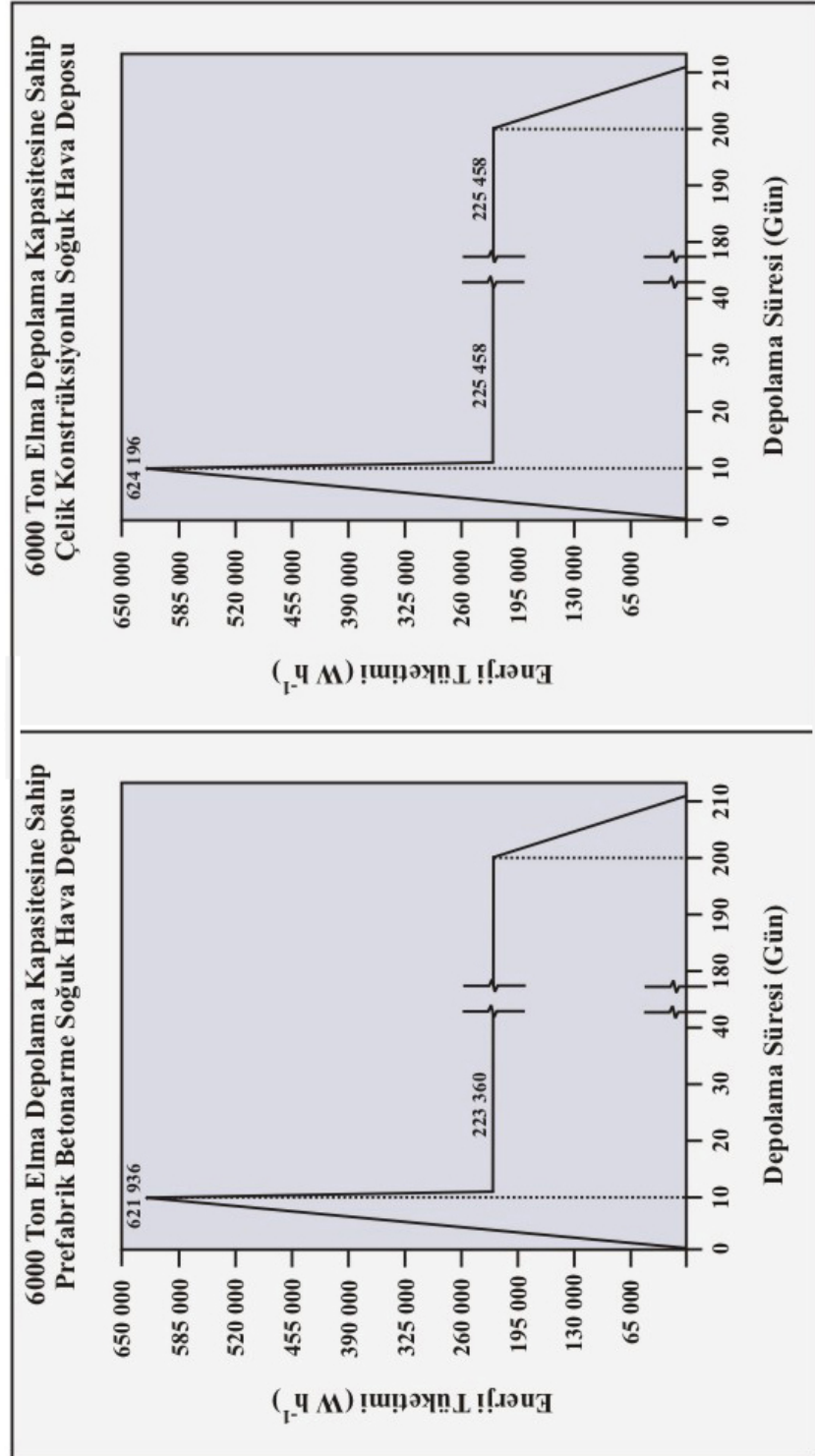
Ek 2. Farklı Yapı Özelliklerine Sahip Farklı Kapasitelerdeki Soğuk Hava Depolarının Depolama Süresi ve Soğutma Yüğü Grafikleri



Ek 2. Farklı Yapı Özelliklerine Sahip Farklı Kapasitelerdeki Soğuk Hava Depolarının Depolama Süresi ve Soğutma Yüğü Grafikleri (devam)



Ek 2. Farklı Yapı Özelliklerine Sahip Farklı Kapasitelerdeki Soğuk Hava Depolarının Depolama Süresi ve Soğutma Yüğü Grafikleri (devam)



