

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TTK'DA UYGULANAN
ÖN GERİLMELİ AHŞAP DOMUZDAMI SİSTEMİ'NİN İNCELENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESMA HACER EVKAYA

TEMMUZ 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TTK'DA UYGULANAN
ÖN GERİLMELİ AHŞAP DOMUZDAMI SİSTEMİ'NİN İNCELENMESİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esmâ Hacer EVKAYA

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Erdoğan KAYMAKÇI

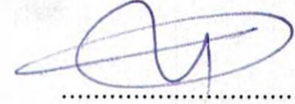
ZONGULDAK
Temmuz 2019

KABUL:

Esma Hacer EVKAYA tarafından hazırlanan “TTK’da Uygulanan Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı Sistemi’nin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 19/07/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erdoğan KAYMAKÇI

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



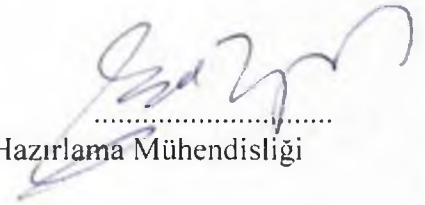
Üye: Prof. Dr. Melih GENİŞ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü



Üye: Prof. Dr. Abdullah Ekrem YÜCE

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölümü



ONAY:

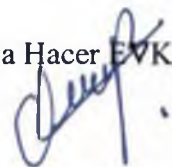
Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım./..../2019



Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Esma Hacer EVKAYA



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TTK'DA UYGULANAN ÖN GERİLMELİ AHŞAP DOMUZDAMI SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Esmâ Hacer EVKAYA

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Erdoğan KAYMAKÇI

Temmuz 2019, 101 sayfa

Domuzdamları ayak arkasını göçertmek için kullanılmakla birlikte, yeraltında çeşitli açıklıkların tahkiminde de büyük yük taşıma kapasitelerinin olması nedeniyle önemli rol oynamaktadır. Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'nda genellikle dönümlü-göçertmeli uzunayak sistemi uygulanmakta olup bu sistemde; domuzdamları ayak arkasını göçertmek amacıyla kullanılmaktadır.

Klasik domuzdamı sistemine alternatif olarak geliştirilen "Göçertmeli Uzunayaklarda Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı (ÖGADD) Projesi" TTK'nda 2007 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Yeni bir domuzdamı tasarımı ve ayak içi tahkimatı olan bu sistem 2007 yılında "Mehmet Kemal Dedeman Araştırma ve Geliştirme Proje Yarışması"nda ödül almıştır.

Çalışmada uzunayak kömür madenciliği ve yeraltında kullanılan tahkimat sistemleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Diğer taraftan ayak içi tahkimat tasarım parametreleri ile domuzdamı hakkında literatür çalışması yapılmıştır. Ayrıca TTK'nda "ÖGADD Sistemi"ne geçilmesinin gerekçelerine değinilmiştir.

ÖZET (devam ediyor)

TTK'da ÖGADD sisteminin incelenmesi amacıyla müesseselerdeki ilgili kişilerle yapılan görüşmeler ve yerinde yapılan inceleme ve gözlemler ışığında; domuzdamlarının söküm aşamalarının klasik sisteme göre daha kısa sürede gerçekleştirildiği, tavan ve taban taşlarının sağlam olması ve ayrıca ayak ilerleme hızının düşük olmaması koşuluyla sistemin istenilen performansı sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Sistemin önemli bir parçası olan hava yastıklarının kuruldukları domuzdamlarında sönümlenmesi, yastığı işlevini yapamayacak hale getirmektedir. Sönümlenen hava yastıkları arıza tespiti yapılması amacıyla yerüstünde bulunan atölyelere gönderilmektedir. Arıza tespitlerinde, hava yastığının üzerindeki herhangi bir delik, yırtık vb. deformasyonların yastığın kullanım dışı kalmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca ayakta üretim amaçlı patlatma yapılması durumunda, hava yastıklarının önlerine hareketli bant perdeler koyulduğu zaman yastık yüzeyinde meydana gelecek deformasyonlar azalmaktadır.

ÖGADD sisteminin istenilen performansta çalışması için ayak ilerleme hızının yüksek olması gerekmektedir. Ayak ilerleme hızının düşük olması durumunda ise domuzdamlarının üzerine gelen yükler artmaktadır.

ÖGADD sisteminin bir diğer elemanı olan hazır ahşap domuzdamı malzemelerinin buharlama işlemine tabi tutulması, malzemenin dayanımlarını düşürmekte ve kolay kırılmasına sebep olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: domuzdamı, hava yastığı, uzunayak madenciliği, tahkimat, ön gerilme.

Bilim Kodu: 607.01.00

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

Investigation of The System of Pneumatic Pre-Stressed Timber Crib Applied In TTK

Esma Hacer EVKAYA

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering**

Thesis Advisor: Dr. Erdoğan KAYMAKÇI

July 2019, 101 pages

Although the timber cribs are used to collapse the back of the longwall, they also play an important role in the support of various cavities because of their large load carrying capacities. Retreat longwall caving method has generally been applied in underground mines in Turkish Hard Coal Enterprise (TTK). In this system; timber cribs have been used to caving to the roof behind longwall exploitation face.

Pre-Stressed Timber Crib Project developed as an alternative to classical timber crib was started to be applied in 2007 in TTK. This system, which has a new timber crib design and in-face supporting, was awarded in the “Mehmet Kemal Dedeman Research and Development Project Competition in 2007.

This study includes information about support system used in underground and also longwall coal mining. On the other hand, a literature study has been carried out about parameters of face support design and given common information about timber cribs. In addition, the reasons for the transition to the “Pre-Stressed Timber Crib System” have been mentioned.

ABSTRACT (continued)

In the light of on-site examinations and observations and the interviews with relevant workers in TTK for the purpose of the investigate of ÖGADD system in TTK; it was concluded that dismantling stages of timber cribs were performed in a shorter time compared to the classical system and also the system would provide the desired performance providing that the roof and floor rock were solid and the digging speed was not slow. When the airbags, an important part of the system, were deflated where located in the timber cribs, they became unable to function. The deflated airbags have been sent to the workshops located on the surface to diagnose defect on the airbag. In case of fault finding, it was observed that any holes and tears etc. on the airbag have caused the it out of use. Furthermore, in case of blasting for coal production in the face, deformations on the surface of the airbag were reduced when moving band curtains were placed in front of the airbags.

The digging speed must be high in order to operate the ÖGADD system at desired performance. The loads on the timber cribs increase in case of low digging speed.

The evaporation of ready-made timber crib materials which are another element of the ÖGADD system reduces the strength of the material and causes it to break easily.

Keywords: timber crib, lifting bag, longwall mining, roof support, pre stress.

Science Code: 607.01.00

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresinde desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle yapmış olduğu değerli katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Erdoğan Kaymakçı'ya, bu tezi yapmama olanak sağlayan Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü'ne, Bölüm Başkanı ve aynı zamanda tez sınavımda jüri üyeliği yapan Sayın Prof. Dr. Melih Geniş'e, ve tez sınavımda jüri üyeliği yapan İ.T.Ü. Cevher Hazırlama Mühendisliği Bölümünden Sayın Prof. Dr. Abdullah Ekrem Yüce'ye, değerli bilgilerini benimle paylaşan ve yol gösteren Sayın Prof. Dr. Tuğrul Ünlü'ye, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin Çakır'a, TTK verilerinden faydalanmam konusunda izinlerinden dolayı TTK Genel Müdürü Sayın Kazım Eroğlu'na, Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ercan Gebeş'e, Genel Müdür Yardımcısı Sayın İsmail Güner'e, İşletmeler Dairesi Başkanı Tefvik Baş'a ve Personel Dairesi Başkanlığı görevinde bulunan Cengiz Kılıç'a, İşletmeler Dairesi Başkanlığında; bilgi ve tecrübelerini paylaşan Üretim Planlama ve İzleme Şube Müdürü Sinan Eren'e, Hizmet Alım Şube Müdürü Mehmet Tatlısöz'e, Çevre Şube Müdürü Rahmi Üder'e, Üretim Planlama ve İzleme Başmühendisi (emekli) Ayşegül Ceylan'a, Tasman ve Plan Bürosu Başmühendisi Yaşar Uzunkavaklı Eren'e ve yardımlarından dolayı Orman Mühendisi Kadir Şahin Başkal'a, Maden Mühendisi Bülent Egeli'ye ve Çevre Mühendisi Tülay Yiğit'e, çalışmanın hemen hemen her aşamasında büyük bir özveri ve sabırla katkı sunan İşletmeler Dairesi Başkanlığı Üretim Planlama ve İzleme Başmühendisi Kamil Şenol'a, TTK Kütüphanesinden faydalanmamda yardımcı olan Etüd, Plan-Proje ve Tesis Dairesi Başkanlığı Yatırım İşleri Şube Müdürü Semahat Karaçam'a, APK Dairesi Başkanı Strateji Geliştirme ve İstatistik Şube Müdür Vekili Sevgican Kuyumcu'ya, bilgi ve tecrübelerini özveri ile paylaşan Makine İkmal Dairesi Başkanlığı Muayene ve Tesellüm İşleri Şube Müdürü Beytül Coşkun'a, Karadon Tim Gelik İşletme Müdürü Cüneyt Yamudi'ye, Elektromekanik Başmühendisi Birkan Tank'a, Üretim Başmühendisi Batuhan Türkyaşar'a, Üretim Mühendisi Sedat Kapancı'ya, 1. Ocak Mühendisi Murat Karagül'e, Vardiya Mühendisi Bayram Türker'e ve Atölye çalışanlarına, Kozlu TİM Müdürü Nurettin Yılmaz'a, Müdür Yardımcısı Faik Alp ve Nusret Uzungüngör'e İş Sağlığı Güvenliği Başmühendisi Erhan Keçelioğlu'na, 5.Ocak Mühendisi Erdal Akgünoğlu'na, Makine Mühendisi Suat Alhan'a, Kozlu Plan Bürosu ve Atölye çalışanlarına,

TEŞEKKÜR (devam ediyor)

Üzülmez TİM İşletme Müdürü Müjdat Birol'a, Üretim Başmühendisi Salim İpşir'e, Amasra TİM İş Sağlığı, Güvenliği ve Eğitim Şube Müdür Vekili Selçuk Ekmekçi'ye, Armutçuk Müessese Müdürü Ali Hekim'e, İşletme Müdürü Orhan Çelik'e, 1. Ocak Mühendisi Muharrem Ünal'a, 3.Ocak Mühendisi Fatih Zere'ye, Maden mühendisi Nihat Abaş'a, 2.Ocak Mühendisi Eşref Kültür'e, Çağ-Tek firması çalışanı Gülçin Bozkurt'a, ve Türkeli Yapı Ahşap ve Nakliye San. Tic. Ltd. Şti. Satış Sorumlusu Beykan Özsoy'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her koşulda desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, tecrübelerini benimle paylaşan sevgili babam Makine Mühendisi Abdulkadir Evkaya'ya, bilgisayar konusunda problemlerimi çözüme kavuşturan Elektrik Teknisyeni kardeşim Adem Fatih Evkaya'ya, tez yazımında destek olan kardeşim Halime Sultan Evkaya'ya, Gazi Üniversitesi Kütüphanesinden yaralanmamda emeği geçen kardeşim Ayşe Betül Evkaya'ya ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Saide Kanat, Melis Esra Karasu, Seren Tomar ve Sait Mulbay'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 KONUNUN ÖNEMİ VE ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
1.2 TEZİN KAPSAMI	2
BÖLÜM 2 UZUNAYAK KÖMÜR MADENCİLİĞİ	3
2.1 UZUNAYAKLARDA TAHKİMAT TASARIM PARAMETRELERİ	4
2.1.1 Genel Bilgiler	4
2.1.2 Uzunayakta Tabakaların Davranışı ve Tabaka Kontrolü.....	5
2.1.2.1 Yalancı Tavan	5
2.1.2.2 Ana Tavan	8
2.1.2.3 Konverjans	8
2.1.2.4 Ortalama Yük Yoğunluğu	12
2.1.2.5 OYY'ye Etki Eden Faktörler.....	12

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.1.2.6 Tabaka Denetimine Etki Eden Faktörler ve Parametreler.....	13
2.1.3 Uzunayak Çevresindeki Gerilmeler.....	13
2.2 BİR UZUNAYAKTA UYGULANAN TAHKİMAT SİSTEMLERİ.....	14
2.2.1 Ahşap Tahkimat.....	14
2.2.1.1 Arına Paralel Ahşap Tahkimat.....	15
2.2.1.2 Arına Dik Ahşap Tahkimat.....	17
2.2.2 Çelik Tahkimat.....	19
2.2.2.1 Direk-Çelik Sarma Tahkimat Sistemleri.....	20
2.2.3 Yürüyen Tahkimat Üniteleri (YTÜ'ler).....	20
2.2.3.1 Çerçeve Tipi YTÜ'leri.....	21
2.2.3.2 Domuzdamı Tipi YTÜ'leri.....	21
2.2.3.3 Kalkan Tipi YTÜ'leri.....	22
BÖLÜM 3 DOMUZDAMLARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	23
3.1 DOMUZDAMI TÜRLERİ.....	23
3.1.1 Ahşap Domuzdamları.....	24
3.1.2 Beton Domuzdamları.....	25
3.1.3 Madeni Domuzdamları.....	26
3.1.4 Özel Türler.....	27
3.2 UYGULAMA ALANLARI.....	28
BÖLÜM 4 ÖN GERİLMELİ AHŞAP DOMUZDAMI (ÖGADD) TAHKİMAT SİSTEMİ..	31

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1 HAZIR AHŞAP DOMUZDAMI (HDD) MALZEMESİNİN BOYUTLARI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ	31
4.1.1 Hazır Ahşap Domuzdamı Malzemesinin Buharlama İşlemi	34
4.2 HAVA YASTIĞI	36
4.3 MANOMETRE	40
4.4 ÖGADD SİSTEMİNİN KURULUM VE SÖKÜM AŞAMALARI	41
4.4.1 Sistemin Kurulum Aşamaları	41
4.4.2 Sistemin Söküm Aşamaları	44
4.5 ÖGADD SİSTEMİNİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ	44
4.6 TTK'DA KULLANILAN HAVA YASTIKLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	47
4.7 ÖN GERİLME YASTIKLARININ ARIZA VE KULLANIM DIŞI KALMA SEBEPLERİ	50
4.7.1 Hava Yastıklarının Sönümlenmesi	51
4.7.2 Hava Yastıklarında Hortum Problemi	53
4.7.3 Hava Yastıklarında Nipel Bağlantı Problemi	54
4.7.4 Hava Yastıklarının Balonlaşma Yapması	55
4.8 TTK KARADON TİM ÖGADD SİSTEMİNİN İNCELENMESİ	56
4.8.1 Gelik İşletme Müdürlüğünde Uygulanan Mevcut Ayak İçi Tahkimat Üniteleri	56
4.8.2 Karadon 1. Ocak Acılık Doğu Panosu	58
4.8.3 Acılık Doğu Ayakta Hava Yastıklarına Gelen Yüklerin Ölçülmesi	59

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.9 TTK KOZLU TİM ÖGADD SİSTEMİNİN İNCELENMESİ	62
4.9.1 Kozlu TİM’de Uygulanan Mevcut Ayak İçi Tahkimat Üniteleri	63
4.9.2 Kozlu 5. Ocak Acılık Doğu Panosu	64
4.9.3 Kozlu 5. Ocak Acılık Doğu Ayakta Yapılan İnceleme.....	65
4.10 TTK’DA HAVA YASTIKLARININ YILLARA GÖRE KULLANIMI	66
4.10.1 TTK Karadon TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı	67
4.10.2 TTK Kozlu TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı	68
4.10.3 TTK Üzülmez TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı	68
4.10.4 TTK Armutçuk TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı	69
4.10.5 TTK Amasra TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı	69
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR.....	75
BİBLİYOGRAFYA	79
EK AÇIKLAMALAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 İlerletimli ve dönümlü uzunayak plan görünüşü.....	4
Şekil 2.2 Damar eğimine ve doğrultusuna göre uzunayak çalışma şekilleri.....	4
Şekil 2.3 Ana ve yalancı tavan tabakalarının sıralanışı	5
Şekil 2.4 Duraysız yalancı tavanın şematik görünümü	6
Şekil 2.5 Yarı duraylı yalancı tavanın şematik görünümü	6
Şekil 2.6 Ayak arkasında kemer oluşturan duraylı yalancı tavan	7
Şekil 2.7 Blok halinde göçme gösteren duraylı yalancı tavanın şematik görünümü.	7
Şekil 2.8 Kolay göçmeyen duraylı yalancı tavan	8
Şekil 2.9 Ayaklardaki konverjansın şematik görünümü	9
Şekil 2.10 Tipik konverjans eğrisi	9
Şekil 2.11 Konverjansın günlük ilerlemeye oranının derinlik ile değişimi	10
Şekil 2.12 Konverjansın damar kalınlığı ile değişimi	11
Şekil 2.13 Ayak arkası dolgusunun ayak konverjansına etkisi	11
Şekil 2.14 Arına paralel uzunayak tahkimat sistemi	15
Şekil 2.15 Arına paralel uzunayağın enine kesiti	15
Şekil 2.16 Arına paralel uzunayağın boyuna kesiti	16
Şekil 2.17 Arına paralel uzunayakta vardiya başı kazı	16
Şekil 2.18 Arına paralel uzunayakta vardiya ortası lata tahkimatı	16
Şekil 2.19 Arına paralel uzunayakta vardiya sonu	17
Şekil 2.20 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın plan görünümü	18
Şekil 2.21 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın enine kesiti (A-B)	18
Şekil 2.22 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın boyuna kesiti (C-D)	18
Şekil 2.23 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde arında kazı ve tahkimat	19
Şekil 2.24 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde potkapaç makineli kazı	19
Şekil 2.25 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde potkapaç makineli kazı	19
Şekil 2.26 Ayak çelik tahkimatı plan ve enine kesit görünümü	20
Şekil 2.27 Çerçeve Türü YTÜ'ler	21