Ek 3. Farklı Tipteki Soğuk Odaların Soğutma Sistemi Tesis Maliyetleri

100 Ton elma soğutma kapasitesine sahip soğutma sistemi birim maliyeti (X61)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Amonyak evaporatörleri	244.00
Kontrol cihazları –vanalar	
Amonyak boruları ve fittingsleri	
Pistonlu kompresör üniteleri	
Amonyak pompaları	
Kontrol cihazları	
Evaporatifkondenser	
Basınçlı kaplar	
Su pompaları	
Elektrik kumanda panosu ve kablo tesisatı	
Boru izolasyonu	
Montaj ve işletmeye alma	
200 Ton elma soğutma kapasitesine sahip soğutma sistemi birim maliyeti (X62)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Amonyak evaporatörleri	224.12
Kontrol cihazları –vanalar	
Amonyak boruları ve fittingsleri	
Pistonlu kompresör üniteleri	
Amonyak pompaları	
Kontrol cihazları	
Evaporatifkondenser	
Basınçlı kaplar	
Su pompaları	
Elektrik kumanda panosu ve kablo tesisatı	
Boru izolasyonu	
Montaj ve işletmeye alma	
300 Ton elma soğutma kapasitesine sahip soğutma sistemi birim maliyeti (X63)	
Açıklama	Birim maliyet (TL m ⁻²)
Amonyak evaporatörleri	179.04
Kontrol cihazları –vanalar	
Amonyak boruları ve fittingsleri	
Pistonlu kompresör üniteleri	
Amonyak pompaları	
Kontrol cihazları	
Evaporatifkondenser	
Basınçlı kaplar	
Su pompaları	
Elektrik kumanda panosu ve kablo tesisatı	
Boru izolasyonu	
Montaj ve işletmeye alma	

**Ek 4. 1800 Ton Elma Depolama Kapasitesine Sahip Soğuk Hava Depo Projesi
Metraj ve Keşif Özeti***

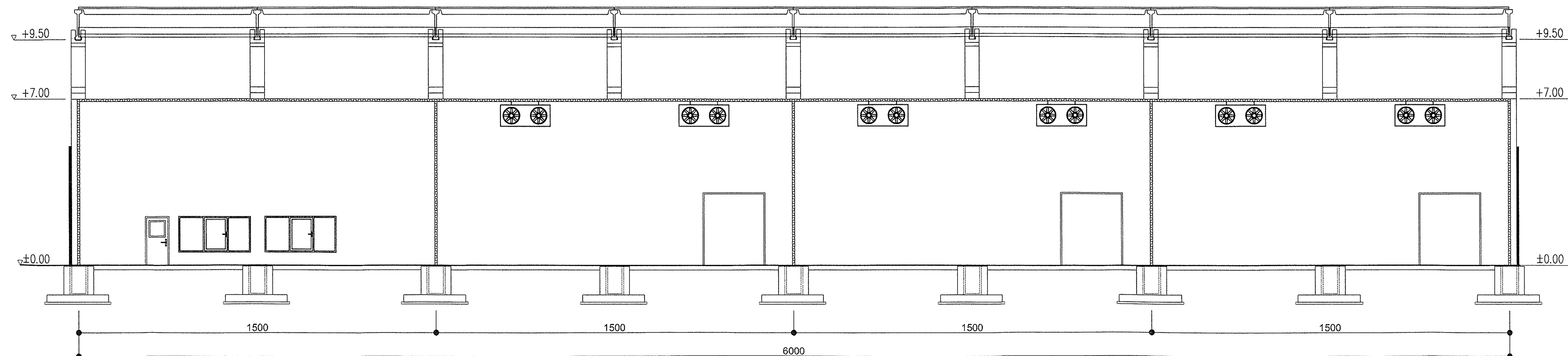
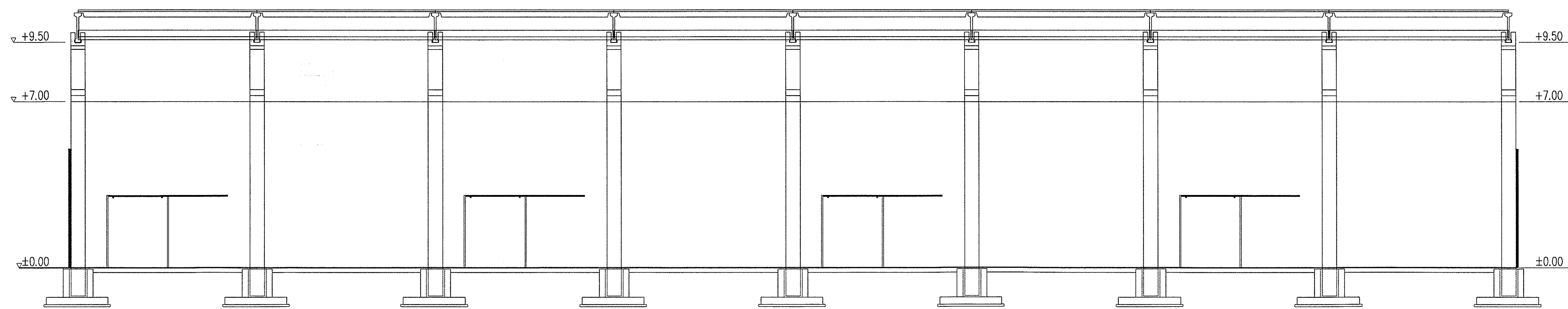
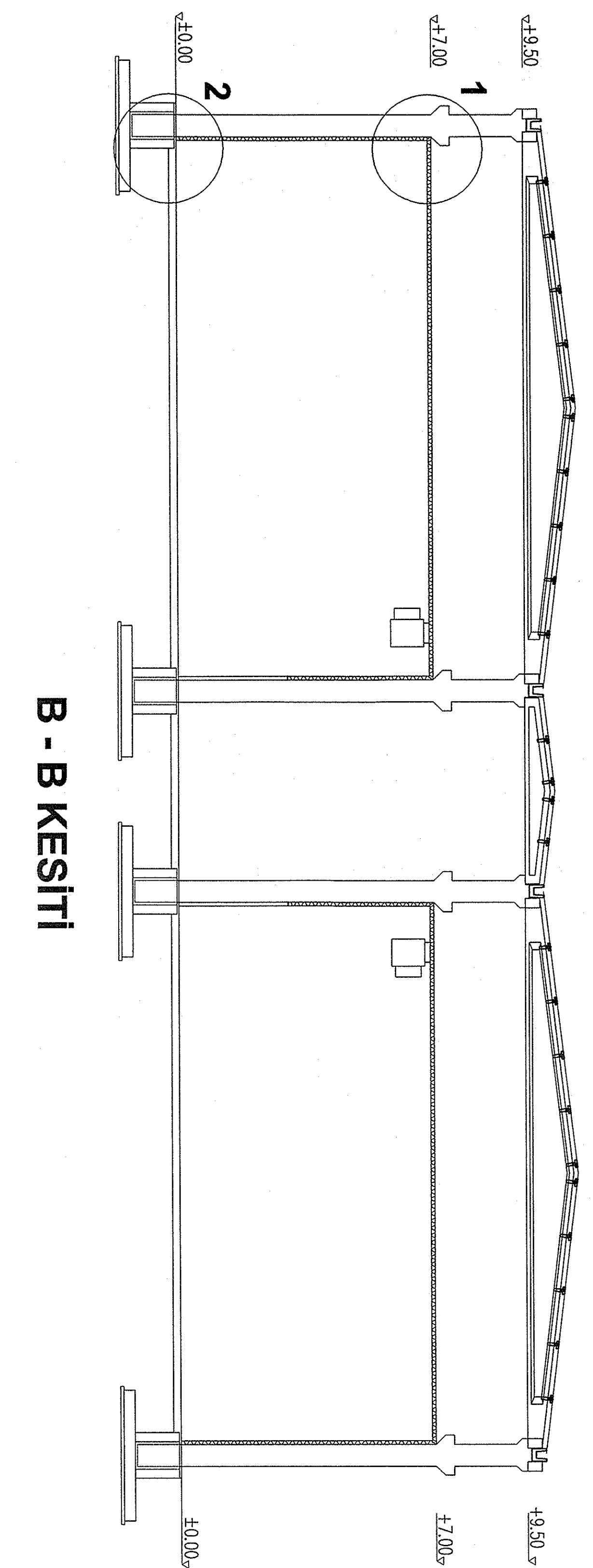
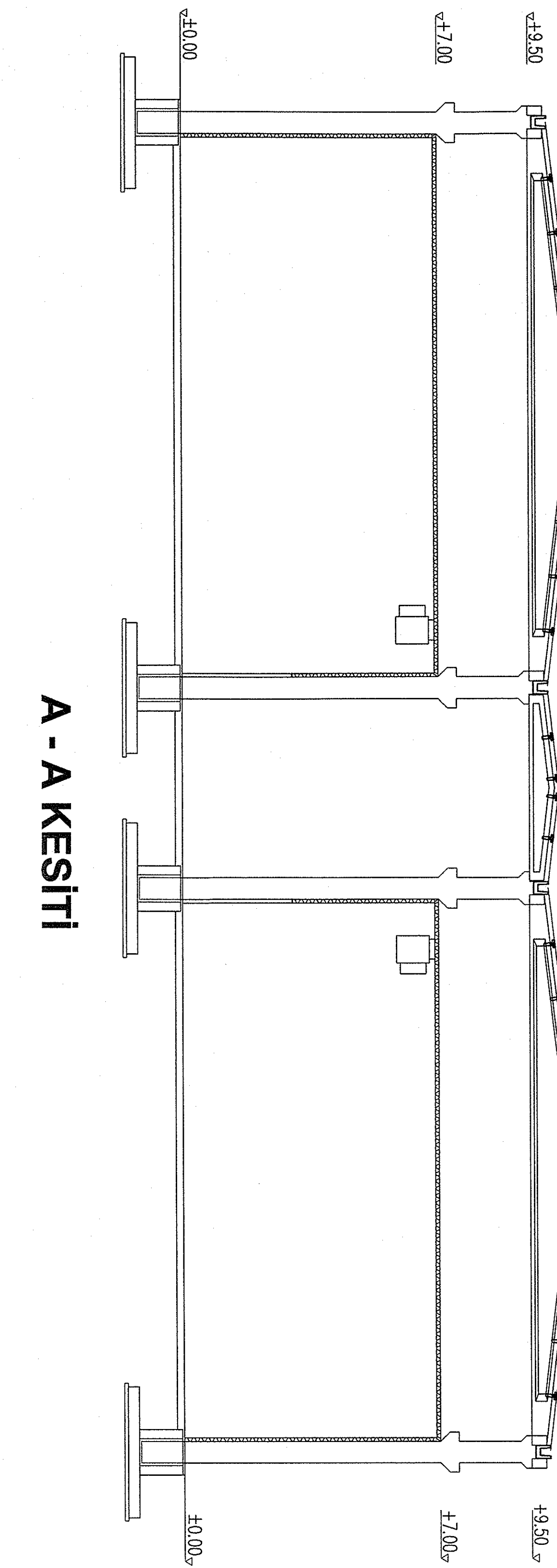
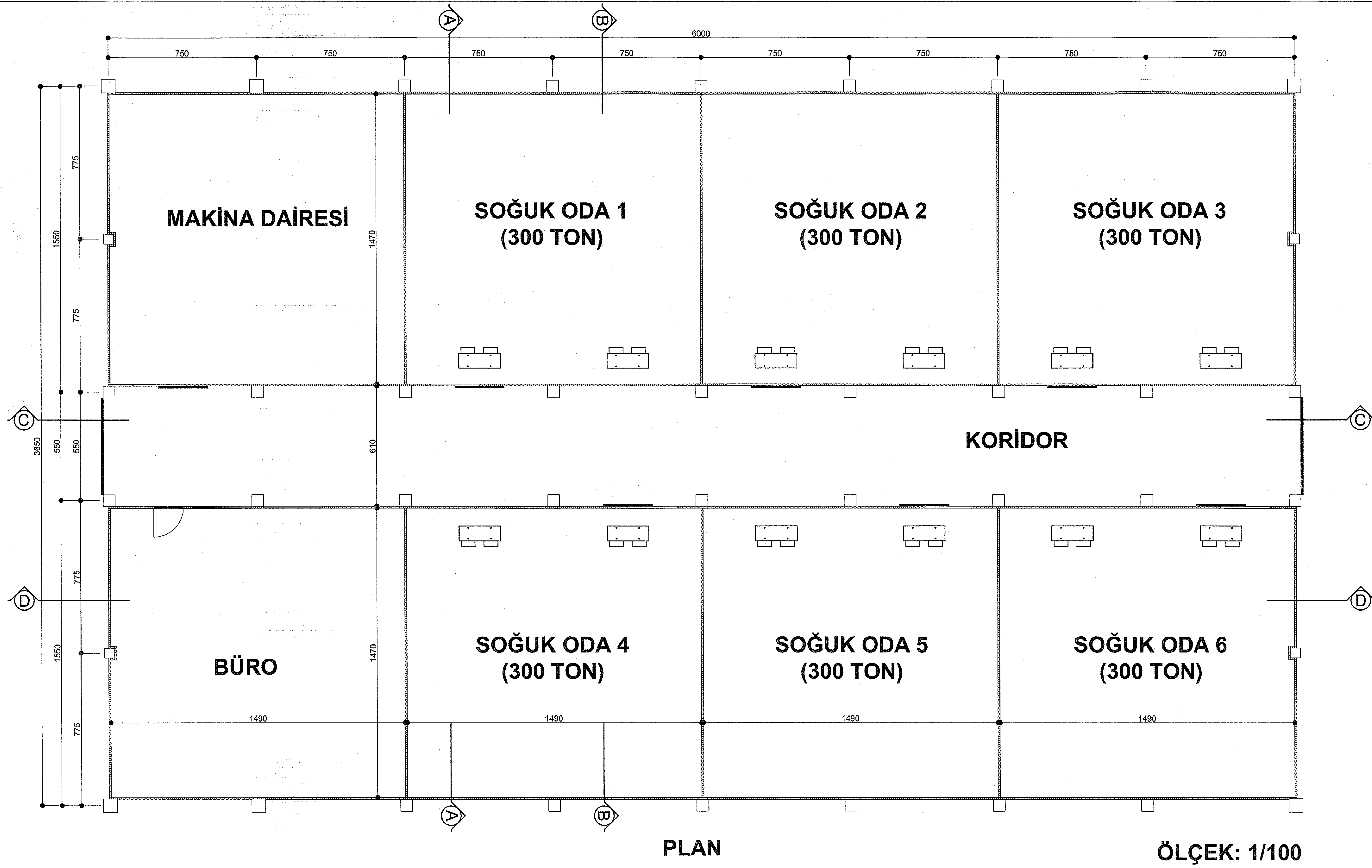
1800 Ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk hava deposu inşaat işleri metraj ve keşfi				
Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması	m ³	1 806	2.55	4 605
Makine ile her derinlikte yumuşak ve sert toprağın kazılması	m ³	3 613	3.26	11 779
430.430.30 cm tekil temeller	adet	28	2 183.00	61 124
520.520.40 cm tekil temeller	adet	8	3 173.00	25 384
320.320.30 cm tekil temeller	adet	4	1 614.00	6 456
50.30 dış bağ hatılları	m	146	45.00	6 570
30.30 iç bağ hatılları	m	246	35.00	8 610
Zemin su izolasyonu	m ²	2 190	2.68	5 870
Aşık kirişi	adet	192	118.00	22 656
Oluk kirişi	adet	32	406.00	12 992
Çatı makası 1	adet	18	1 568.00	28 224
Çatı makası 2	adet	9	400.00	3 600
Orta kolon 1	adet	28	2 963.00	82 964
Orta kolon 2	adet	8	3 928.00	31 424