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.28 Domuzdamı türü YTÜ'ler.....	22
Şekil 2.29 Kalkan türü YTÜ'ler	22
Şekil 3.1 Tipik ahşap domuzdamları.....	24
Şekil 3.2 Çok direkli ahşap domuzdamları	24
Şekil 3.3 Hercules™ ve Link-N-Lock™ tipi ahşap domuzdamları.....	25
Şekil 3.4 Beton Domuzdamı Türleri.....	25
Şekil 3.5 Madeni domuzdamları	26
Şekil 3.6 Özel tip domuzdamı örnekleri.....	27
Şekil 3.7 Domuzdamının arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayakta ayak arkasının göçertilmesinde kullanımı.....	28
Şekil 3.8 Domuzdamlarının uzunayakta taban yolu kenar takviyesi olarak kullanımı.....	28
Şekil 3.9 Domuzdamlarının ABD uzunayak madenciliğinde üst tabanyollarında kullanımı.....	29
Şekil 3.10 Domuzdamlarının galerilerde (a) ve uzunayaklarda (b) oluşan göçük boşluklarının doldurulmasında kullanımı.....	29
Şekil 4.1 Klasik ahşap domuzdamı malzemesinin hızarda kesilmiş halinin şematik görünümü.....	32
Şekil 4.2 HDD boyutları.....	33
Şekil 4.3 HDD malzemesinin tomruktan kesilerek hazırlanması ile ilgili şematik görünüm..	34
Şekil 4.4 ÖGADD sistemi ve boyutları.....	34
Şekil 4.5 HDD malzemesine buharlama işlemi yapılmadan önceki ve sonraki hali.....	35
Şekil 4.6 HDD malzemesinde meydana gelen çatlama ve mantar oluşumu.....	37
Şekil 4.7 Hava yastıklarının kullanım amaçları	37
Şekil 4.8 Hava yastıklarının kullanım yerleri.....	38
Şekil 4.9 Vetter marka V 68 tipi hava yastığının görünümü.....	39
Şekil 4.10 Vetter marka hava yastıklarının Modellere göre şişme yüksekliği taşıma kapasitesi grafiği.....	39
Şekil 4.11 Basınç ölçümünde kullanılan manometre.....	40
Şekil 4.12 TTK ocaklarında kullanılan ÖGADD sistemi	41
Şekil 4.13 Sıktırma Hava Yastıklı Domuzdamının Yandan Görünüşü.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.14 Kurulumu yapılan domuzdamının görünümü ve yastık koruyucu takozların kullanımı.	42
Şekil 4.15 Kazı öncesi, sonrası ve emniyet domuzdamı kurulumu.	43
Şekil 4.16 Kazı sonrası tavanda boşluk oluşması ve oluşan boşluğun doldurulmuş hali	44
Şekil 4.17 ÖGADD sisteminin Sistemin Kozlu Sulu Panoda kurulum aşamaları	45
Şekil 4.18 Hacımemiş Batı Panosunda domuzdamlarına gelen maksimum, minimum ve ortalama yükler.	47
Şekil 4.19 Sava marka hava yastığına ait aramid doku ve hava yastığının kauçuk tabakası ile aramid tabakasının görünümü.50	
Şekil 4.20 Hava yastığı hortum kısmı ve emniyet valfi.	51
Şekil 4.21 Sava marka hava yastığına ait hortumda meydana gelen yarıлма.	52
Şekil 4.22 Hava yastıklarında meydana gelen deformasyonlar.	52
Şekil 4.23 Şişirilmiş hava yastığının su ile kontrolü.	53
Şekil 4.24 Hava yastıklarının hortum kısmının sızdırmazlık testi ve emniyet valfinin ayarlanması.	54
Şekil 4.25 Hava yastığının nipel kısmının çatlaması.	54
Şekil 4.26 Çağ-Tek marka hava yastığının nipel bağlantısı.	55
Şekil 4.27 Hava yastıklarında meydana gelen balonlaşma arızası.	55
Şekil 4.28 Ayakta tahkimatların plan görünümü.	57
Şekil 4.29 Ayak tahkimatının kesit görünümü.	58
Şekil 4.30 Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayak planı.	59
Şekil 4.31 Acılık Doğu Ayak'taki ölçüm yapılan domuzdamlarının ocak planında gösterimi.	61
Şekil 4.32 Acılık Doğu Ayak'taki ölçüm yapılan domuzdamlarının ayak kesitinde gösterimi.	61
Şekil 4.33 Karadon T.İ.M. Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayak Max., Min. ve Ortalama Yük Grafiği.	62
Şekil 4.34 TTK Kozlu TİM 5. Ocak Acılık Doğu Ayak planı.	65
Şekil 4.35 TTK genelinde hava yastığının yıllara göre fiili kullanımını ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	66

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.36 Karadon TİM’ de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	67
Şekil 4.37 Kozlu TİM’ de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	68
Şekil 4.38 Üzülmöz TİM’ de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	69
Şekil 4.39 Armutçuk TİM’ de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	70
Şekil 4.40 Amasra TİM’ de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 Bazı ağaç cinslerinin eğilme ve kesme dirençleri	33
Çizelge 4.2 Vetter marka hava yastıklarına modellerine göre teknik özellikler	33
Çizelge 4.3 2017 yılına kadar TTK'da kullanılan hava yastıklarının teknik özellikleri	40
Çizelge 4.4 Kozlu ve Karadon Müesseselerinde sistemin kullanıldığı panolara dair jeolojik özellikler.....	45
Çizelge 4.5 Karadon TİM 1. Ocak Hacımemiş Batı Ayak'ta domuzdamlarına gelen yükler.	46
Çizelge 4.6 2006-2017 Yılları arasında yapılan TTK tarafından yapılan ihalelerin Teknik Şartnamelerinde bulunan özellikler.	48
Çizelge 4.7 2006-2017 tarihleri arasında TTK'nın satın aldığı hava yastıklarının markaları ve adetleri.....	50
Çizelge 4.8 Karadon T.İ.M. Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayakta Domuzdamlarından ölçülen yükler.	63

EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
EK A Hava Yastıklarının Çalışma Basıncının Hesabı.....	79
EK B Hacımemiş Batı Ayakta Domuzdamlarına Gelen Yükler	81

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

ZBEÜ	: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
HDD	: Hazır Ahşap Domuzdamı
OYY	: Ortalama yük yoğunluğu
ÖGADD	: Ön gerilmeli ahşap domuzdamı
TİM	: Taşkömürü İşletme Müessesesi
TS EN	: Türk Standartları Avrupa Normu
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
YTÜ	: Yürüyen Tahkimat Ünitesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yeraltı kömür madenciliğinde geniş bir uygulama alanına sahip olan uzunayak üretim yöntemi, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'nda hemen hemen bütün panolarda uygulanmaktadır. Kurumda uzunayak üretim yöntemi genellikle dönümlü olmak üzere, ilerletimli olarak da gerçekleştirilmektedir. Tahkimat sistemi olarak genelde ahşap kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra hidrolik direk-çelik sarma tahkimat sistemi de uygulama alanına sahiptir.

Son dönemlerde TTK, gerek üretim miktarını artırmak gerekse işçi eksikliğinden kaynaklanan sorunları çözmek amacıyla mekanizasyona geçiş çalışmalarına hız kazandırmıştır. Buna bağlı olarak yürüyen tahkimat ünitelerinin kullanıldığı, kazı işleminin ise klasik yöntemlerle yapıldığı yarı veya esnek mekanize olarak adlandırılan sistem uygulanmaya başlamıştır. Kurumun bazı işletmelerinde tam mekanize kazı sistemi de zaman zaman uygulama alanı bulmuştur.

Bu bölümde yazılan tez konusunun önemi, amacı ve kapsamı sunulacaktır.

1.1 KONUNUN ÖNEMİ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın ana konusu olan “domuzdamları” yeraltında uzunayak tahkimat sistemlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Genellikle ayak arkasını göçertmek için kullanılmakla birlikte yeraltında çeşitli açıklıkların tahkimi sırasında büyük yük taşıma kapasitelerinin olması nedeniyle domuzdamları önemli rol oynamaktadır. TTK'da yaygın bir şekilde uzunayak üretim sistemi, arına paralel ahşap tahkimat şeklinde uygulanmakta olup bu sistemde; ayak arkasını göçertmek için arına paralel domuzdamları, sıkıtırma takozları ile tavana iyice sıkıştırılarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; TTK'da klasik domuzdamı sistemine alternatif olarak geliştirilen ve yaklaşık 12 yıldır kullanım alanına sahip Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı (ÖGADD) sisteminin uygulanabilirliği hakkında araştırmalar yaparak elde edilen veriler ışığında sistemin

avantaj ve dezavantajlarını tespit edip madencilik sektörüne sağlayacağı katkıları sunmaktır.

1.2 TEZİN KAPSAMI

Çalışmada uzunayak kömür madenciliği ve yeraltında kullanılan tahkimat sistemleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Diğer taraftan ayak içi tahkimat tasarım parametreleri ile domuzdamı hakkında literatür çalışması yapılmış olup TTK’da “ÖGADD Sistemi”ne geçilmesinin gerekçelerine değinilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde; TTK’ya bağlı Müesseselerdeki ilgili kişilerle görüşmeler yapılarak sistemin uygulama aşamaları gözlemlenmiş, yerinde yük ölçümleri yapılmış ve sistemin kullanılmaya başlanmasından itibaren yaşanan sorunlar incelenerek çözüm önerileri sunulmuştur.

BÖLÜM 2

UZUNAYAK KÖMÜR MADENCİLİĞİ

Uzunayak kömür madenciliği, yer altında geniş bir uygulama alanına sahiptir. Özellikle Avrupa madenciliğinde gelişmiş ve mekanize sistemlerin uygulanmaya başlanmasıyla dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir üretim yöntemi haline gelmiştir (Yetkin 2016).

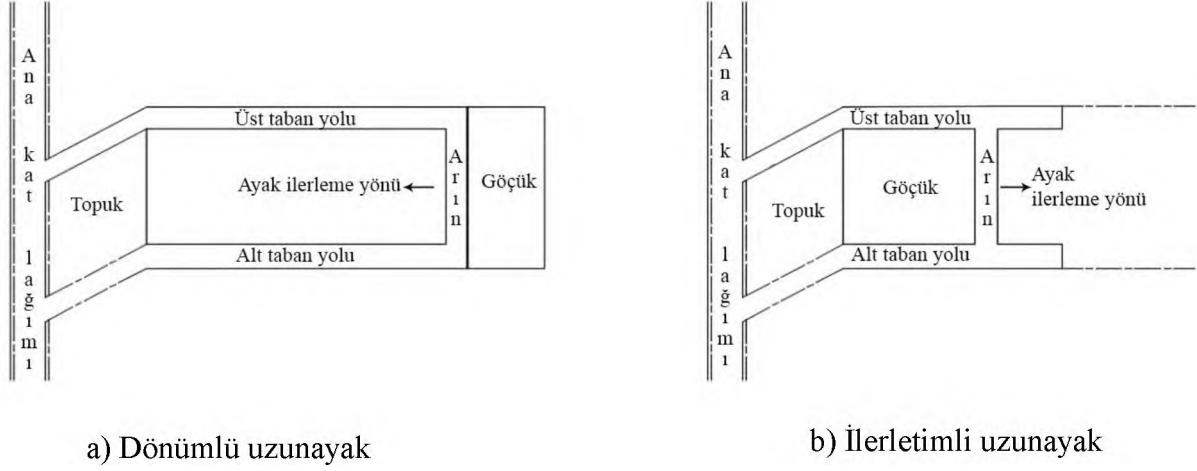
Uzunayak yöntemi; yeraltı madenciliğinde (kömür veya metal), iki damar içi galerisi arasında kalan, uzun ve doğrusal bir alan boyunca cevherin üretildiği bir yöntem olarak adlandırılmaktadır (Yetkin 2016).

Uzunayak üretim yönteminde panolar genellikle kare veya dikdörtgen şeklindeki damar kesimleri halinde hazırlanmaktadır. Kömür kazısının yapıldığı yüzey, “arın” ya da “ayna” olarak adlandırılmaktadır. Tavanı tahkimat ile tutulan ve “ayak” adı verilen bu yüzeyde yapılan işler, kazı, nakliye ve dolgunun yapılması veya göçertmeli çalışmada, tahkimatın öne alınması ve ayak arkasının göçertilmesi olarak sıralanabilir. Nakliye aracının uzunluğu, kazı yapılan yerin uzunluğu kadar olup ayağın uzunluğu da bu uzunluğa eşittir (Ünver 1992).

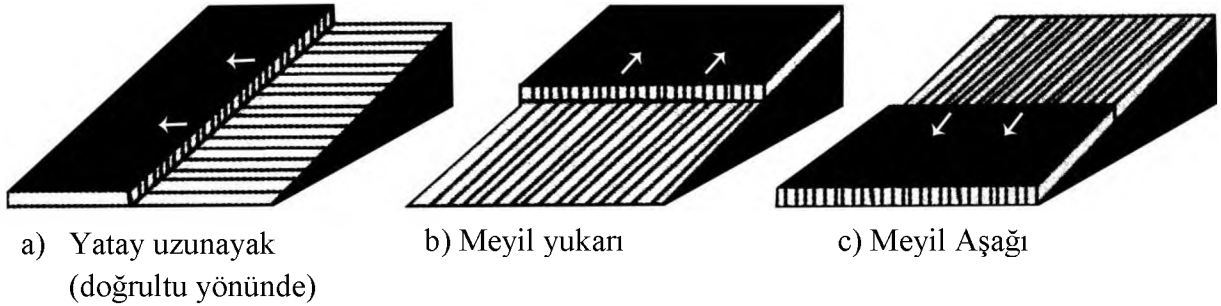
Arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayak yönteminde iki sarma arasında kalan mesafe “have” olarak tanımlanır. Arına dik ahşap tahkimatlı uzunayak yönteminde ise have bir sarma boyu uzunluğunda olmaktadır. Bu mesafe mekanize tahkimatlı sistemlerde ise makinenin genişliği kadardır (Saltoğlu 1979).

Uzunayak üretim yönteminde genelde ilerletimli ve dönümlü olarak çalışılmaktadır (Şekil 2.1). İlerletimli çalışmada taş içerisinde sürülen galeri veya yardımcı kuyunun damarı kestiği yerin hemen yakınında katlar arasında bağlantı (başyukarı) sağlandıktan sonra ayaklar oluşturulmaktadır. Üretim ilerledikçe bundan daha ileride taban yolları da sürülmektedir. Geriye doğru (dönümlü) yapılan hazırlıklarda ise damar içi galerileri önce pano sınırına kadar sürülmekte, sonra da bu galeriler arasında bağlantı sağlanmakta ve üretim çalışmalarına geriye doğru olmak üzere başlanmaktadır (Saltoğlu 1987; Şimşir 2015).

Uzunayak üretim yöntemi ayrıca damar eğimine göre; yatay, meyil yukarı veya meyil aşağı şeklinde de gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 2.2). En çok tercih edilen çalışma şekli yatay uzunayak yöntemidir (Şimşir 2015).



Şekil 2.1 İlerletimli ve dönümlü uzunayak plan görünüşü.



Şekil 2.2 Damar eğimine ve doğrultusuna göre uzunayak çalışma şekilleri (Şimşir 2015).

2.1 UZUNAYAKLARDA TAHKİMAT TASARIM PARAMETRELERİ

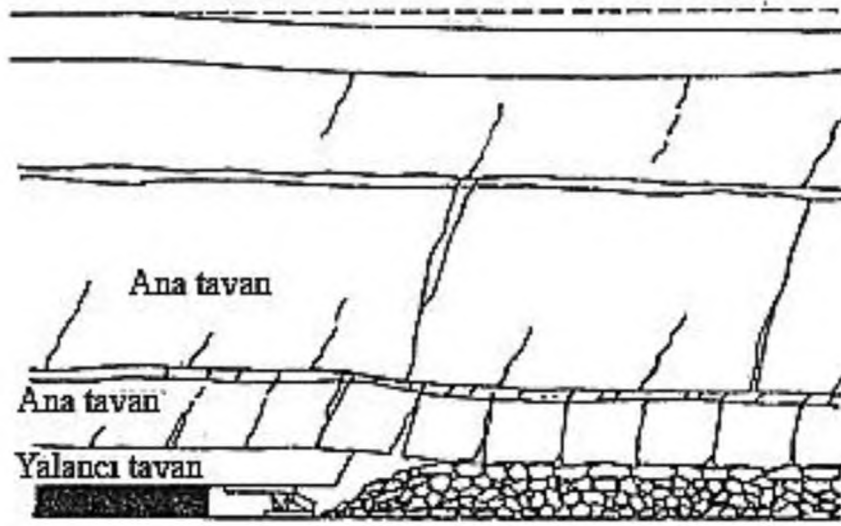
2.1.1 Genel Bilgiler

Yeraltında yapılan üretim ve hazırlık işlerinde güvenli bir çalışma ortamı oluşturabilmek amacıyla; çalışılacak sahadaki kayaçların dayanım parametrelerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca uzunayak çevresindeki gerilmeler, tabaka davranışları ve tahkimata gelen yüklerin bilinmesi ile yapılacak tahkimatın güvenliği sağlanmakla beraber üretim ve hazırlık giderleri azaltılmış olacaktır. Dünya madencilik sektörü bu parametreler ışığında hareket ederek sorunlara çözümler üretmektedir.

Bu bölümde, ilk olarak uzunayak çevresindeki gerilmeler ve bunlar ile ilgili bilgilere değinilecektir. Daha sonra uzunayakta tabaka davranışları ve uzunayak tahkimatına gelen yükler ile ilgili açıklamalara yer verilecektir.

2.1.2 Uzunayakta Tabakaların Davranışı ve Tabaka Kontrolü

Yeraltında herhangi bir açıklık oluşturulduğu zaman tabaka basınçları tekrar dağılarak yeni boyutlar kazanmaktadır. Oluşturulan açıklığın tahkim edilmesinde tavanın ve açıklık çevresinin bölgesel kontrolü gerekmektedir. Uzunayak üretim yönteminde tavan tabakaları ana ve yalancı tavan olmak üzere iki guruba ayrılabilir (Dağdelen vd. 2007). Şekil 2.3’de bir uzunayakta ana ve yalancı tavan tabakalarının sıralanışı verilmiştir.



Şekil 2.3 Bir uzunayakta ana ve yalancı tavan tabakalarının sıralanışı (Ünlü 1989).

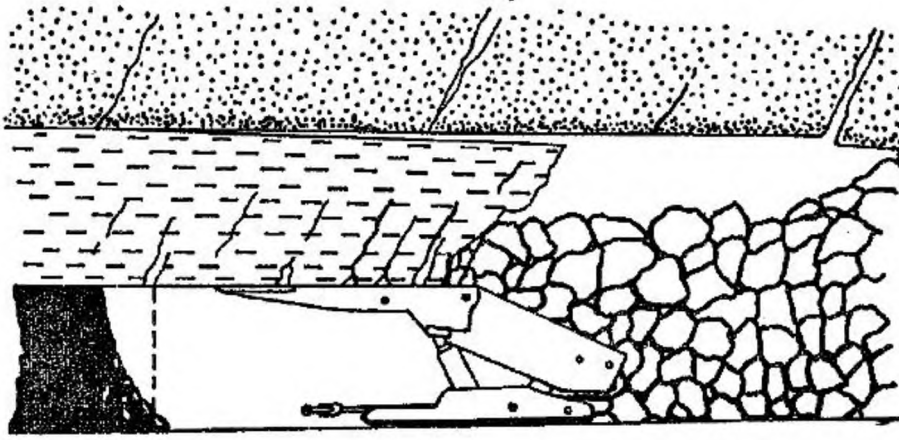
2.1.2.1 Yalancı Tavan

Uzunayağın hemen üzerinde yer alan, tahkimat tarafından desteklenen ilk tavan tabakası “yalancı tavan” olarak adlandırılır. Yalancı tavanı oluşturan blokların yatay yöndeki yükleri komşu bloklara iletememesi yalancı tavanın en bariz özelliğidir. Mekanik özellikleri bakımından yalancı tavan, kendi arasında üç farklı grupta incelenebilir (Dağdelen vd. 2006).

a) Duraysız (Stabilitesiz) Yalancı Tavanlar

Bu gurubun tipik kayaçları; iyi çataklanmış kumlu şeyller, kırılğan ve yumuşak karbonlu şeyllerdir. Tahkimatsız durma süreleri yaklaşık 5-10 dakikadır. Küçük boyutta ufalanmalar

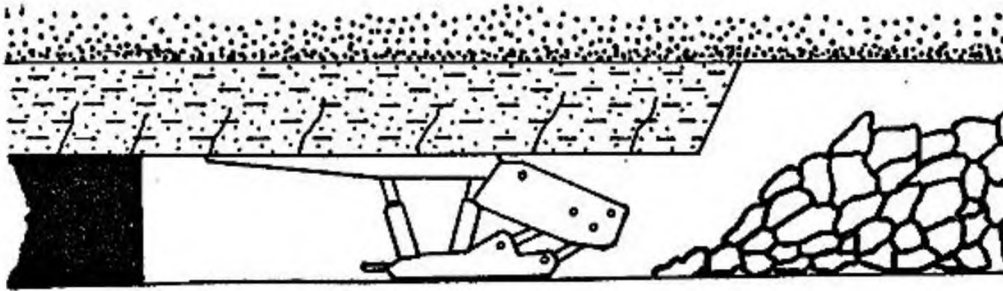
olduğundan tavan tahkiminin sık yapılması gerekmektedir (Dağdelen vd. 2006). Şekil 2.4’de bir uzunayakta duraysız yalancı tavanın şematik görünümü verilmiştir.



Şekil 2.4 Uzunayakta duraysız yalancı tavanın şematik görünümü (Ünlü 1989).

b) Yarı Duraylı Yalancı Tavanlar

Sert kumlu şeyller ve kırılğan kumtaşları bu gurup tavanların tipik kayaçlarıdır. Ayrışma ve ufalanmalar küçük boyutlarda meydana gelmekte ve sürekli çatlaklar içermemektedir. Bu tip tavanların yenilme işlemi tahkimatın ilerlediği anlarda iri parçaların tavandan ayrılıp ayak arkasına düşmesiyle gerçekleşir (Dağdelen vd. 2006). Şekil 2.5’de bir uzunayakta yarı duraylı yalancı tavanın şematik görünümü verilmiştir.



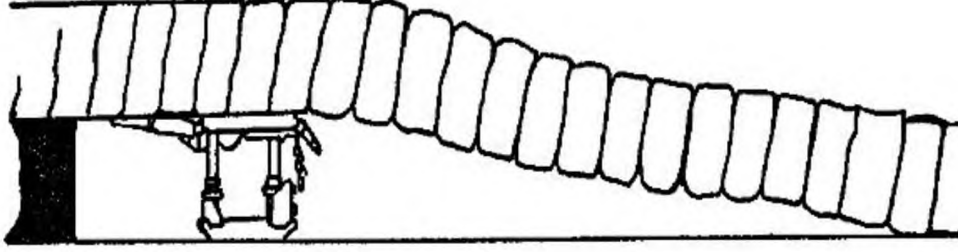
Şekil 2.5 Uzunayakta Yarı duraylı yalancı tavanın şematik görünümü (Ünlü 1989).

c) Duraylı (Stabiliteli) Yalancı Tavanlar

Duraylı yalancı tavanlar, üç farklı yapıdan meydana gelir.

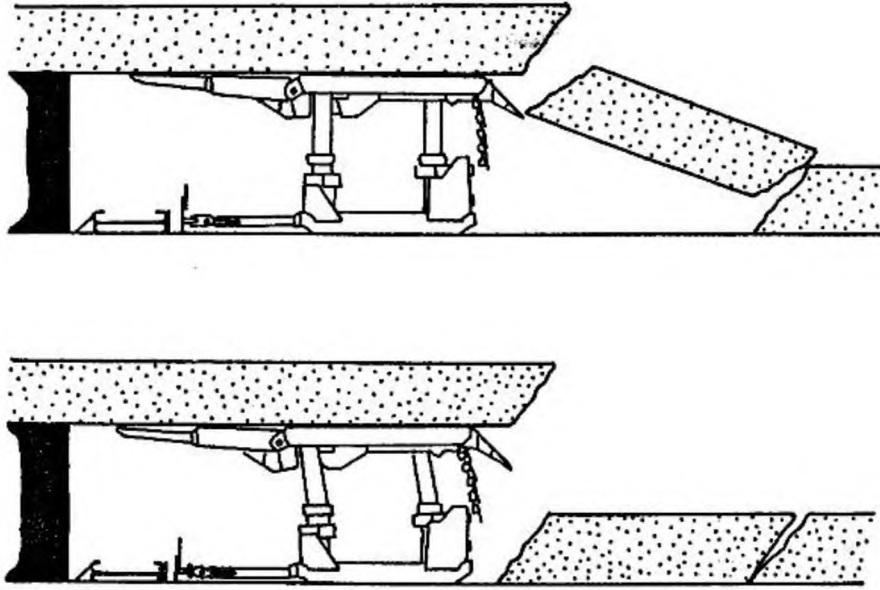
- Sert kireçtaşları ve kumtaşlarından oluşan duraylı yalancı tavanlar: Bu tavanların çatlak ve kırık sistemleri, düşey konumlu ve düzenli haldedir. İlerleme yapıldıkça ayak arkasına

doğru eğilerek kemerleşme oluştururlar. Bu tip tavanlar tabaka kontrolü problemi oluşturmazlar (Dağdelen vd. 2006). Bir uzunayakta ayak arkasında kemer oluşturan duraylı yalancı tavanın şematik görünümü Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6 Uzunayakta ayak arkasında kemer oluşturan duraylı yalancı tavan (Ünlü 1989).

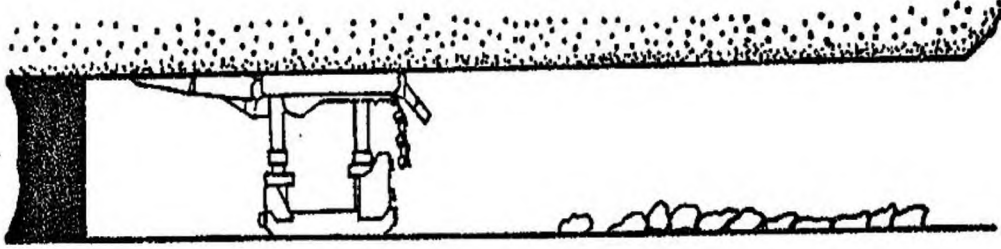
- b) Kalın ve sert kumlu şeyl veya kumtaşlarından oluşan duraylı yalancı tavanlar: Tahkimatsız durma zamanları 5-8 saat arasındadır. Bu tip tavanların kırılma şekli genellikle ayak arkasındaki son sarmanın dibinden ve büyük boyutlu bloklar halinde meydana gelmektedir (Dağdelen vd. 2006). Bir uzunayakta blok halinde göçme gösteren duraylı yalancı tavanın şematik görünümü Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7 Uzunayakta blok halinde göçme gösteren duraylı yalancı tavanın şematik görünümü (Ünlü 1989).

- c) Kalın ve sert kumtaşı veya konglemeralardan oluşan duraylı yalancı tavanlar: Bu tip tavanlar çok uzun sürede ve çok geniş açıklıklarda dahi duraylılıklarını yitirmezler. Bazı durumlarda ayak arkasında oluşan boşluk alanlarının yaklaşık olarak 6.500-7.440 m² ye

ulaştığı gözlenmiştir. Kırılma anında tahkimata aşırı yük yükleyerek tahkimatın bozulmasına ve ayakta göçüklere yol açabilirler. Bu tür olumsuzlukları gidermek için tavan belirli aralıklarla göçertilmelidir. Bu tip tavanların davranışı Şekil 2.8’de gösterilmiştir (Ünlü 1989).



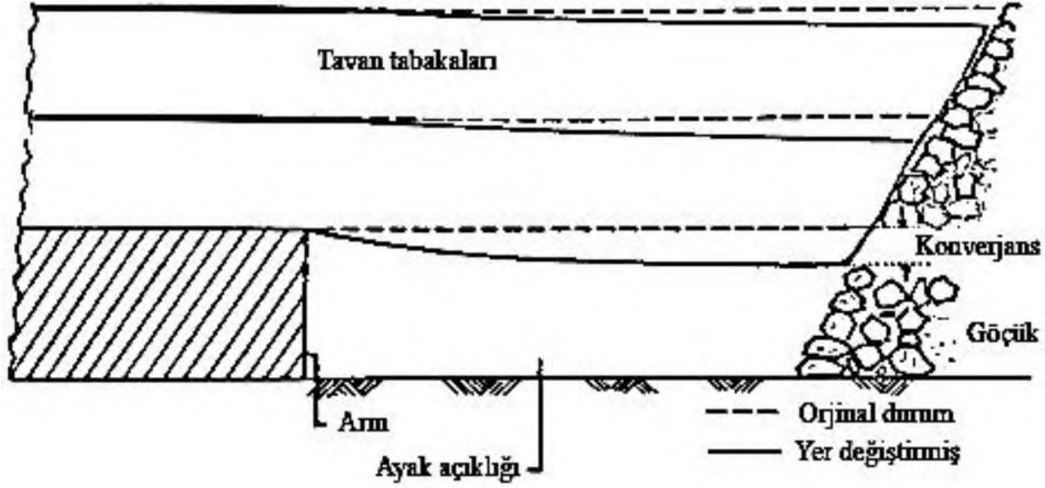
Şekil 2.8 Kolay göçmeyen duraylı yalancı tavan (Ünlü 1989).

2.1.2.2 Ana Tavan

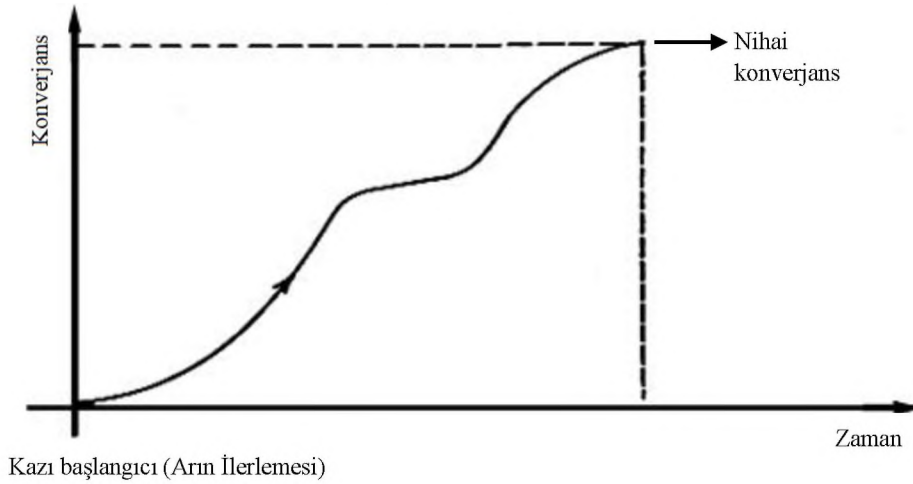
Ana tavan, yalancı tavanın hemen üzerinde yer almakta ve bir veya birkaç tabakadan oluşmaktadır. Ana tavan blokları, yatay konumdaki yükleri komşu bloklara iletebilmektedir. Ana tavan, yalancı tavan tabakaları gibi zaman zaman duraylılıklarını yitirmek suretiyle kırılmaktadır. Kırılma anında oluşan kuvvetler, yalancı tavan üzerinden tahkimata transfer olmakta ve bazı durumlarda büyük boyutlarda hasar meydana getirebilmektedir. Ana tavanın kısa aralıklarla kırılması, ayak içi tabaka kontrolü açısından arzu edilmektedir. Ana tavanın kırılma periyodu; ana tavan tabakalarının kalınlığı, açıklık genişliği, yalancı tavanın dayanım özellikleri vb. faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Dağdelen vd. 2006).

2.1.2.3 Konverjans

Uzunayak yöntemiyle üretim yapılan yerlerde tavan tabakaları, kendi statik ağırlıklarının etkisi altında göçük tarafına doğru çökmektedir. Bu çökme hareketine genel anlamda konverjans denir. Konverjansın ayak kesiti içindeki şematik görünümü Şekil 2.9’da gösterilmiştir. Arının üretim için ilerletilmesiyle birlikte konverjans olayı başlar ve kazı boyunca artarak devam eder. Ayrıca tahkimat ünitesinin yeni haveye alınması sırasında da (tahkimatın sökümü ve tekrar yerleştirilmesi) bu hareket meydana gelir. Ancak bu işlemler sırasında konverjansın değişim hızı büyük ölçüde azalacaktır. Normal şartlar altında konverjansın gelişimi Şekil 2.10’da verilmiştir (Birön ve Arıoğlu 1980). Uzunayakta konverjans, iki ana grupta toplanabilir. Bunlar; doğal koşullara bağlı faktörler ve madencilik çalışmaları ile ilgili faktörlerdir.



Şekil 2.9 Ayaklardaki konverjansın şematik görünümü (Birön ve Arıoğlu 1980).



Şekil 2.10 Tipik konverjans eğrisi (Birön ve Arıoğlu 1980).

Doğal koşullara bağlı faktörler

a) Tavan-Taban Şartları

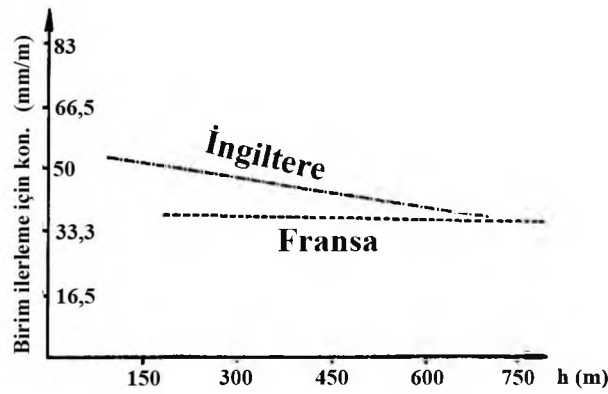
Yalancı tavan tabakaları, tavanın davranışında en önemli rolü oynarlar. Uygulamalardan da gayet iyi bilindiği gibi, yumuşak, zayıf tavan şartlarında tahkimat ünitesi tam çalışma yüküne ulaşmadan, yalancı tavan içine gömülmektedir. Bu durum konverjansın artmasına neden olabilir.

Ayrıca taban taşı, ayak içi tahkimatlarıyla aktarılan yükleri, akmadan veya kırılmadan karşılayacak sağlamlıkta olmalıdır. Yeterli sağlamlıkta olmayan taban koşullarında artan konverjans, tahkimatın genel stabilitesini ters yönde etkileyecektir. Çok yumuşak, özellikle

içinde killi katman bulunan tabanlar, arazi kontrolünü olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan kömür direncinin de tavan kontrolü üzerinde etkili olması bilinen bir gerçektir (Birön ve Arıoğlu 1980).

b) Derinlik

Derinliğin koverjans üzerine etkisi ile ilgili Fransa ve İngiltere kömür madenlerinde ölçümler yapılmış ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile derinlik ve konverjans arasındaki ilişki ortaya çıkmıştır. Bu ilişki Şekil 2.11’de verilmiştir (Ünlü 1989).



Şekil 2.11 Konverjansın günlük ilerlemeye oranının derinlik ile değişimi (Ünlü 1989).

c) Damar Kalınlığı

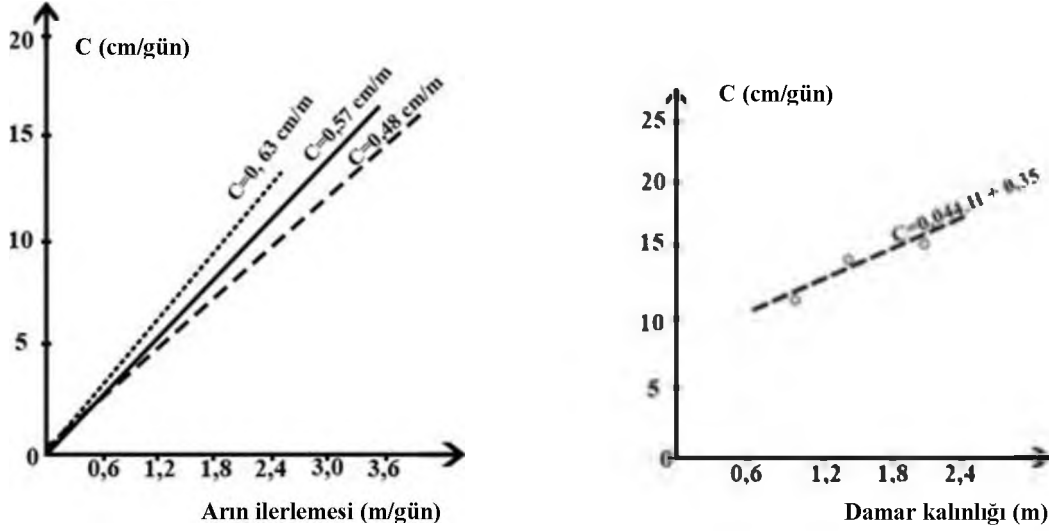
Konverjans değişimini damar kalınlığı cinsinden ifade etmek amacı ile çeşitli ülkelerde çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonuçları Şekil 2.12’de toplu halde verilmiştir. Şekillerden de görüleceği üzere toplam konverjans (cm/gün), günlük ilerleme miktarı (m/gün) ile doğru orantılı olarak gerçekleşmiştir.

Madencilik çalışmaları ile ilgili faktörler

a) Arın İlerleme Hızı

Günlük ilerleme miktarı ile sabit damar kalınlıklarında toplam konverjans arasında oldukça iyi bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu ilişkiye göre ilerleme miktarı arttıkça toplam konverjans da orantılı olarak artış göstermektedir (Birön ve Arıoğlu 1980).

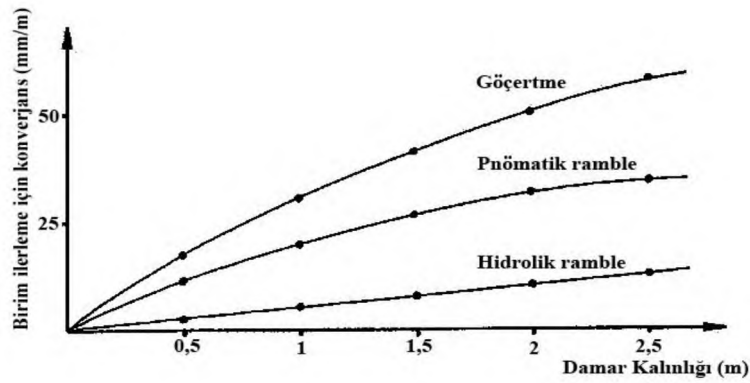
Kısaca, diğer koşulların (damar kalınlığı, derinlik, ayak arkası dolgusu) değişmediği durumlarda, günlük ilerleme miktarı konverjansa önemli ölçüde etki etmektedir (Ünlü 1989).



Şekil 2.12 Konverjansın damar kalınlığı ile değişimi (Ünlü 1989).

b) Ayak Arkası Dolgusu

Ayak arkasında uygulanan dolgunun cinsi ve kalitesinin tavan kontrolü üzerinde önemli bir etkisinin olduğu uzunayak çalışmalarından elde edilen deneyimlerle sabittir. Çalışılan ayağın arkasına yerleştirilen dolgu, kendi statik ağırlıklarının etkisi ile aşağıya doğru sarkan tavan tabakalarına karşı yönde bir direnç oluşturduğundan, dolgulu ayaklarda, gözlenen ayak içi konverjansının şiddeti genellikle göçertmeli ayaklara oranla daha az olmaktadır. Diğer taraftan dolgulu çalışan ayaklarda yatay tavanın tabana göre hareketi önemli ölçüde azalma göstermektedir. Uygulamada bu tür bir hareketin göçertmeli ayaklarda şiddetli bir şekilde meydana geldiği ve ayak içi tahkimatlarının duraylılığına olumsuz bir şekilde etki ettiği bir gerçektir (Şekil 2.13) (Ünlü 1989).