Cephe kolon	adet	4	1 928.00	7 712
Kazı malzemesinden makina ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m ³	2 362	5.83	13 770
Ocak taşı ile blokaj yapılması	m ³	220	53.28	11 722
Curuf dolgu yapılması	m ³	220	3.76	827
Satın alınan ve beton pompasıyla basılan, basınç dayanım sınıfı C 16/20 (BS 16) olan hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	220	105.06	23 114
10 cm kalınlıkta ekspandepolistren (EPS) köpük ile ısı yalıtımı yapılması ve üzerine bir kat bitümlü karton serilmesi (20 kg/m ³ yoğunluğunda)	m ²	2 196	25.86	56 789
Sera naylonu	m ²	2 244	1.20	2 693
Satın alınan ve beton pompasıyla basılan, basınç dayanım sınıfı C 25/30 (BS 25 B 300) olan hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	225	116.31	26 170
Çelik hasır (Nervürlü) (TS 4559) (m ² ağırlığı 3.01-10,00 kg) (Q221/Q221) (m ² ağırlığı 3.54 kg)	kg	7 772	1.06	8 239
Düz mozaik döşeme kaplaması yapılması	m ²	2 282	22.36	51 026
100 mm poliüretan dolgulu (üst 0.50 mm düz, alt 0.40 mm düz) fabrikasyon rulo boyama sistemi ile boyanmış galvaniz cephe paneli (PU panel) levhalar ile ısı yalıtımlı duvar yapılması	m ²	2 680	80.49	215 714