Şekil 2.13 Ayak arkası dolgusunun ayak konverjansına etkisi (Ünlü 1989).

c) Tahkimat Cinsi ve Çalışma Yüğü

Uygulanan tahkimat cinsi, ayak içi konverjansına etki eden diğer bir parametredir. Fransa'da yapılan bir çalışmada aynı geometrik koşullar altında sürtünmeli direklerin, hidrolik direklere oranla daha fazla konverjans oluşturdukları gözlenmiş olup ayrıca hidrolik direklerle desteklenmiş ayaklarda, ayak içi emniyeti açısından hayati önemi olan taş (tabut taşı) düşme sıklığının büyük ölçüde azaldığı kaydedilmiştir. Kurulma yükünün yüksek olması ve eş dağılma göstermesi bu olayın sebebidir (Ünlü 1989).

2.1.2.4 Ortalama Yük Yoğunluğu

Ayakta tahkimat direkleri üzerine gelen yükler zamana bağılı olarak değişiklik gösterir ve aynı zamanda her direk tarafından tahkim edilen alan, tahkimatların söküm ve kurulumu esnasında değişiklik göstermektedir. Bu sebepten dolayı, tahkimatların üzerine gelen yükler zaman ve alan ağırlığı unsurlarını da içine alan “ortalama yük yoğunluğu” (OYY) ifadesiyle tanımlanır (Dağdelen vd. 2007).

Tabaka denetiminde en önemli unsurlardan biri, OYY ile konverjans arasındaki ilişkidir. OYY arttıkça konverjans azalır (Dağdelen vd. 2007).

Çalışma yapılan ayaklarda kullanılan tahkimat daima optimum kapasiteye sahip olmalıdır. Tahkimat tasarımlarında, olması gerekenden fazla bir güvenlik katsayısının seçilmesi ekonomik olmamakla birlikte aşırı yük; zayıf, sağlam olmayan tavan tabakasını bozacaktır (Dağdelen vd. 2007).

2.1.2.5 OYY'ye Etki Eden Faktörler

OYY, sadece tahkimat direklerinin anma (nominal) yük kapasitelerine bağılı olmamakta önemli başka faktörler de bulunmaktadır. Tavandan gelen yükün tahkimat elemanları üzerine biniş hızı ayaktan ayağa farklılıklar gösterebilmektedir (Dağdelen vd. 2007).

Ayağın durumu ve çalışma sistemi, ortalama yük yoğunluğuna etki etmesinden dolayı, uygulamada en geçerli yöntem, yerinde yapılacak ölçümlerle ortalama yük yoğunluğunun hesaplanmasıdır (Dağdelen vd. 2007).

Tahkimat direklerinde, yük-gömülme veya yük-deformasyon özellikleri farklıdır. Bu farklılık sadece direk tipleri arasında olmayıp, aynı tipteki tahkimat direkleri arasında da görülmektedir.

Birçok ülkede ahşap tahkimat sistemi yıllar önce ayak tahkiminde terk edilmiştir. Bu nedenle ahşap tahkimatın ayak içinde tavan ve taban ile ilişkisi ve bunların birbirlerine olan etkileri üzerine çalışma çok azdır (Dağdelen vd. 2007).

Sıkılama yükünden anma yüküne kademeli olarak veya aniden ulaşıldığı tahkimat sistemlerinin tabaka kontrolü açısından etkileri hakkında ayrıntılı açıklama bulunmamaktadır. Bu nedenle ayakta istenilen ortalama yük yoğunluğunun elde edilmesini garanti altına almak için tahkimatların ilk sıkılama yüklerinin (ön gerilme) ortalama yük yoğunluğu değeri ile eşit olacak şekilde seçilmesi önerilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, sıkılama yükünün zayıf tavanı bozmayacak değerde seçmek ve en uygun koşulu uygulamaktır (Dağdelen vd. 2007).

2.1.2.6 Tabaka Denetimine Etki Eden Faktörler ve Parametreler

Tabaka denetimine etki eden faktörler ve parametreler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- a) Tabakalar, her bölgede ayrıntıları ile incelenip araştırılmalı ve seçilen bölge için güvenlik ve ekonomiklik açısından uygun koşulların bulunması gerekmektedir. Çünkü tabakaların homojen olmaması, bölgesel farklılıklara neden olmaktadır.
- b) Ortalama yük yoğunluğu ile konverjans arasındaki ilişki, uzunayaklarda tabaka denetiminin en önemli unsurudur. Bu sebeple ortalama yük yoğunluğunun, yalnız tahkimat direklerinin anma yük kapasitelerine bağlı olmadığı aynı zamanda ayağın durumu ve çalışma sisteminin de ortalama yük yoğunluğuna etki ettiği göz ardı edilmemelidir.
- c) Konverjans ile ortalama yük yoğunluğu ilişkisi, tabakaların durumuna ve özelliklerine göre ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişebilmektedir.
- d) Anma ve sıkılama yük kapasitelerinin değerleri ve sıkılama yükünün etkisi ile alınacak güvenlik katsayısı değerinin bölgesel olarak incelenmesi gerekmektedir (Dağdelen vd. 2007).

2.1.3 Uzunayak Çevresindeki Gerilmeler

Yeraltı kaya yapılarında bir boşluk açma işleminin öncesinde, değişik kökenli her türlü gerilmelerin bileşkesi “birincil gerilmeler” olarak adlandırılır. Kazı işlemi esnasında birincil gerilmelerin yön, yer ve şiddet değiştiğiyle oluşan gerilmeler ise “ikincil gerilmeler” olarak adlandırılır. Kazı işlemi öncesinde kendi içinde denge konumunda olan kaya ortamındaki

gerilme dağılımı boşluğun açılmasıyla birlikte kademeli olarak değişiklik gösterir ve gerilmeler boşluk çevresinde yoğunlaşır. Böylece kayacın bazı kısımlarında yüksek gerilmeler oluşur. Söz konusu bu yüksek gerilmeler, kayacın malzemesine, dokusuna, su durumuna, kazı boşluğunun boyutlarına ve kazı tekniğine bağlı olarak zamanın bir fonksiyonu halinde meydana gelir. Ayrıca yeraltında bir boşluğun açılmasından sonra oluşan ve herhangi bir faaliyet olmaksızın kendi içinde dengeli konuma gelen ikincil gerilmelerin, daha sonra farklı kuvvetlerin etkisiyle yeniden değişmesi sonucu üçüncül gerilmeler adı verilen gerilmeler kendini gösterir.

İkincil ve üçüncül gerilmeleri en aza indiren ve tabakalı cevherlerin işletilmesinde yaygın bir şekilde kullanılan yeraltı üretim yöntemi uzunayak yöntemidir. Uzunayak yöntemi, işletme sırasında bölgesel olarak yoğunlaşan yüksek gerilmeleri dağıtmakta, azaltmakta ve etrafı zayıf tabakalardan oluşan maden cevherinin üretimine imkân sağlamaktadır (Dağdelen vd. 2007).

2.2 BİR UZUNAYAKTA UYGULANAN TAHKİMAT SİSTEMLERİ

Üretim yapılacak alanın jeolojik koşulları, tavan-taban tabakalarının davranışı, ayak geometrisi, panoların mekanizasyona uygunluğu ve kullanılan kazı araç ve teknolojisine göre uzunayakta kullanılan tahkimat sistemleri değişiklik göstermektedir. Bu tahkimat sistemleri; ahşap, çelik ve yürüyen tahkimat olarak sınıflandırılabilir. Uzunayakta kullanılan tahkimat sistemleri aşağıda açıklanmıştır.

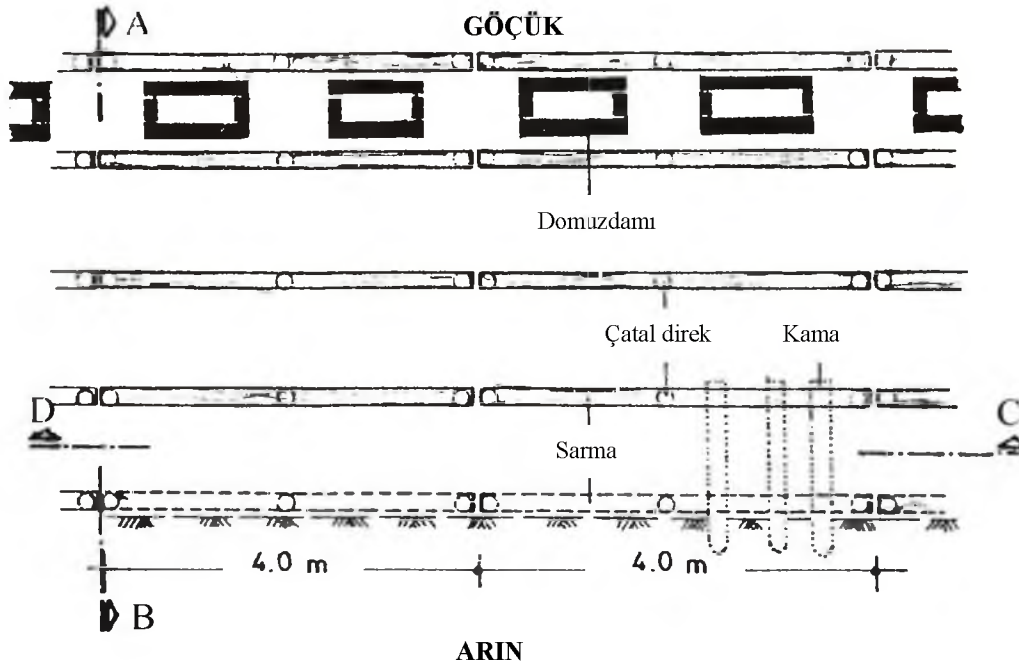
2.2.1 Ahşap Tahkimat

Ahşap tahkimat sistemi az yatımlı damarlarda arına paralel ve dik sarmalar halinde iki ayrı şekilde uygulanmaktadır. Ayrıca dik damarlarda, dolgu malzemesi ile birlikte “dişli ayak” kazı ve tahkimat sistemi uygulanmakta ve tüm ahşap tahkimatlı üretim yöntemlerinde ayağın arkası “domuzdamı” adı verilen bloklar ile tahkim edilmektedir (Birön ve Arıoğlu 1980).

Uzunayak tahkimatında, ayağın her gün en az bir have ilerleyeceği ve ayak içinde en çok dört havelik açıklığa izin verileceği varsayımına göre yapılan tahkimatın dört gün sonra alınıp arkanın “göçertilmesi” veya tamamıyla “doldurulması” gerekmektedir. Bu nedenle kısa ömürlü (dört gün) olan bu tahkimatın “ince” direklerden yapılması yeterli olacaktır. Fakat yıllık izin süreleri, bayramlar, grevler gibi hallerde, ayağın göçmeden muhafaza edilmesi amacıyla ayaklarda “ilave” tahkimat sistemlerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Birön ve Arıoğlu 1980).

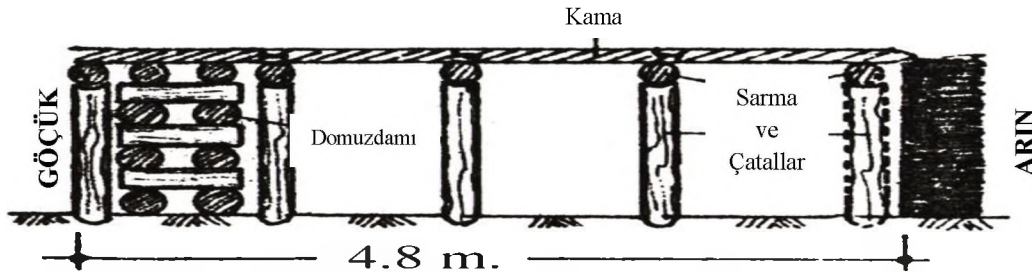
2.2.1.1 Arına Paralel Ahşap Tahkimat

Arına paralel uzunayak tahkimat sisteminin planı Şekil 2.14’de şematik olarak gösterilmiştir. Şekilde kazı vardiyası sonu kesik çizgilerle gösterilmiştir. Tahkimatın ana elemanlarını; sarmalar (4 m), sarmayı en az üç yerinden destekleyen “çatal direkler” ve tavan tutan “kamalar” oluşturmaktadır. İki sarma arası açıklık “kazı genişliği” olup “have” olarak isimlendirilir. Have genişlikleri damar şartlarına göre 0,8-1,5 m arasındadır (Birön ve Arıoğlu 1980).

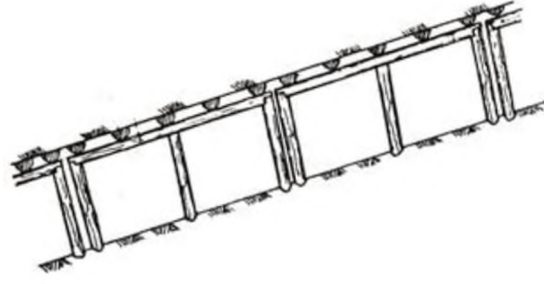


Şekil 2.14 Arına paralel uzunayak tahkimat sistemi (Birön ve Arıoğlu 1980).

Şekil 2.15’de söz konusu tahkimat sisteminin enine kesiti (A-B) ve Şekil 2.16’da ayağın boyuna kesiti (C-D) Şekil 2.14’den faydalanılarak çizilmiştir.

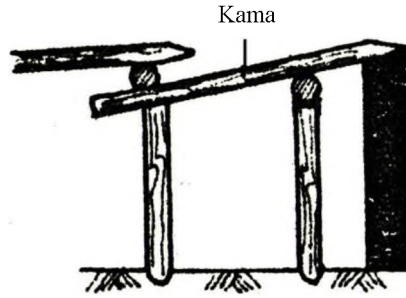


Şekil 2.15 Arına paralel uzunayağın enine kesiti (Birön ve Arıoğlu 1980).

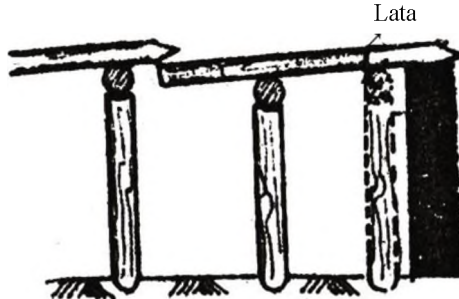


Şekil 2.16 Arına paralel uzunayağın boyuna kesiti (Birön ve Arıoğlu 1980).

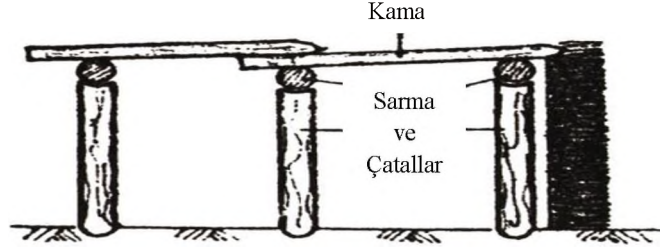
Şekil 2.17’de vardiya başındaki işlemler gösterilmiştir. Burada kazmacı, kamalarını (1,5 m) mevcut sarmaların üzerinden ve gerideki sarmanın altından ileri doğru sürmekte ve kazı yaptıkça kamaları ilerletmektedir. Vardiya ortalarında ilerlemiş olan kamalar, “lata” denilen geçici tahkimat ile Şekil 2.18’deki gibi desteklenir. Yarım sarma ve bir çataldan oluşan T-şeklinde bir destek olan lata tahkimat; 3-4 kamayı birlikte tutmaktadır. Vardiya sonunda ortalama 1,2 m’lik have ikmal edilmiş olup, Şekil 2.19’da gösterildiği şekilde sarma yerine kaldırılmakta ve en az üç çatal direk ile desteklenmektedir (Birön ve Arıoğlu 1980).



Şekil 2.17 Arına paralel uzunayakta vardiya başı kazı (Birön ve Arıoğlu 1980).



Şekil 2.18 Arına paralel uzunayakta vardiya ortası lata tahkimatı (Birön ve Arıoğlu 1980).



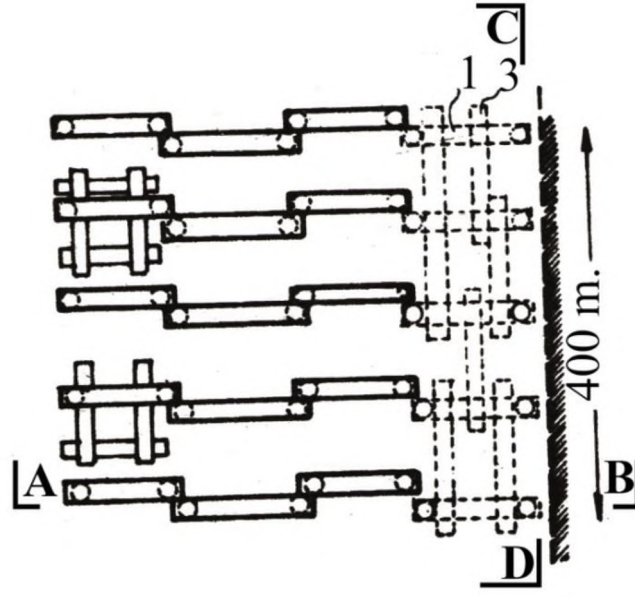
Şekil 2.19 Arına paralel uzunayakta vardiya sonu (Birön ve Arıoğlu 1980).

2.2.1.2 Arına Dik Ahşap Tahkimat

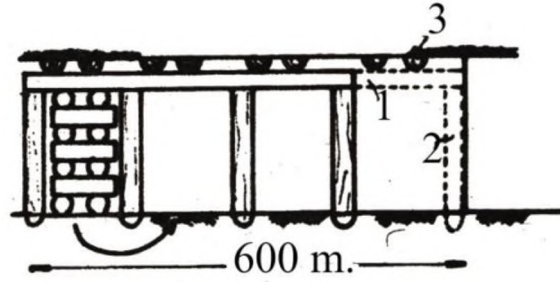
Arına dik tahkimat sisteminde, ayağın 4m'lik kısmının planı Şekil 2.20'de, enine kesiti (A-B) Şekil 2.21'de, boyuna kesiti (C-D) Şekil 2.22'de gösterilmiştir. Sarmalar (Şekil 2.21'de 1 no.lu gösterim) yaklaşık 1,5 m uzunlukta arına dik olarak yerleştirilmekte ve her sarma iki adet çatalla (Şekil 2.21'de 2 no.lu gösterim) desteklenmektedir. Sarmalar yan yana koyularak çatalların aynı hizada olması sağlanmaktadır. Arına dik tahkimat sisteminde sarmalar, birer metre aralıklarla yerleştirildikleri için tavan taşı iyi bir şekilde tutulmakta ve bundan dolayı kama kullanımına ihtiyaç duyulmamaktadır. Diğer taraftan gevşek tavan taşının olması durumunda, ikişer kama (Şekil 2.21'de 3 no.lu gösterim) sarmalar üzerine koyulabilmektedir. Şekil 2.21'de çatallar aynı hizada olduğu için birer tanesi kesik çizgilerle belirtilmiştir (Birön ve Arıoğlu 1993).

Şekil 2.23'te kazı işleminin aşamalarına yer verilmiştir. Şekil 2.23'te I pozisyonunda; kazmacı bir sarma hizasında kazı yapmaya başladıktan ve yarım havelik kazı yaptıktan sonra tavan geçici olarak takoz (kabak direk) ve tek direk (Şekil 2.23'de 4 no.lu gösterim) sistemi ile desteklenerek ayak ilerlemesi yapılır. Daha sonra arında kazı işlemine devam edilerek have açıklığına kazı yapıldıktan sonra (Şekil 2.23'te II pozisyonu), normal sarma kaldırılıp çift çatal yerleştirilmektedir (Şekil 2.23'de 1 ve 2 no.lu gösterim). Kazı ayak yönünde genişletildikten sonra (Şekil 2.23'te III pozisyonu) 2. sarma aynı yönde kaldırılır. Tavan taşı kırıklı ise iki sarma arasına kama (Şekil 2.23'de 3 no.lu gösterim) koyulabilmektedir. Sarmalar yerleştirildikten sonra geçici kabak direk (Şekil 2.23'te 4 no.lu gösterim) yerinden alınmaktadır (Birön ve Arıoğlu 1993).

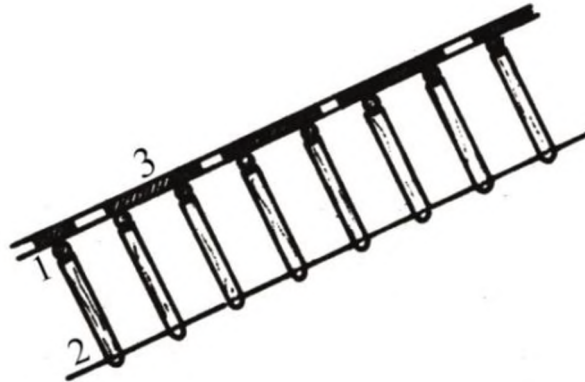
Arına dik tahkimat sistemi ayrıca, potkabaç makinesi ile kazıya olanak sağlamaktadır. Şekil 2.24'te bu kazının plan görünümü ve Şekil 2.25'de kesit görünümü verilmiştir. Potkabaç makinesi ile kazı işleminde sarma boyu 2,25 m olup, 1,5 m'lik kısmı çatallarla desteklenmiştir. 0,75 m'lik kısmı ise "konsol kiriş" gibi kullanılmaktadır (Şekil 2.25).



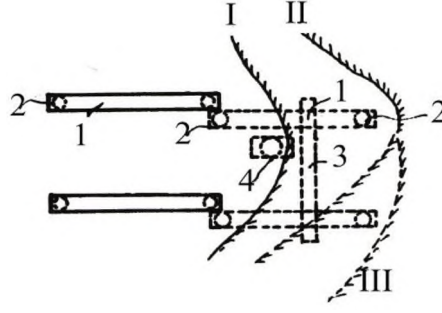
Şekil 2.20 Arna dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın plan görünümü (Birön ve Arıoğlu 1993).



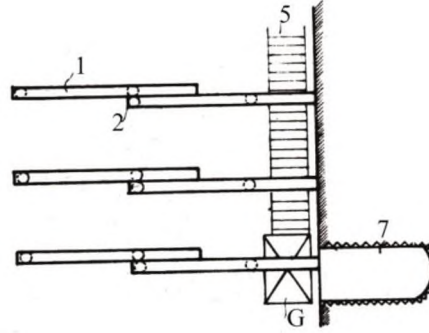
Şekil 2.21 Arna dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın enine kesiti (A-B) (Birön ve Arıoğlu 1993).



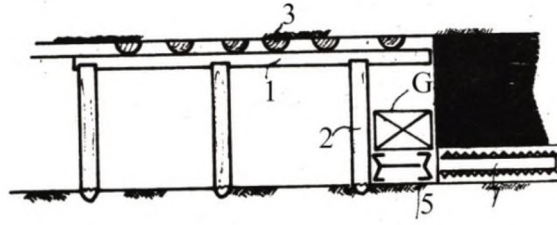
Şekil 2.22 Arna dik uzunayak tahkimat sisteminde ayağın boyuna kesiti (C-D) (Birön ve Arıoğlu 1993).



Şekil 2.23 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde arında kazı ve tahkimat (Birön ve Arıoğlu 1993).



Şekil 2.24 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde potkabaç makineli kazı (plan görünüm) (Birön ve Arıoğlu 1993).



Şekil 2.25 Arına dik uzunayak tahkimat sisteminde potkabaç makineli kazı (kesit görünüm) (Birön ve Arıoğlu 1993).

Potkabaç makinesi (Şekil 2.24'te G ile gösterim), zincirli oluğun (Şekil 2.24'te 5 no.lu gösterim) üzerinde ve 0,75 m'lik kısımda boydan boya çalışmakta ve zincirli kesme bıçağı (Şekil 2.24'te 7 no.lu gösterim) ile potkabaç çekerek kömürün kazısını kolaylaştırmaktadır. Bu yöntem mekanizasyonun ilk adımıdır (Birön ve Arıoğlu 1993).

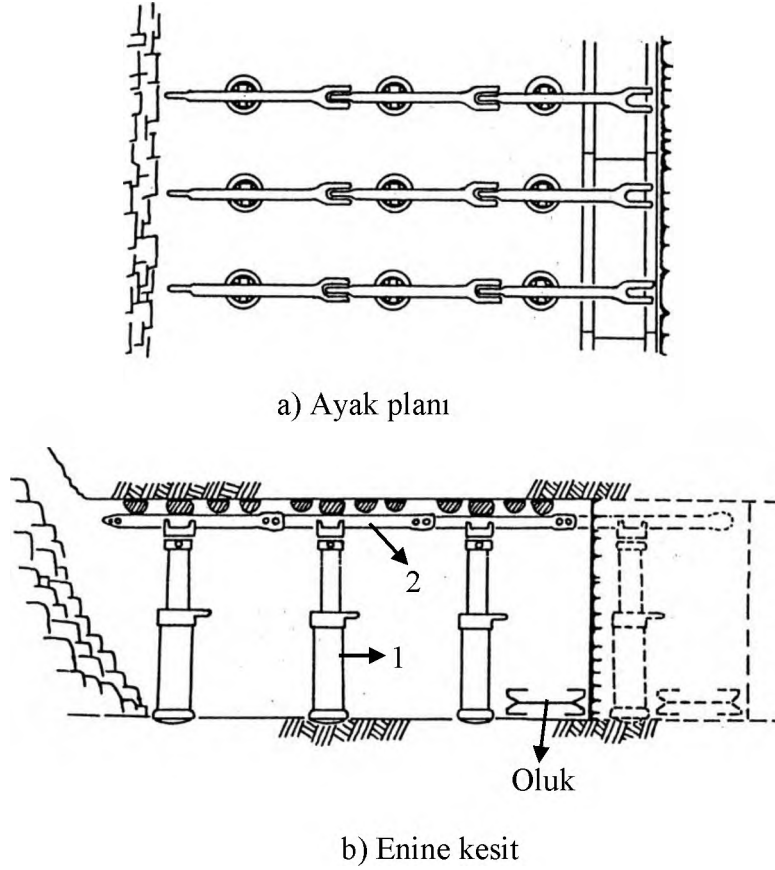
2.2.2 Çelik Tahkimat

Ahşap malzemenin pahalı oluşu, düşük dayanım özelliklerine sahip olması ve uzunayak işletmeciliğinde artan mekanizasyon talepleri ile ayak tahkimatında çelik malzeme kullanımına

gidilmiştir (Birön ve Arıoğlu 1993). Aşağıda kullanılan “çelik ayak tahkimat” türleri sıralanmıştır.

2.2.2.1 Direk-Çelik Sarma Tahkimat Sistemleri

Çelik ayak tahkimatı, arına dik ahşap tahkimatın gelişmiş bir biçimidir. Bu tahkimat sistemi arına dik yerleştirilen “mafsallı sarmalar (2 no.lu gösterim)” ve onları destekleyen sürtünlü veya hidrolik direklerden (1 no.lu gösterim) meydana gelir. Tavan şartlarının bozuk olduğu durumlarda sarmalar üzerine ağaç kamaları yerleştirilebilir. Bir ayakta hidrolik direk ve çelik sarma tahkimatının plan görünümü ve enine kesiti Şekil 2.26’da şematik olarak verilmiştir (Birön ve Arıoğlu 1993).



Şekil 2.26 Ayak çelik tahkimatı plan ve enine kesit görünümü (Tüstaş 1991).

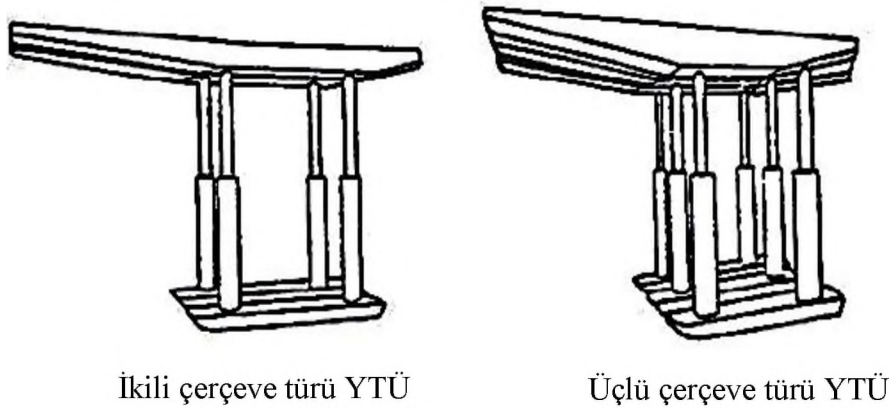
2.2.3 Yürüyen Tahkimat Üniteleri (YTÜ’ler)

İlk kullanımları 1950’li yılların başlarına dayanan YTÜ’ler, günümüze kadar dünyanın birçok yerinde uygulama alanı bulmuştur. Sayısız modelleri geliştirilen yürüyen tahkimat ünitelerini;

çerçeve tipi, domuzdamı tipi ve kalkan tipi üniteler olmak üzere üç türde incelemek mümkündür (Öğretmen 2015).

2.2.3.1 Çerçeve Tipi YTÜ'leri

Çerçeve tipi YTÜ'ler, klasik ayaklarda kullanılan hidrolik direklerin bir uzantısıdır. Bu tip YTÜ'ler kendisini ilerletebilen hidrolik güçlü YTÜ'lerin geliştirilen ilk tipidir. Şekil 2.27'de ikili ve üçlü çerçeve türü tipleri gösterilmiştir. Çerçeve türü YTÜ'ler oldukça basit, zayıf dirençli ve yapısal olarak düşük dengelidirler (Öğretmen 2015).

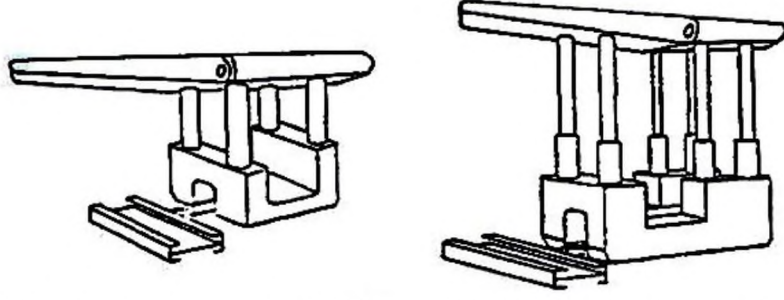


Şekil 2.27 Çerçeve Türü YTÜ'ler (Öğretmen 2015).

Çerçeve tipi yürüyen tahkimat ünitesinin tavanında iki sarma arasındaki açıklığın geniş olmasından dolayı tavandan iri blokların düşmesine müsait olması ve kolayca eğilip bükülebilen yapıları nedeniyle 1970'li yılların sonlarından itibaren kullanılmamıştır (Öğretmen 2015).

2.2.3.2 Domuzdamı Tipi YTÜ'leri

Domuzdamı türü YTÜ'de, taban şase iki ayrı parça halinde ön ve arkada çelik çubuklarla birbirlerine bağlantılı olup tavan sarması kapalı haldedir (Şekil 2.28). Konveyörün ötelenmesi ve tahkimatın kendisini ilerletmesi, taban şase altında ortada bulunan geniş oluğa yerleştirilen hidrolik piston sayesinde sağlanmaktadır. Hidrolik direkler taban şase ve tavan sarması arasında dikey olarak yerleştirilmiştir. Domuzdamı tipi YTÜ'lerde hidrolik direk sayısı 3 ile 6 arasında değişmekle birlikte, en popülerleri 4 direkli olanıdır. Bu tip YTÜ'ler çerçeve türü YTÜ'lere göre daha stabil ve masif yapıdadır. Ayrıca kullanım alanına sahip 6 direkli domuzdamı türü YTÜ'ler de bulunmaktadır (Öğretmen 2015).



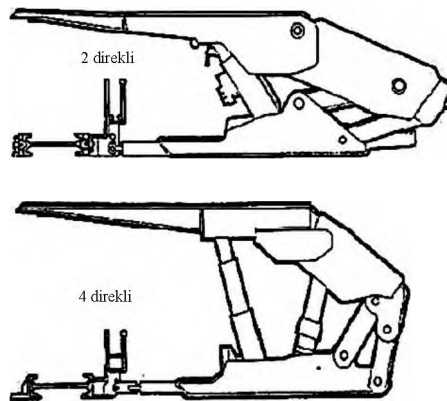
Dört direkli domuzdamı türü YÜ

Altı direkli domuzdamı türü YÜ

Şekil 2.28 Domuzdamı türü YÜ'ler (Öğretmen 2015).

2.2.3.3 Kalkan Tipi YÜ'leri

Kalkan tipi YÜ'ye kalkan formu verilerek göçük hattının YÜ'nün hemen arkasında oluşturulması sağlanır. Bu da kalkan tipi YÜ'nün en önemli özelliğidir. YÜ'ye göçük sarması ve lemniskat bağlantı sistemi eklenmiş olup bu bağlantı, arkada göçük sarması ile taban şase arasındaki bağlantıyı gerçekleştirmektedir. Genelde meyilli olan göçük sarması, tavan sarmasına menteşeli bağlanmakta ve lemniskat bağlantı ile de tahkimat kinematik olarak daha stabil hal almaktadır. Diğer taraftan göçük tarafını kapatması nedeniyle YÜ'nün ayna tarafına tavan taşı pasasının dökülmesini engellemektedir. Kalkan tipi YÜ'lerde hidrolik direkler genelde eğimli yerleştirilirler ve böylece geniş bir çalışma yüksekliği aralığı ve daha çok açık alan meydana gelmektedir. Bu tip YÜ'lerde tavan sarması, göçük sarması ve taban şase ara bağlantılı olduğundan yatay kuvvetlere daha dirençli olmaktadır. Kalkan tipi YÜ'lerin iki direkli ve dört direkli olmak üzere iki ayrı tipi vardır. İki direkli YÜ'lerde her iki direk tavan sarması ile taban şase arasına yerleşik haldedir. Dört direkli YÜ'lerde ön iki direk tavan sarması ile taban şase arasında; arka iki direk ise göçük sarması ile taban şase arasında bulunmaktadır (Şekil 2.19) (Öğretmen 2015).



Şekil 2.29 Kalkan türü YÜ'ler (Öğretmen 2015).

BÖLÜM 3

DOMUZDAMLARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Ansiklopedik olarak "dam" kelimesi eski Türkçede “tam” veya “ev”den türetilmiştir. Dam kelimesi, bir binanın, bir yapının üst yüzü, küçük ev, ahır veya hapisane anlamlarında kullanılmaktadır. Domuzdamı sözcüğü ise "domuz ahin/ağılı" ya da "domuz kafesi" anlamında kullanılmaktadır. Türk Dil Kurumu'nun Halk Ağzından Derleme Sözlüğü'nde ise şu anlamlara gelmektedir.

- a) Maden ocaklarında çökme tehlikesi olan yerlerde her tarafı ağaç direk ve ağaç kamalarla örülen bağ (Aliköy, Çaycuma – Zonguldak yöresi).
- b) Çay ve ırmaklarda taş ve ağaçlarla yapılan bent (Kargı – Çorum, Rize yöresi).
- c) Sel baskınlarına engel olmak için derelerin kenarlarına yapılan korkuluk (Düzköy, Keşap – Giresun yöresi).
- d) Suyun çıktığı kaynak ve çevresi, üzeri betonla kaplı su havuzu (Tanrıvermiş, Mecitözü – Çorum yöresi) (Ünlü ve Gerçek 2000).

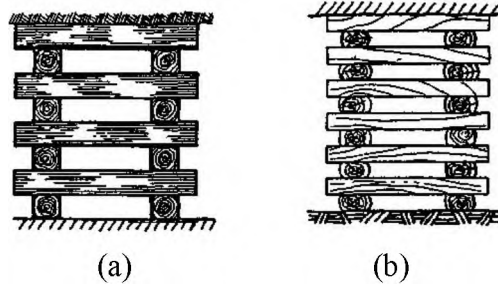
3.1 DOMUZDAMI TÜRLERİ

Domuzdamları genel bir tanımla, ayak arkasını göçertmeye yarayan, 120x20x20 ve 80x20x20 cm boyutlarında sert ağaçlardan (tercihen meşe) yapılmış bloklardır (Şekil 3.1) (Birön ve Arıoğlu 1980).

Ayrıca ÖGADD sisteminde kullanılan ve kayın veya meşe cinsi ağaçlardan meydana gelen hazır ahşap domuzdamı malzemesi; 20x15 cm kesite ve 120, 100 veya 150 cm arasında değişen uzunluklara sahiptir. Çok çeşitli türlere sahip olan domuzdamlarının en anlamlı sınıflaması üretildikleri malzeme türüne göre yapılan halidir. Bu şekilde; domuzdamları başlıca ahşap, metal ve beton gibi malzemelerden üretilmektedir ve bazı özel türleri de bulunmaktadır (Ünlü ve Gerçek 2000).

3.1.1 Ahşap Domuzdamları

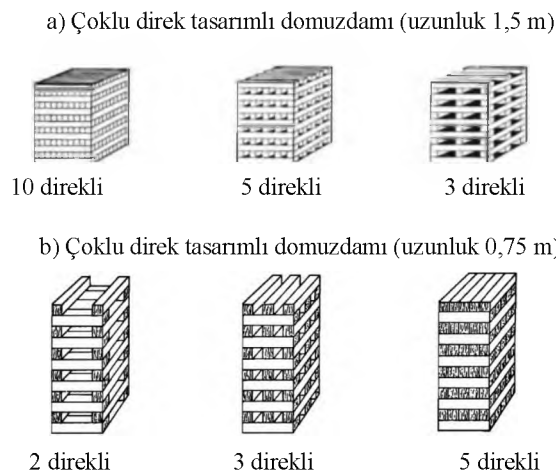
Ahşap domuzdamları; genelde 20x20 cm kesitli, aynı uzunluktaki (80-150 cm) ve paralel konumlu ahşap direk çiftlerinin, her kat birbirine dik olacak şekilde, üst üste düzenli olarak yığılmasıyla oluşturulur (Şekil 3.1 a). Geleneksel olarak, ülkemizde domuzdamı direkleri 30 cm çapındaki sert ağaçların (meşe, kayın, gürgen) dört taraftan 5'er cm'lik kısımlarının tıraşlanmasıyla elde edilir (Birön ve Arıoğlu 1980).



Şekil 3.1 Tipik ahşap domuzdamları (Ünlü ve Gerçek 2000).