Özel fırın boyalı alüminyum lameller ile baskı çıtasız asma tavan yapılması ve yerine tespiti	m ²	1 800	35.71	64 278
100 mm poliüretan dolgulu (üst 0.50 mm düz, alt 0.40 mm düz) fabrikasyon rulo boyama sistemi ile boyanmış galvaniz çatı paneli (PU panel) levhalar ile ısı yalıtımlı tavan yapılması	m ²	1 800	80.49	144 882
Çelik veya ön yapımlı betonarme kiriş üzerine 0.50 mm kalınlıkta sıcak daldırma galvanizli oluklu sac ile çatı örtüsü yapılması	m ²	2 842	24.50	69 629
12 no'lu çinko levhadan 110 mm çapında yağmur oluğu yapılması ve yerine tespiti	m	242	31.73	7 679
12 no'lu çinko levhadan 120 mm çapında düşey yağmur borusu yapılması ve yerine tespiti	m	95	21.79	2 070
Demirden kapı, pencere yapılması ve yerine konulması	kg	624	6.51	4 062
1. sınıf beyaz çam kerestesinden kontrplak tablasız camlı iç ve dış kapı kanadı yapılması ve yerine konulması	m ²	2	46.54	93
1. sınıf çam kerestesinden kasa ve pervazlı tek satırlı pencere yapılması ve yerine konulması	m ²	9	77.11	694
TOPLAM				1 023 421