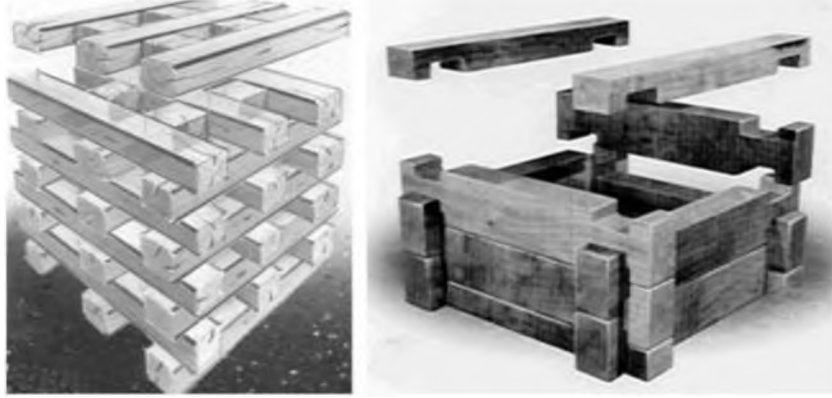
Domuzdamı direklerinde yük taşıyan yüzeylerin paralel olması duraylılık açısından çok önemlidir. Pratikte yalnızca iki paralel yüzün tıraşlanması, diğer iki yüzün de doğal olarak bırakılması tercih edilmektedir (Şekil 3.1 b). Domuzdamları, sert ağaçtan yapılmış sıkırma takozlarıyla sıkılır (Birön ve Arıoğlu 1980).

Bazı ülkelerde (ABD, vd.) her katta 3-10 arası değişen sayıda direkli tipler de kullanılmaktadır (Şekil 3.2). Tamamen dolu (bitişik düzende) direklerin oluşturduğu ahşap domuzdamlarıyla da karşılaşılabilir (Ünlü ve Gerçek 2000).



Şekil 3.2 Çok direkli ahşap domuzdamları (URL-1).

Ayrıca klasik ağaç domuzdamları, yük taşıma kapasitesini ve katılığı artırmak amacıyla özel şekillerde kurulmaktadırlar. Bunlara örnek olarak Hercules™ ve Link-N-Lock™ tipi domuzdamı verilebilir (Şekil 3.3) (Ünlü ve Gerçek 2000).



a) Hercules™ tipi

b) Link-N-Lock™ tipi

Şekil 3.3 Hercules™ ve Link-N-Lock™ tipi ahşap domuzdamları (URL-2).

3.1.2 Beton Domuzdamları

İçleri metal ızgaralarla desteklenmiş, gözenekli beton prizmaların klasik domuzdamı düzeninde veya sıkı düzende üst üste dizilerek oluşturulan domuzdamlarına beton domuzdamları (Şekil 3.4) olarak adlandırılmaktadır. Beton domuzdamlarının "Donut" tipi, simit şeklindedir ve ABD'de çoklu taban yolu düzenlerindeki uzunayaklarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 3.4). Literatürde, bu tip domuzdamlarının yük taşıma kapasitelerinin klasik ahşap domuzdamlarının (% 20' lik bir deformasyonla 1,5 MN (150 ton) yük taşıdığı rapor edilmiştir) 3-4 katına (4-5 MN), çok daha düşük bir deformasyonla ulaşabildikleri bildirilmektedir (Ünlü ve Gerçek 2000).



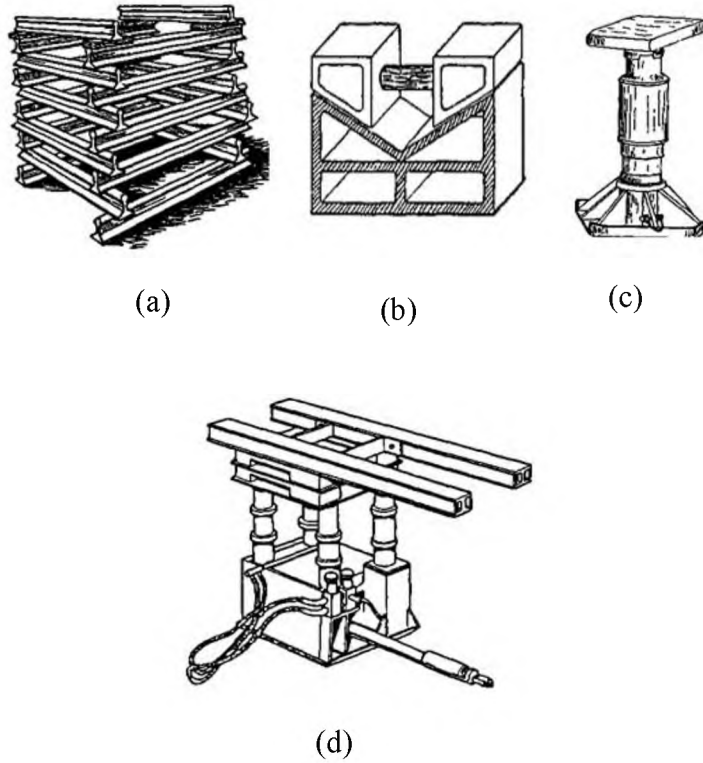
a) Izgaralarla desteklenmiş Beton domuzdamı

b) Donut tipi domuzdamı

Şekil 3.4 Beton Domuzdamı Türleri (URL-3).

3.1.3 Madeni Domuzdamları

Uygun uzunluklarda kesilmiş rayların üst üste konularak yapılan domuzdamları, madeni domuzdamlarının en ilkel türünü oluşturmaktadır (Şekil 3.5 a). Ancak, bu şekilde oluşturulan bir düzeneğin duraylılığını kolay yitirerek, özellikle eğimli koşullarda ve domuzdamının aşırı yüklenmesi durumunda tehlikelere yol açtığı görülmüş ve daha sonraları bu uygulama terk edilmiştir. Madeni domuzdamları daha sonraları, özellikle potas ocaklarında 0.6x0.6x1 m boyutlarında tek bir parça olarak üretilmiş ve basan ile uygulanmıştır. Yaklaşık 5 MN yük taşıma kapasitesine sahip bu düzeneklerin, bazı durumlarda, tavan ve taban tabakalarına batmaları nedeniyle sürekli olarak taşıyabilecekleri yük ancak 3 MN kadar olmuştur. Belçika'da geliştirilen "Mecapile" adı verilen domuzdamları, madeni domuzdamlarına örnek olarak verilebilecek diğer bir türdür. Bu tür domuzdamlarının üst kısmında konik iki parça bulunmaktadır ve saç levhalardan yapılmıştır (Şekil 3.5 b). Domuzdamının sıkılanması, konik parçalar bir ağaç fırçayla gerdirilerek sağlanmaktadır. Hidrolik direk prensibiyle çalışan (aslında geniş kesitli bir hidrolik direk olan) "Desford domuzdamı" madeni domuzdamlarının ilk örnekleri olarak gösterilebilir (Şekil 3.5 c). Bunlar, geniş başlık ve tabanları sayesinde domuzdamı olarak kullanılmıştır (Ünlü ve Gerçek 2000).



Şekil 3.5 Madeni domuzdamları (Ünlü ve Gerçek 2000).

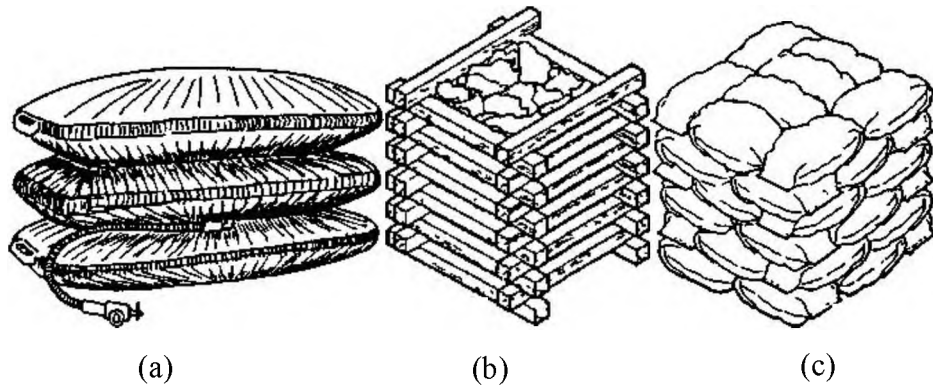
Madeni domuzdamına verilebilecek diğerk bir hidrolik domuzdamı türü ise "Seaman domuzdamı"dır. Bunlar kare kesitli ahşap domuzdamından doğrudan geliştirilmiştir. Bu tür domuzdamı, tek bir taban plakasına yerleştirilmiş hidrolik direklerden ve sarmalardan meydana gelmektedir (Şekil 3.5 d). Yukarıda bahsi geçen ilk türler, daha sonra domuzdamı tipi yürüyen tahkimatlara dönüştürülmüştür (Ünlü ve Gerçek 2000).

3.1.4 Özel Türler

Ahşap, beton ve madeni domuzdamı türlerinin dışında kalan bazı özel tip domuzdamları da kullanılmaktadır. Bu türe örnek olarak, şişme domuzdamları veya diğerk bir deyimle çok hücreli hava yastığı gösterilebilir (Şekil 3.6 a). Üç çeşit yükseklik aralığında bulunan ve kord bezinin kauçuk malzemeyle kaplanmasıyla üretilen, şişme domuzdamları, Ukrayna-Donbass kömür havzasındaki 0-90° eğimli ve 0,4-1,2 m kalınlığındaki ince kömür damarlarında uygulanmaktadır. Pasif bir tahkimat türü olan şişme domuzdamları, artan tavan yüküyle bünyesinde oluşan yüksek basınç sayesinde taşıma gücü oluşturmaktadır (Ünlü ve Gerçek 2000).

TTK ocaklarında pilot çapta denenmiş ve başarılı olunmuş hava yastıkları, 0,95-1,2 m² arasında değışen etkin yüzey alanlarına, 0,3-0,5 MPa şişirme basıncına ve 1,2-3,6 MPa'lık sınır basıncı değıerlerine sahiptir (Ünlü ve Gerçek 2000).

Bunların dışında, özellikle taban yolu kenar dolgusu olarak yaygın kullanılan taşlı domuzdamlarına (Şekil 3.6 b) ve içleri ince malzemeyle doldurulmuş paketlerin yığılmasıyla oluşturulan dolgu-domuzdamı türleri de literatürde geçmektedir (Şekil 3.6 c) (Ünlü ve Gerçek 2000).



Şekil 3.6 Özel tip domuzdamı örnekleri (Ünlü ve Gerçek 2000).

3.2 UYGULAMA ALANLARI

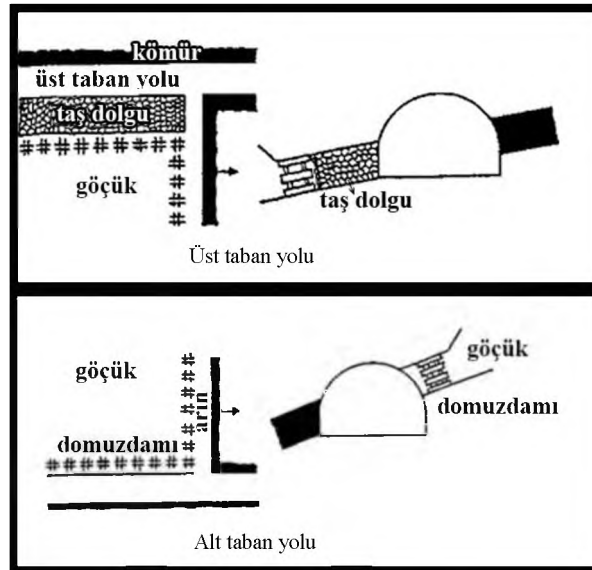
Yeraltı madenciliğinde değişik uygulama alanlarına sahip olan domuzdamlarının en önemli kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir (Ünlü ve Gerçek 2000):

- a) Ahşap tahkimatlı uzunayak madenciliğinde, ayağın gerisinde ve katılığı yüksek bir tahkimat hattını ayak boyunca oluşturup, tavan tabakalarının kırılmasını kolaylaştırarak ayak arkasının göçertilmesi (Şekil 3.7) (Ünlü ve Gerçek 2000).



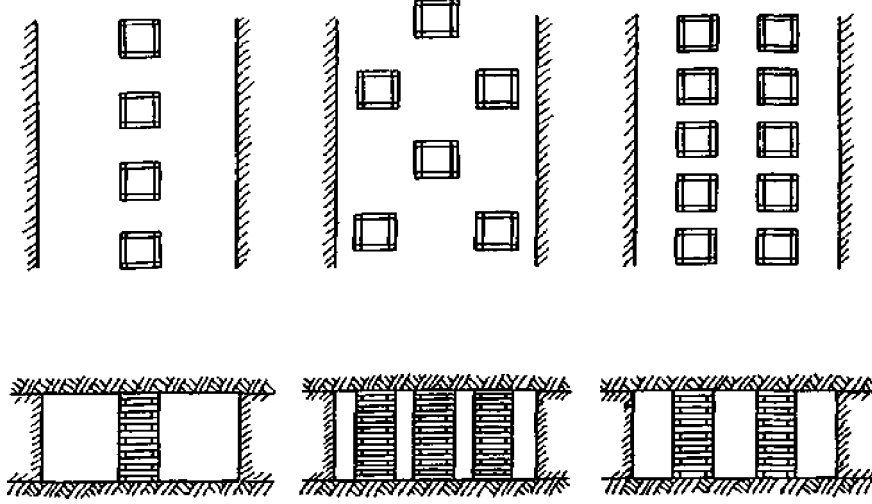
Şekil 3.7 Domuzdamının arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayakta ayak arkasının göçertilmesinde kullanımı (Ünlü ve Gerçek 2000).

- b) Taban yolu kenar takviyesi olarak uzunayaklarda kullanılması (Şekil 3.8) (Özarıslan 1995).



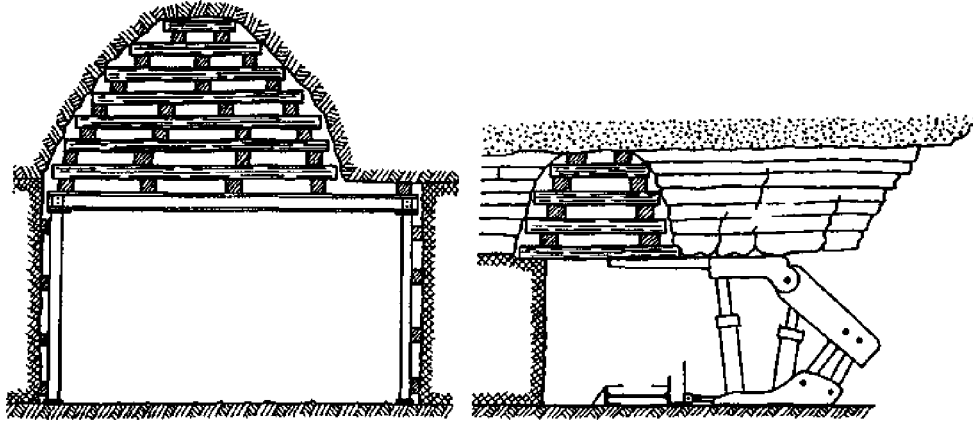
Şekil 3.8 Domuzdamlarının uzunayakta taban yolu kenar takviyesi olarak kullanımı (Özarıslan 1995).

c) Üst taban yollarında ana tahkimat elemanı olarak özellikle ABD uzunayak madenciliğinde kullanılması (Şekil 3.9) (Ünlü ve Gerçek 2000).



Şekil 3.9 Domuzdamlarının ABD uzunayak madenciliğinde üst taban yollarında kullanımı (Ünlü ve Gerçek 2000).

d) Uzunayak ve galerilerde tavan göçüklerinin oluşturduğu boşlukların doldurulmasında yardımcı tahkimat elemanı olarak kullanılması (Şekil 3.10) (Ünlü ve Gerçek 2000).



Şekil 3.10 Domuzdamlarının galerilerde (a) ve uzunayaklarda (b) oluşan göçük boşluklarının doldurulmasında kullanımı (Ünlü ve Gerçek 2000).

Domuzdamları ayrıca, yeraltındaki göçük açma ve deprem gibi doğal afetlerde bina enkazlarının altındaki canlıların kurtarılması çalışmalarında da kullanılmaktadır (Ünlü ve Gerçek 2000).

BÖLÜM 4

ÖN GERİLMELİ AHŞAP DOMUZDAMI (ÖGADD) TAHKİMAT SİSTEMİ

Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda ÖGADD sisteminin AR-GE çalışmalarına 2004 yılında başlanmış ve yaklaşık iki buçuk yıl sonra sistem son halini almıştır. AR-GE çalışmaları esnasında ön gerilme elemanının (hava yastığı) teknik özelliklerine, sistem ile birlikte kullanılacak ahşap domuzdamı malzemesinin boyutlarına ve mekanik özelliklerine karar verilmiştir. Sistem TTK'da 2007 yılında uygulanmaya başlanmıştır.

Uzunayakların büyük yük taşıma kapasiteleri ile bilinen domuzdamları TTK tarafından geliştirilen yeni sistem ile daha işlevsel bir hal almıştır. Sistemin ÖGADD olarak isimlendirilmesindeki amaç, domuzdamlarının ilk kuruldukları andan itibaren tavan yüklerini karşılamasıdır. Bu sayede ana tavanda göçme hareketi başlamadan yükler karşılanmakta ve güvenli bir çalışma ortamı oluşmaktadır. Ayrıca tavan yüklerini eşit bir şekilde taşımaları, etkili bir tavan kontrolü sağlamakta ve ayak arkasının düzgün bir hat şeklinde kesilerek göçertilmesine yardımcı olmaktadır (Dağdelen vd. 2007).

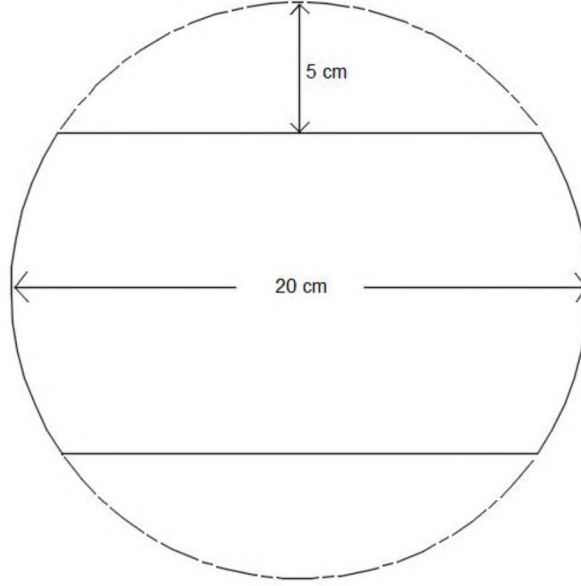
Klasik sistemde sıkırtma takozları ile sıkıtılan ve ayak içerisinde tavandan gelen yükler nedeniyle sıkışmış halde olan domuzdamlarının söküm işlemi, tek tek dört adet sıkırtma takozunun tokmakla yerinden çıkarılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Yeni sistemde ise domuzdamını sökme işlemi, hava yastığının vanalarının açılarak domuzdamlarının gevşetilmesiyle daha kolay ve pratik bir şekilde sağlanmıştır.

ÖGADD sistemi; hava yastığı, mukavemeti yüksek ve standart boyutlara sahip ahşap domuzdamı, ara bağlantı elemanları, basınç ölçer ve yastık koruyucu takozlardan oluşmaktadır.

4.1 HAZIR AHŞAP DOMUZDAMI (HDD) MALZEMESİNİN BOYUTLARI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Havzada uzun yıllar boyunca domuzdamı malzemesi olarak kayın ve meşe cinsi ağaçlar kullanılmaktadır. Kayın cinsi ağaçlar yoğun olarak Zonguldak ve Kastamonu bölgesinde, Meşe cinsi ağaçlar ise Trakya Istranca bölgesinde bulunan Orman Genel Müdürlüğü sahalarından

temin edilmektedir. 12 -20 cm aralığında çaplara sahip bu ağaçlar, TTK Müesseseleri direk harmanlarında iki paralel yüzeyinin hızsarda kesilerek ve 1-1,20 m boyunda hazırlanarak yeraltına gönderilmektedir. Şekil 4.1’de klasik ahşap domuzdamı malzemesinin hızsarda kesilen yüzeyleri kesik çizgi ile gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Klasik ahşap domuzdamı malzemesinin hızsarda kesilmiş halinin Şematik görünümü.

TTK ahşap malzeme alırken kesimi kış mevsiminde yapılan malzemeleri tercih etmektedir. Bunun sebebi malzemede meydana gelecek ardaklanmayı önlemektir. Yapraklı ağaçlarda kesimden sonra tomrukların biilip iŐlenmesine kadar orman ve depoda bekletme sırasında meydana gelen önemli mantar zararlarına ardaklanma denilmektedir. Yazın kesimi yapılan ormanda veya depoda bekletilen aa gövdeleri hızlı bir Şekilde ardaklanmaktadır (rs ve Keskin 2001). Bu durum aata renk değişimi ve rklere yol açmakta ve malzemenin dayanımını düşürmektedir.

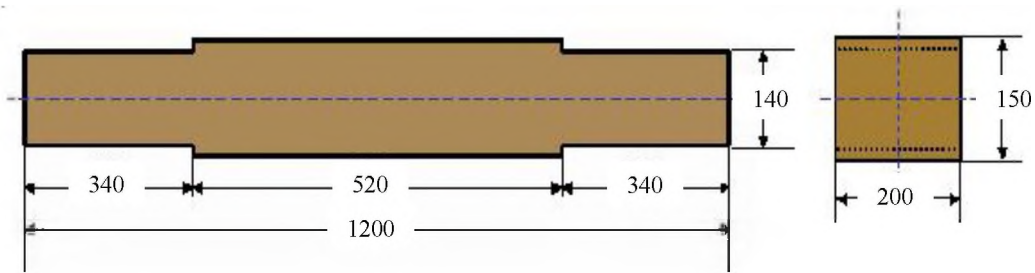
GADD sisteminde kullanılan HDD malzemesi, kesme (makaslama) ve eğilme direnci yüksek kayın ve meşe cinsi ağaçlardan temin edilmektedir. TTK ihale usulü ile bu ağaçları buharlama ve kesim işlemleri yapılmış halde satın almaktadır.

Çizelge 4.1’de bazı aa türlerinin %12 rutubetteki ortalama eğilme ve liflere paralel makaslama dirençleri verilmiştir (rs ve Keskin 2001).

HDD malzemesinin dizim kolaylığı ve meyilli ayaklarda kaymayı önlemek amacıyla çintili olmasına karar verilmiştir. Çintiler malzemenin iki ucundan 340 mm içeriye doğru ve kalınlığı 5 mm olacak şekilde hazırlanmaktadır. Sistemde kullanılan HDD malzemesinin boyutları Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bazı ağaç cinslerinin eğilme ve kesme dirençleri (Örs ve Keskin 2001).

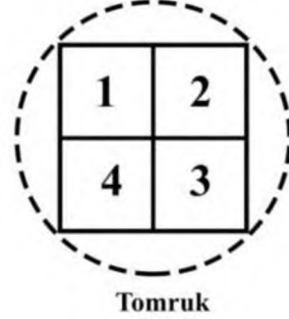
Ağaç Cinsi	Eğilme dayanımları (MPa)	Kesme (Makaslama) dayanımları (MPa)
İğne yapraklı ağaçlar		
Çam	98	10
Ladin	76	7
Douglaise	77	8
Yapraklı ağaçlar		
Melez	97	9
Kayın	121	15
Meşe	108	11
Dişbudak	118	13
Akasya	133	13
Kavak	59	6



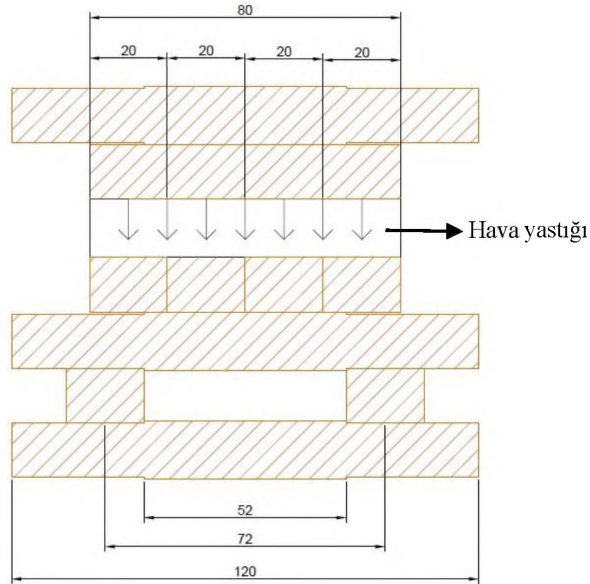
Şekil 4.2 HDD boyutları (mm) (Dağdelen vd. 2007).

Bunun dışında TTK, özel ocak koşulları ve Müessese talepleri doğrultusunda 1,20 m çintisiz, 1,00 m çintili, 1,15 m çintisiz ahşap domuzdamı malzemesi de tedarik etmektedir. HDD malzemesi için ihale usulü alım yapan TTK’nın teknik şartnamesinde, ahşap malzemenin ihale tarihinden en geç 1 yıl öncesine kadar kesimi yapılmış olması maddesi yer almaktadır.

HDD malzemesinin hazırlanması için teklif veren firmalar, enine kesitte 4 adet ahşap domuzdamı sıgacak şekilde geniş çaplı bir tomruğu kullanmaktadır (Şekil 4.3). Şekil 4.4’de ise HDD’leri kullanarak kurulan hava yastıklı domuzdamı sistemi gösterilmiştir.



Şekil 4.3 HDD malzemesinin tomruktan kesilerek hazırlanması ile ilgili şematik görünüm.



Şekil 4.4 ÖGADD sistemi ve boyutları (mm).

4.1.1 Hazır Ahşap Domuzdamı Malzemesinin Buharlama İşlemi

HDD malzemesi kesme işleminden sonra buharlama işlemine tabi tutulmaktadır. Buharlama işleminin TTK'nın HDD malzemesi alımı teknik şartnamesinde 100-130 °C arasında ve en az 48 saat süreyle yapılması gerektiği belirtilmektedir. Buharlama işlemi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

HDD malzemesini buharlama işlemine başlamadan önce, TTK şartnamesi doğrultusunda belirlenen boyutlarda kayın tomruklarından biçme işlemi yapılmakta ve yirmi beş adet HDD malzemesi her sırada beş adet olmak üzere beş sıra halinde paketlenmektedir. Paketler arasına

buhar sirkülasyonunu sağlamak amacıyla 5x5 cm boyutlarında 4 adet takoz koyularak fırına yerleştirilmekte ve hava almayacak şekilde buharlama fırınının kapağı kapatılmaktadır. Daha sonra kızgın su kazanı yakılmakta ve sıcaklığı 110-120°C'ye getirilmektedir. Buhar fırınının içerisinde bulunan su havuzundaki serpantinlere sıcak su dolaşımı sağlanmaktadır. Bu işlem ortalama 40 saat yapılarak buharlama fırınının içerisindeki sıcaklığın 100 °C'ye ulaşması sağlanmakta ve sıcaklık 100 °C'de iken 8 saat kadar daha buharlama işlemi devam etmektedir. Bu işlem ile kayın ağacının içerisindeki kendine özgü acı suyu diye tabir edilen suyun fırın içerisinde oluşan buhar sayesinde dışarıya atılması sağlanmaktadır. Buhar fırınının dışında bulunan tahliye vanası fırın sıcaklığı 90 °C'ye ulaştığı zaman açılmakta ve tahliye vanasından gelen suyun rengi kontrol edilmektedir. İlk aşamada tahliye vanasından koyu kahverengi renkte su gelmektedir ve zamanla bu suyun rengi şeffaflaşmaktadır. Tahliye vanasından gelen suyun rengi şeffaf hal aldığı zaman buharlama işlemi son bulmaktadır. Buharlama işleminin sona ermesinin ardından kazanın sıcak su dolaşımı kapatılmakta ve fırın içerisindeki sıcaklık ile dış ortam sıcaklığı farkı nedeniyle ağacın şoka girerek çatlama, eğilip bükülme gibi istenmeyen durumların meydana gelmesini önlemek için buharlama fırınının kapağı 1/4 oranında açılmaktadır. Kapağın tamamen açılması 4-5 saat sürmektedir. HDD malzemesinin buharlama işlemi yapılmadan önceki ve sonraki hali Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5 HDD malzemesine buharlama işlemi yapılmadan önceki ve sonraki hali.

TTK tarafından satın alınan HDD malzemesine teknik şartnameye göre 100-130 °C arasında ve en az 48 saat süreyle buharlama işleminin yapılması gerektiği belirtilmektedir. Oysaki buharlama işlemi yapılırken ortam sıcaklığının 100 °C'nin üzerine çıkmaması istenmektedir. Literatürde buharlama işlemi ile ilgili aşağıdaki açıklamalar yer almaktadır:

Buharlama ve kurutma işlemlerini birbirinden ayıran en önemli özellik, buharlama işlemi sırasında ağaç malzemenin rutubet kaybetmemesi olarak belirtilmektedir. Buharlama işleminin kurutma işlemi yapmaması için; ortam sıcaklığının 100 °C üzerine çıkmaması ve ortamdaki bağıl nemin %100 yani doymuş halde olmasıdır. Buharlama işlemi yapılması durumunda bütün direnç değerlerinde azalma olduğu bilinmektedir. Buharlama işleminde direnç değerlerinin düşmesinin asıl sebebi; yoğunlukta meydana gelen azalma olarak belirtilmektedir. Ünsal ve diğ. (1995), 80 °C'de 60 saat süreyle buharlama ile Doğu Kayınının hacimsel daralma değerinde %7,17, basınç direncinde %1,73, eğilme direncinde %2,59 ve elastisite modülünde %9,4 azalma tespit etmişlerdir. Yılğör ve diğ. (2001), 80°C'de 20, 50, 70 ve 100 saat buharlanmış kayın odununun fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde oluşan değişimleri incelemişler ve buharlama işleminin etkisiyle kayın ahşabının fiziksel ve mekanik özelliklerinin azaldığını tespit etmişlerdir. 100 saatlik buharlama işlemi sonucunda basınç dayanımı değerinde %13,2 ve elastisite modülü değerlerinde %16,5 azalma meydana geldiğini belirtmektedirler (Şendağ 2018).

Buharlama işlemi esnasında odundaki tenen ve doğal antiseptik maddeler yıkanmaktadır. Bu sebeple mantar ve böcekler buharlanmış oduna daha fazla zarar vermektedir. Buharlama işlemi odunun işleme özelliğini iyileştirmekte ve işlenmiş yüzeyler de normal odundan daha düzgün ve parlak bir hal almaktadır. Buna karşılık buharlandıktan sonra kurutulan odun gevreklediğinden kolay kırılır (Örs ve Keskin 2001).

Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında buharlama işleminden sonra buharlanan ahşap malzemenin direnç değerlerinde düşüş olduğu ve gevreklediği için kolay kırıldığı ve mantar ve böceklerin oduna daha fazla zarar verdiği görülmektedir. HDD malzemesini buharlama işlemine tabi tutmak hem maliyetleri arttırmakta hem de malzemenin dayanımını düşürmektedir. Bu sebeple HDD malzemesinin buharlama işlemine tabi tutulmaması gerekmektedir.

Kozlu TİM direk harmanında yapılan incelemede HDD malzemelerinde Şekil 4.6'da görüleceği üzere yer yer çatlamlar ve mantar oluşumları gözlemlenmiştir.

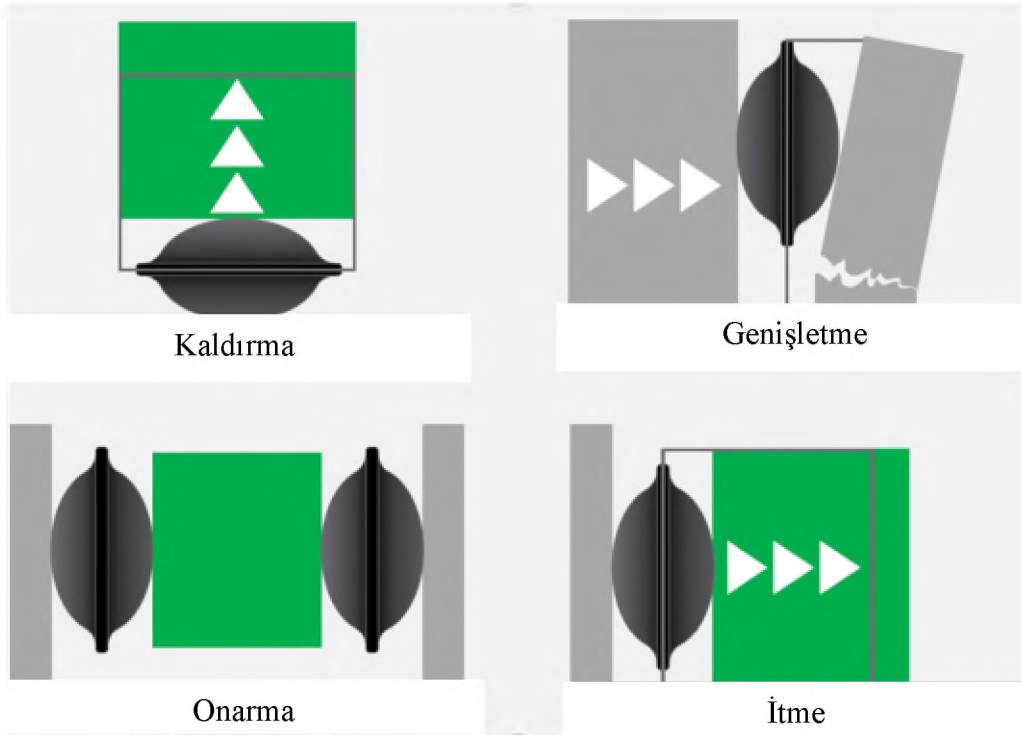
4.2 HAVA YASTIĞI

Hava yastıkları yer üstünde otomobilden büyük yük araçlarına kadar, devrilen araçların düzeltilmesi veya kaldırılması, ağır taş blokların kaldırılması, mermer bloklarının devrilmesi

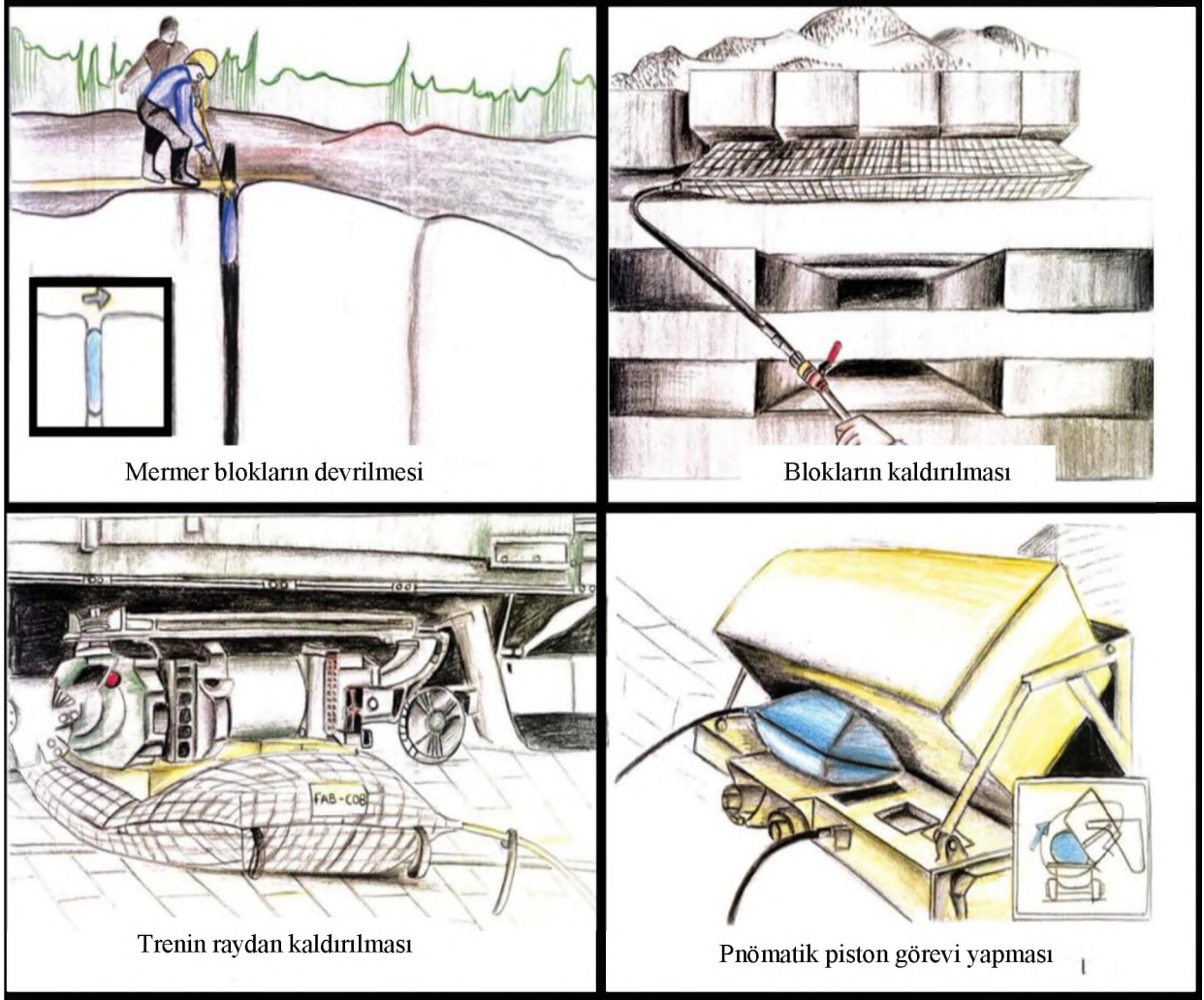
gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Hava yastıklarının kullanım amaçları Şekil 4.7’de kullanım yerleri Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.6 HDD malzemesinde meydana gelen çatlama ve mantar oluşumu.



Şekil 4.7 Hava yastıklarının kullanım amaçları (URL-4).