* 2011 yılı birim fiyatları kullanılmıştır.

**Ek 4. 1800 Ton Elma Depolama Kapasitesine Sahip Soğuk Hava Depo Projesi
Metraj ve Keşif Özeti (devam)***

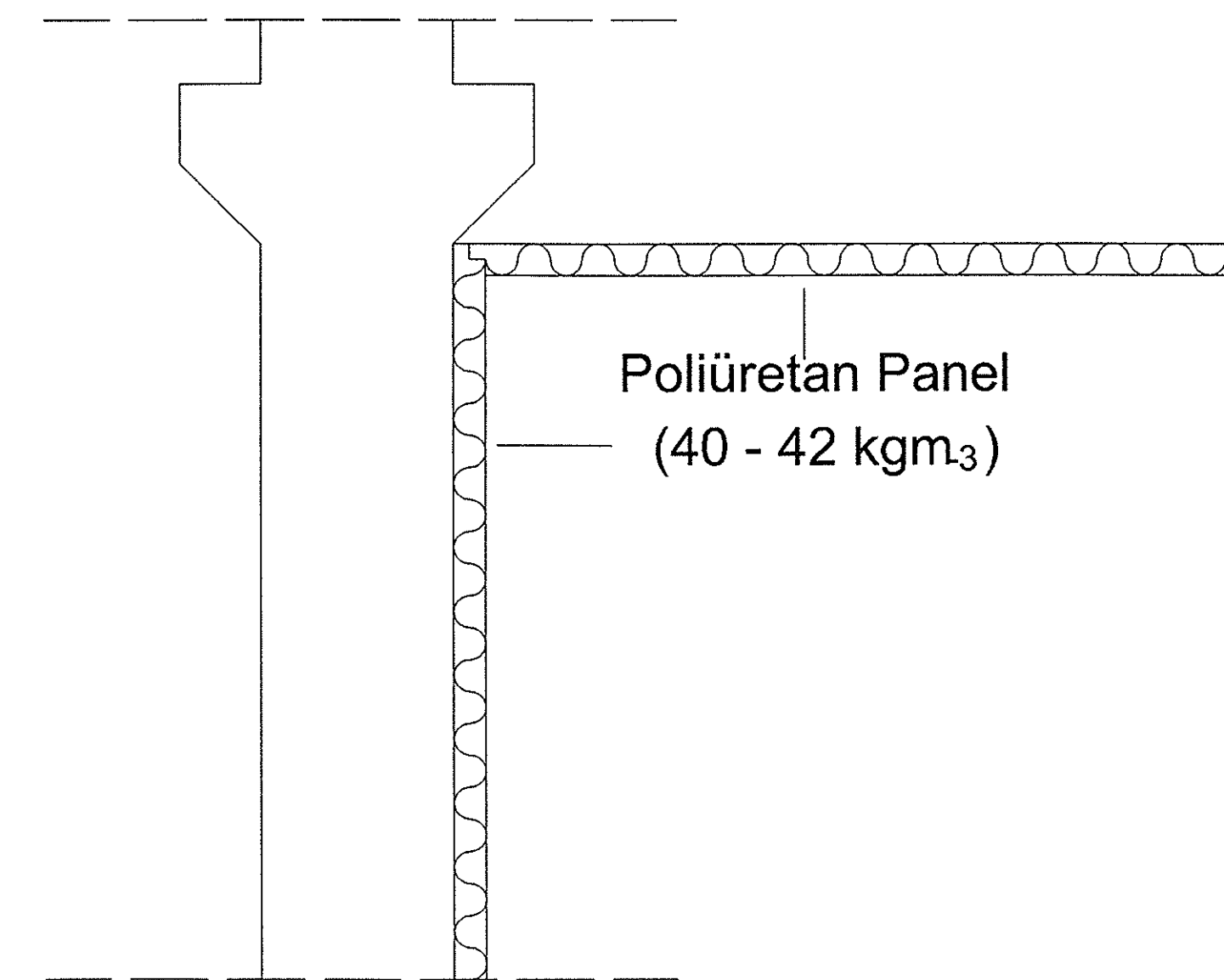
1800 Ton elma depolama kapasitesine sahip soğuk hava deposu soğutma sistemi metraj ve keşfi				
Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
Pistonlu MYCOM N6WA tipi kompresör	adet	1	40 486.00	40 486
Pistonlu MYCOM N4WB tipi kompresör	adet	1	53 616.00	53 616
Amonyak pompaları	adet	2	10 942.00	21 884
Kontrol cihazları (makine dairesi)	set	1	4 924.00	4 924
Evaporatif kondenser	adet	1	32 826.00	32 826
Basınçlı kaplar	adet	2	13 678.00	27 356
Su pompaları	adet	1	2 736.00	2 736
Elektrik kumanda panosu ve kablo tesisatı (makina dairesi)	set	1	15 319.00	15 319
Boru ve tank izolasyonu (makine dairesi)	set	1	7 113.00	7 113
Montaj ve işletmeye alma (makine dairesi)	komple	1	16 413.00	16 413
Amonyak evaporatörleri	adet	12	8 754.00	105 048
Kontrol cihazları –vanalar (soğuk odalar)	set	6	4 487.00	26 922
Amonyak boruları ve fittingsleri	set	6	2 189.00	13 134
Elektrik kumanda panosu ve kablo tesisatı (soğuk odalar)	adet	6	3 010.00	18 060
Boru izolasyonu (soğuk odalar)	adet	6	3 283.00	19 698
Montaj ve işletmeye alma (soğuk odalar)	komple	6	2 189.00	13 134
Gaz sızdırmaz oda kapıları	adet	6	8 863.00	53 178
TOPLAM				471 847
1800 TON ELMA DEPOLAMA KAPASİTESİNE SAHİP SOĞUK HAVA DEPOSU KEŞFİ				1 495 268

* 2011 yılı birim fiyatları kullanılmıştır.



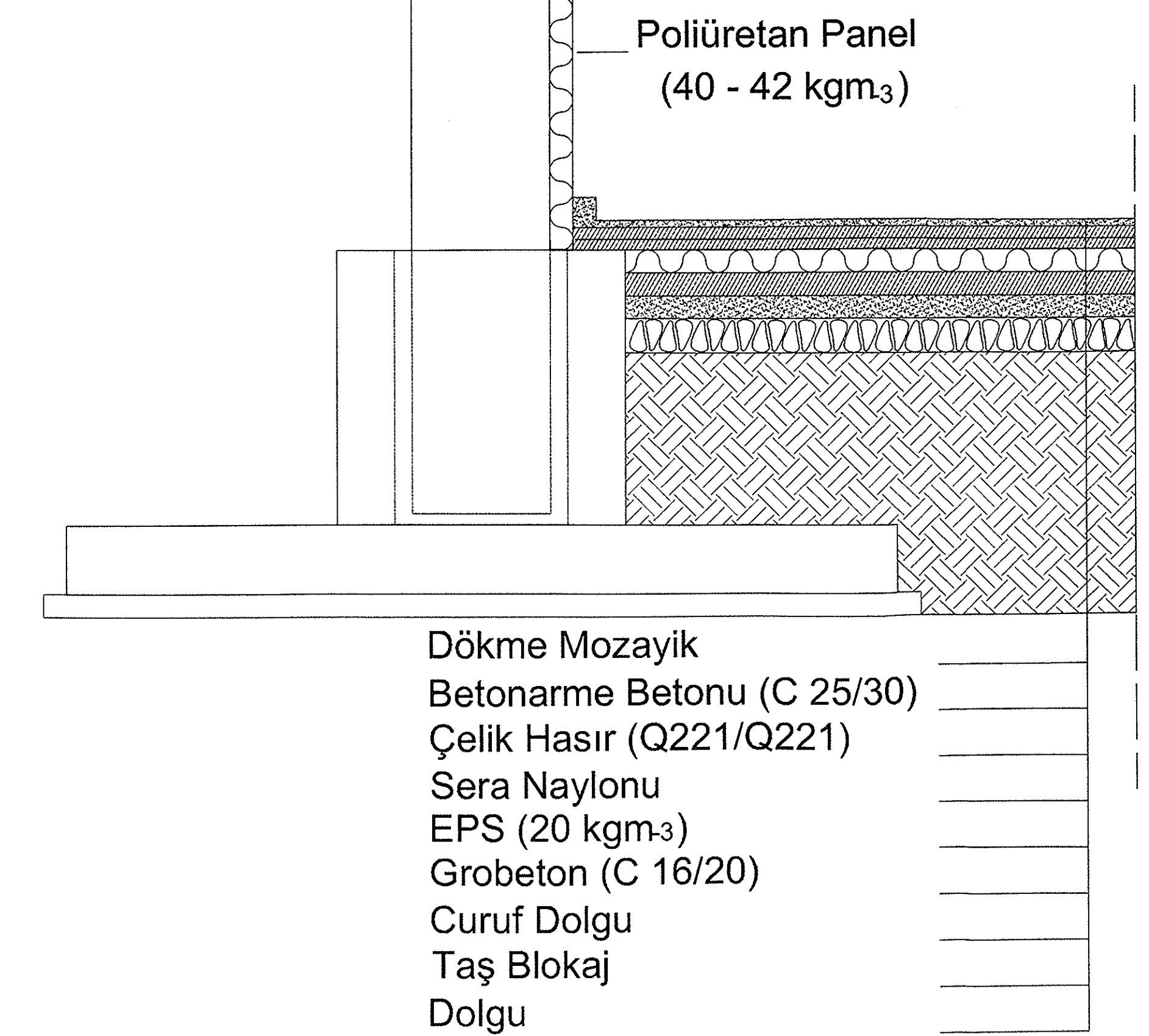
ÖLÇEK: 1/100

DETAY 1

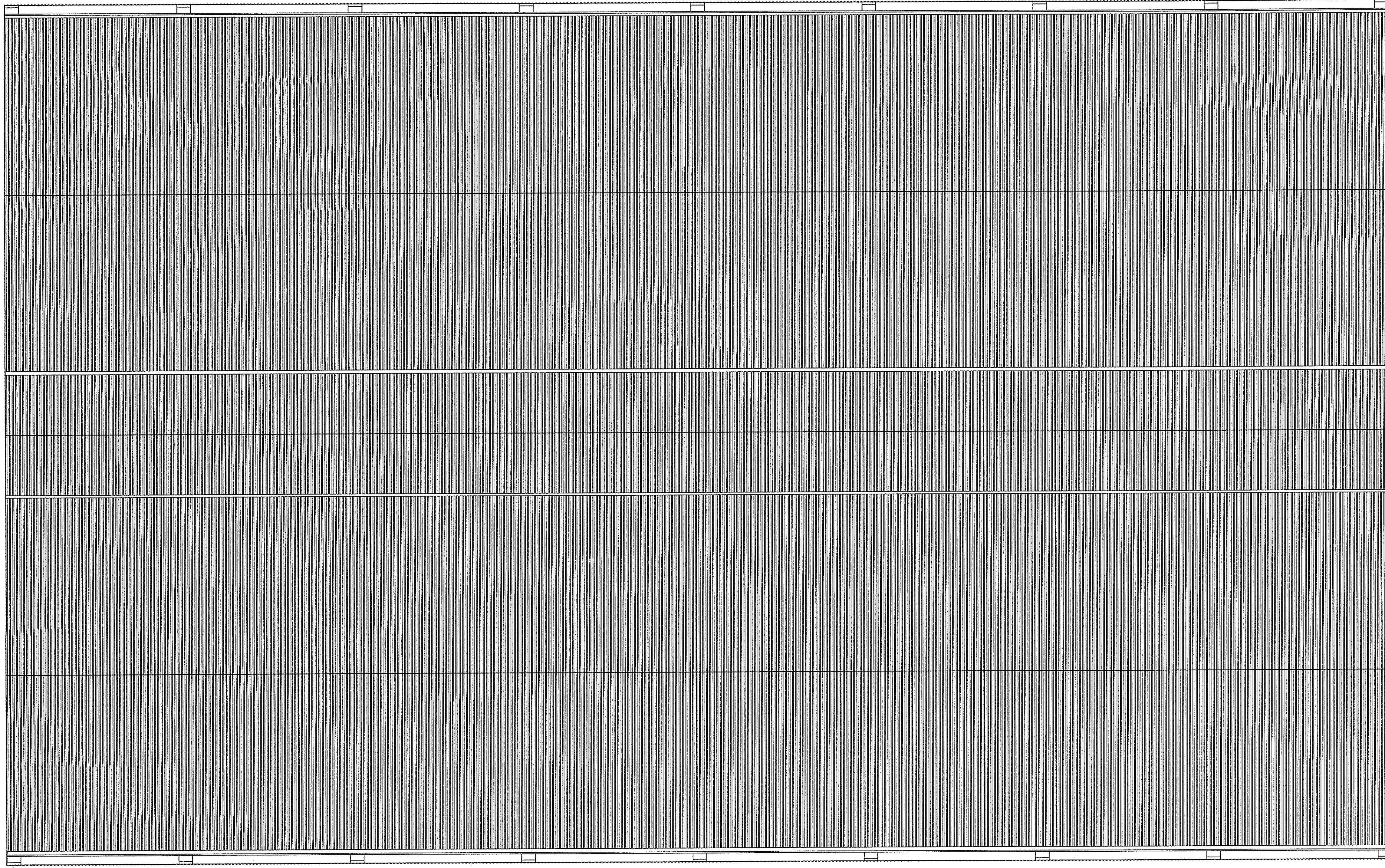


ÖLÇEK: 1/20

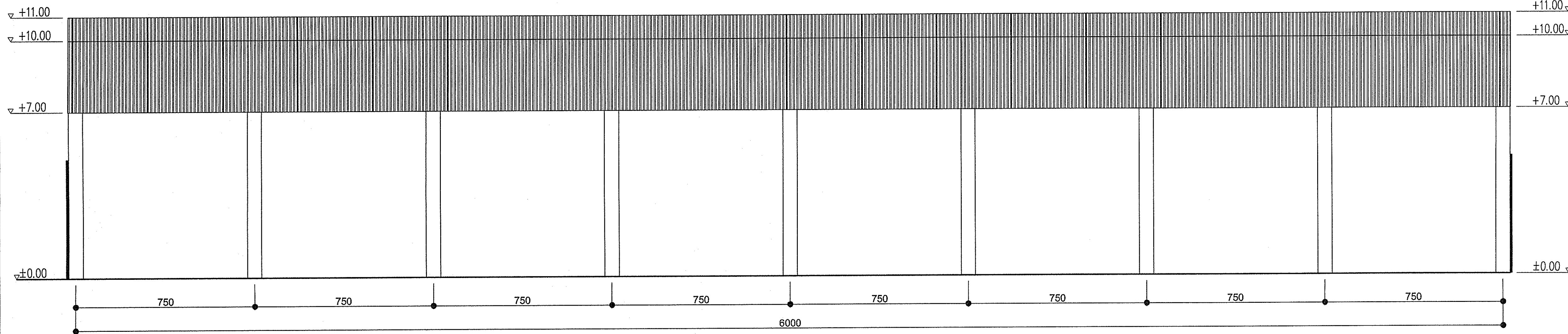
DETAY 2



EK-5
ÖLÇEK: 1/20



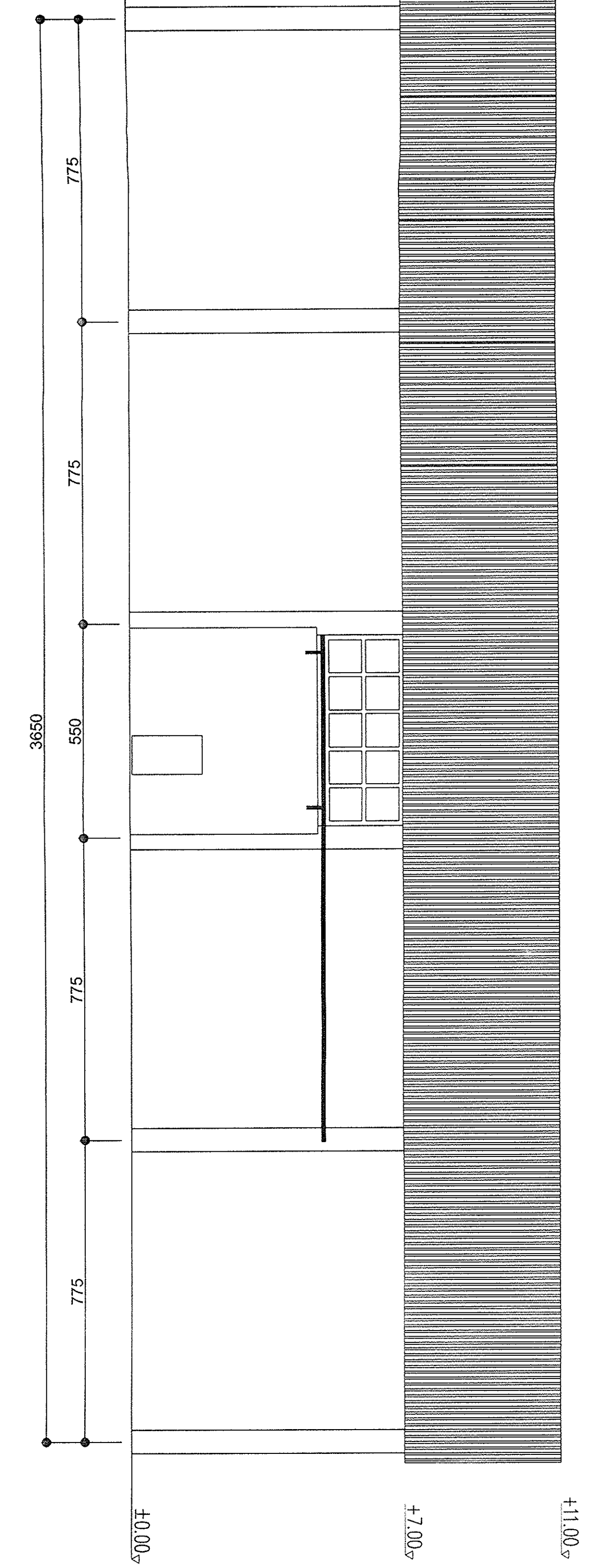
ÜST GÖRÜNÜŞ



SOL YAN GÖRÜNÜŞ

ÖLÇEK 1/100

ÖN GÖRÜNÜŞ



EK-5'in
Devamı