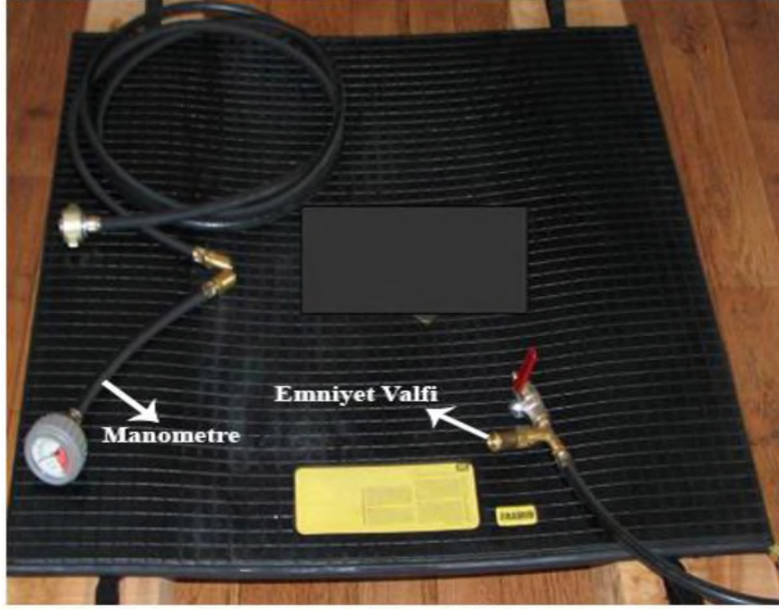


Şekil 4.8 Hava yastıklarının kullanım yerleri (URL-5).

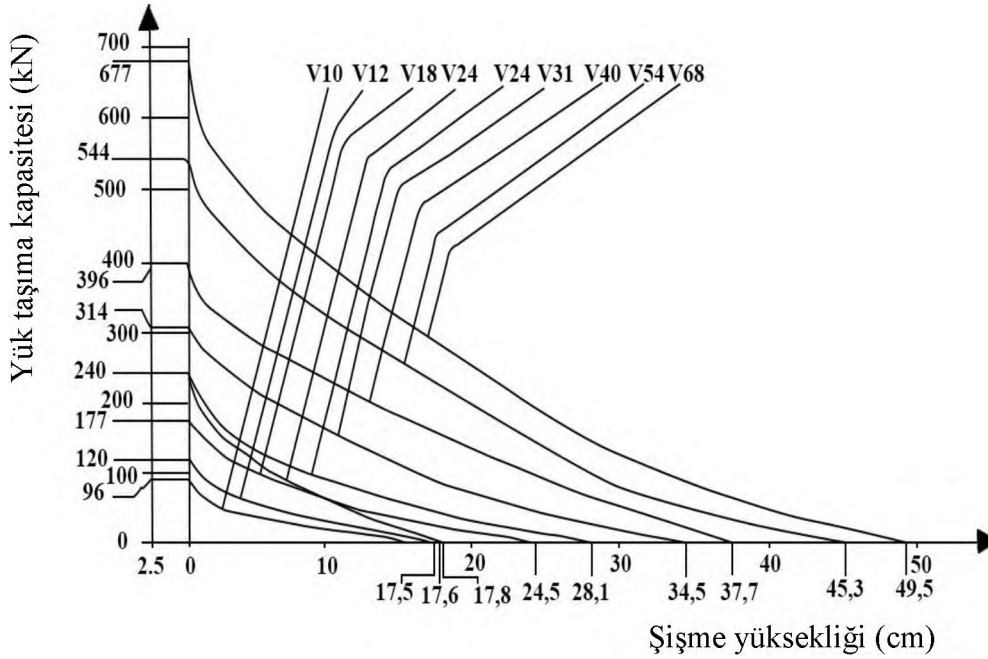
Sistemin en önemli parçası olan hava yastıklarının tespitinde farklı tip ve boyutlarda yastıklar denenmiş olup yeraltı koşullarına ve tavan basıncına uygun ayrıca sistemin bir bütün olarak çalışabilmesine imkan sağlayacak bir model seçilmiştir. TTK'ya ilk alınan Vetter marka hava yastıklarına ait teknik bilgiler Çizelge 4.2'de verilmiş olup bunlar içerisinde "Aramid" katkı doku ile kuvvetlendirilmiş V68 tipi seçilmiştir (Şekil 4.9). Vetter marka hava yastıklarının modellere göre "şişme yüksekliği-taşıma kapasitesi" grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.2 Vetter marka hava yastıklarının modellerine göre teknik özellikler (Dağdelen vd. 2007-2).

	V 10	V 12	V 18	V 20	V 24	V 31	V 40	V 54	V 68
Kal. Kuv. (kN)	94	118	174	190	235	308	388	533	664
Mak. Kal. Yüksekliği (cm)	20,3	20	27	28	30,6	37	40,2	47,8	52
EnxBoy (cm ²)	37 X 37	32 X 52	47 X 52	48 X 58	52X62	65 X 69	78 X 69	86 X 86	95 X 95



Şekil 4.9 Vetter marka V 68 tipi hava yastığının görünümü (Dağdelen vd. 2007-1).



Şekil 4.10 Vetter marka hava yastıklarının Modellere göre şişme yüksekliği taşıma kapasitesi grafiği (Dağdelen vd. 2007).

TTK'da 2007 yılından itibaren üç farklı tipte hava yastığı kullanılmıştır. Kullanılan hava yastıklarının marka ve modelleri ile teknik özellikler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 TTK’da kullanılan hava yastıklarının teknik özellikleri (TTK 2019-4).

Marka	Vetter	Sava	Çağ-Tek
Ürün Kodu	V 68	SLK64/51	LB 8620
Boyut (cmxcm)	95x95	91x91	95x95
Mak. Kaldırma Kuvveti (kN)	664	646	845
Mak. Kaldırma Yüksekliği (cm)	52	51	53
Mak. Çalışma Basıncı (bar)	8	8	10
Deney Basıncı (bar)	12		15
Min. patlama basıncı (bar)	32	>32,5	>40
Kalınlık (cm)	2,5	3	2,4
Normal İç Hacim (lt)	161,9	161,9	174,5
Ağırlık (kg)	21,9	25,3	27

4.3 MANOMETRE

ÖGADD sisteminde hava yastıklarına bağlanabilen manometre (Şekil 4.11) yardımıyla domuzdamlarına gelen basınç değeri ölçülebilmektedir. Manometreden okunan basınç değerleri ile domuzdamının zorlanma değerleri hesaplanabilmektedir. Ayrıca ayak içerisindeki ortalama yük yoğunluğunun hesaplanmasına da katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.11 Basınç ölçümünde kullanılan manometre (Dağdelen vd 2009).

Şekil 4.12’de TTK kullanılan ÖGADD sistemi gösterilmektedir.



Şekil 4.12 TTK ocaklarında kullanılan ÖGADD sistemi (Dağdelen vd. 2009).

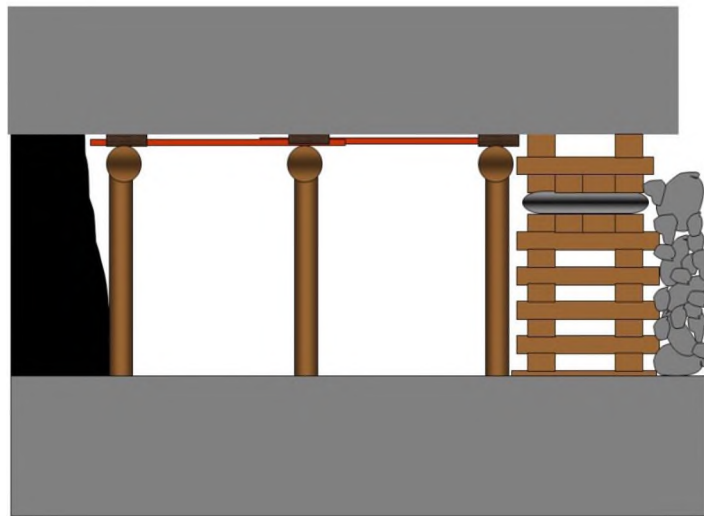
4.4 ÖGADD SİSTEMİNİN KURULUM VE SÖKÜM AŞAMALARI

TTK tarafından oluşturulan “Domuzdamı Sıktırma ve Sökme Yastığı İle Çalışma Talimatnamesi”nde sistemin kurulum ve söküm aşamaları belirtilmiştir.

4.4.1 Sistemin Kurulum Aşamaları

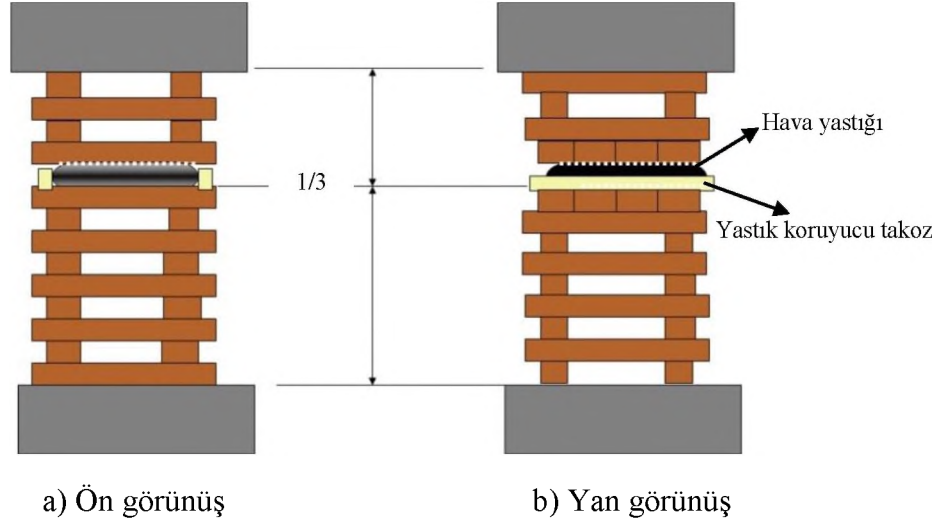
Sistemin kurulum aşaması aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- İyi temizlenmiş sert taban taşı üzerine domuzdamı malzemesi çintileri üst üste gelecek şekilde örülmelidir (Şekil 4.13).



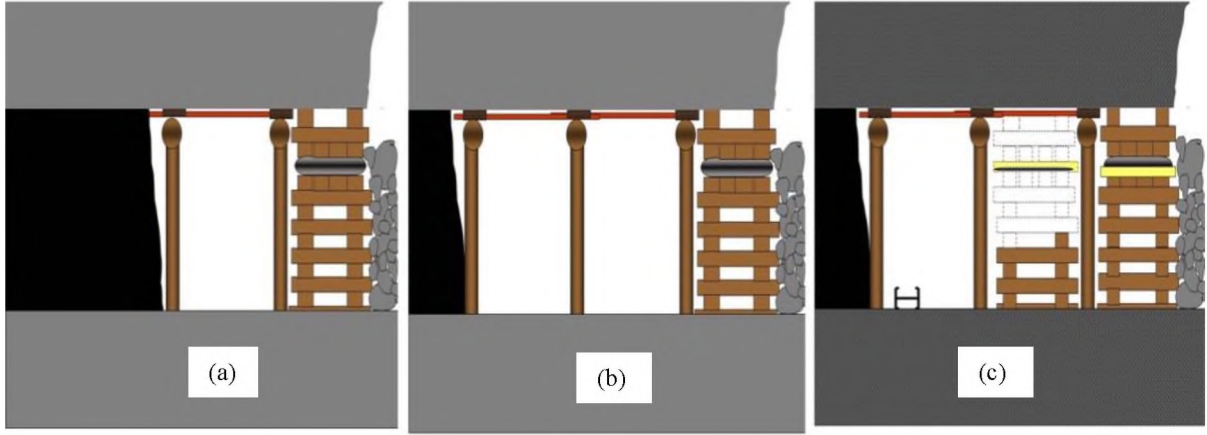
Şekil 4.13 Sıktırma Hava Yastıklı Domuzdamının Yandan Görünüşü (TTK 2007).

- b) Hava yastığı, domuzdamının yukarıdan aşağı takriben 1/3'üne yerleştirilmeli ve hava giriş valfi arın havesi tarafına gelmelidir (Şekil 4.14).



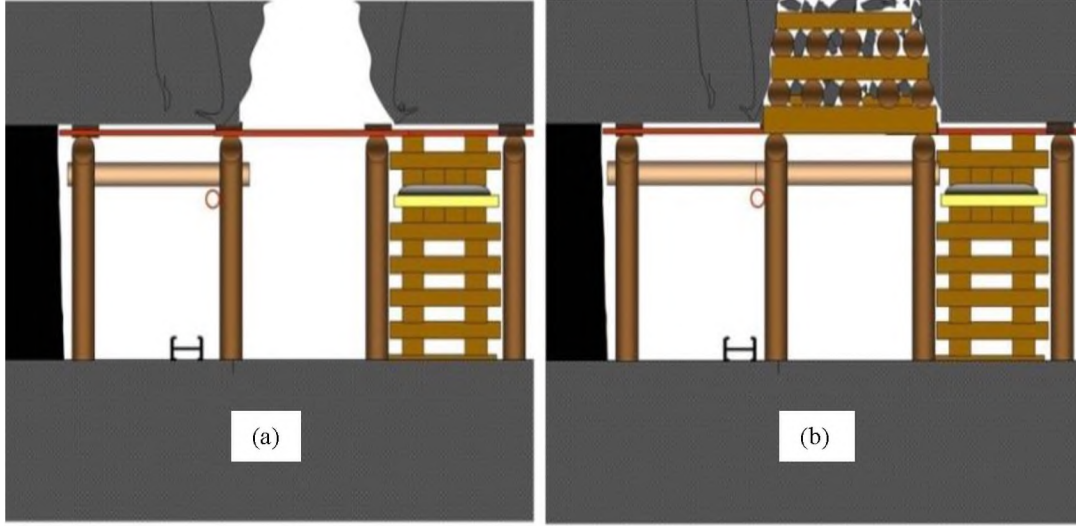
Şekil 4.14 Kurulumu yapılan domuzdamının görünümü ve yastık koruyucu takozların kullanımı (TTK 2007).

- c) Sıktırma hava yastığının alt ve üst sırasını oluşturan domuzdamı malzemeleri aralarında boşluk bırakılmayacak şekilde yan yana dizilmelidir.
- d) Domuzdamının, sıktırma hava yastığının altına gelecek kısmı dörder adet domuzdamı malzemesi yan yana dizilmeli ve bu malzemelerin üzerine sıktırma yastığı koyulmalıdır.
- e) Tavandan gelebilecek ani basınçlar karşısında hava yastıklarının tahliye basıncına ulaşabileceği durumlarda yastığın kolayca alınabilmesi için, yastığın her iki tarafı 10 cm yüksekliğinde 120 cm boyunda, 10 cm genişliğinde özel domuzdamı malzemesi ile korunmalıdır.
- f) Bu özel malzemenin üzerine, hava kaldırma yastığının tavanını oluşturacak şekilde yine yan yana 4 adet domuzdamı malzemesi dizdikten sonra, tavana kadar istif edilecek malzeme normal sıralı olarak tamamlanmalıdır.
- g) Hava yastığı ile domuzdamı malzemelerinin yüzeyleri tamamen temas edecek ve yük hava yastığına eşit dağılacak şekilde kurulmalıdır. Şekil 4.15 a'da sistemin kazı öncesi, Şekil 4.15 b'de kazı sonrası ve Şekil 4.15 c'de emniyet domuzdamı kurulumu gösterilmektedir.



Şekil 4.15 Kazı öncesi, sonrası ve emniyet domuzdamı kurulumu (TTK 2007).

- h) Kullanıcı, hava yastıklarının şişirilmesi esnasında hava giriş valfinin karşısında durmamalı ve başkalarının durmasına da müsaade etmemelidir.
- i) Sıktırma işlemi esnasında sıktırılan domuzdamının oynamaması için basınçlı hava kontrollü şekilde verilmeli ve domuzdamı güvenli mesafeden desteklenerek sabit durumda kurulum sağlanmalıdır.
- j) Azami sıktırma kuvvetine ulaşmak için, kenarlar hariç efektif tüm alan domuzdamı ile temas ettirilmeli ve şebekedeki azami çalışma basıncı uygulanmalıdır.
- k) Tavan kısmına kadar örülen domuzdamları üzerinde (tavan taşının düzgün olmaması, eski imalat veya akma dolayısıyla) boşluk oluşmuşsa (Şekil 4.16 a), boşluklar ağaç malzeme ile doldurulduktan sonra hava yastığı basınçlı havayla şişirilerek, domuzdamı yükü alacak şekilde taban ve tavan arasında iyice sıktırılmalıdır (Şekil 4.16 b).
- l) Hava yastığının şişirilmesi esnasında yastığın üstünde yer alan domuzdamlarının kaymaması sağlanmalıdır.
- m) Eğimli ayaklarda domuzdamlarının kaymaması için alt kısmına dayama direkleri dikilmeli, gerekirse payanda vurulmalıdır.



Şekil 4.16 Kazı sonrası tavanda boşluk oluşması (a) ve oluşan boşluğun doldurulmuş hali (b) (TTK 2007).

4.4.2 Sistemin Söküm Aşamaları

- Domuzdamları değiştirirken her ekip bir yedek domuzdamı yapacak kadar yedek dam direği hazırlayıp, önce emniyet domuzdamlarını yapmalı arkadaki domuzdamlarını sırayla söküp bir öndeki haveye taşıyarak kurmalıdır.
- Ayıklarda arın tahkimatı tamamlanmadan ve emniyet domuzdamı kurulmadan, arkadaki domuzdamının sökümü için hava yastıklarının havası indirilmemeli ve domuzdamları sökülmemelidir.
- Kullanıcı, sıktırma yastıklarının indirilmesi esnasında hava çıkış valfinin karşısında durmamalı ve başkalarının durmasına da müsaade etmemelidir.
- Domuzdamı malzemeleri teker teker dikkatle sökülmelidir.
- Eğimli ayıklarda domuzdamı malzemelerinin kaymasına karşı uygun önlemler alınmalıdır.

4.5 ÖGADD SİSTEMİNİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

ÖGADD sistemi tasarım ve deneme aşamalarından sonra standart halini almış olup 2007 yılında sistem bir bütün olarak TTK'ya bağlı Müessese Müdürlüklerinde (Kozlu ve Karadon) kullanılmaya başlanmıştır. Kozlu ve Karadon Müesseselerinde sistemin kullanıldığı panolara ait jeolojik özellikler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kozlu ve Karadon Müesseselerinde sistemin kullanıldığı panolara ait jeolojik özellikler (TTK 2001).

Müessese	Damar adı	Ana tavan	Çalışma Derinliği (m)	Damar Kalınlığı (m)	Damar Eğimi (°)
Kozlu	Sulu	Konglemera	-485/-560	2	32
Karadon	Hacımemiş	Gre	-360/-460	2-2,5	25-30

Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere yeni sistem ile ilk çalışılan panoların eğimi 25-32° arasındadır. Sulu Ayakta dönümlü, Hacımemiş Batı Panosunda ise ilerletimli uzunayak yöntemi ile üretim gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan sarmaların boyları 4 m olup domuzdamları her sarmaya iki tane gelecek şekilde dizilmiştir. Sistemin Kozlu Sulu Panoda kurulum aşamaları Şekil 4.17’de verilmiştir.

İlk uygulama ayaklarından olan Hacımemiş Batı Panosunda her gün birer defa olmak üzere toplam 15 gün domuzdamlarına gelen yükler ölçülüp kayıt altına alınmıştır (Çizelge 4.5). Çizelgede domuzdamları “DD” olarak kısaltılmış olup ölçüm yapılamayan alanlar “-” ile gösterilmiştir.



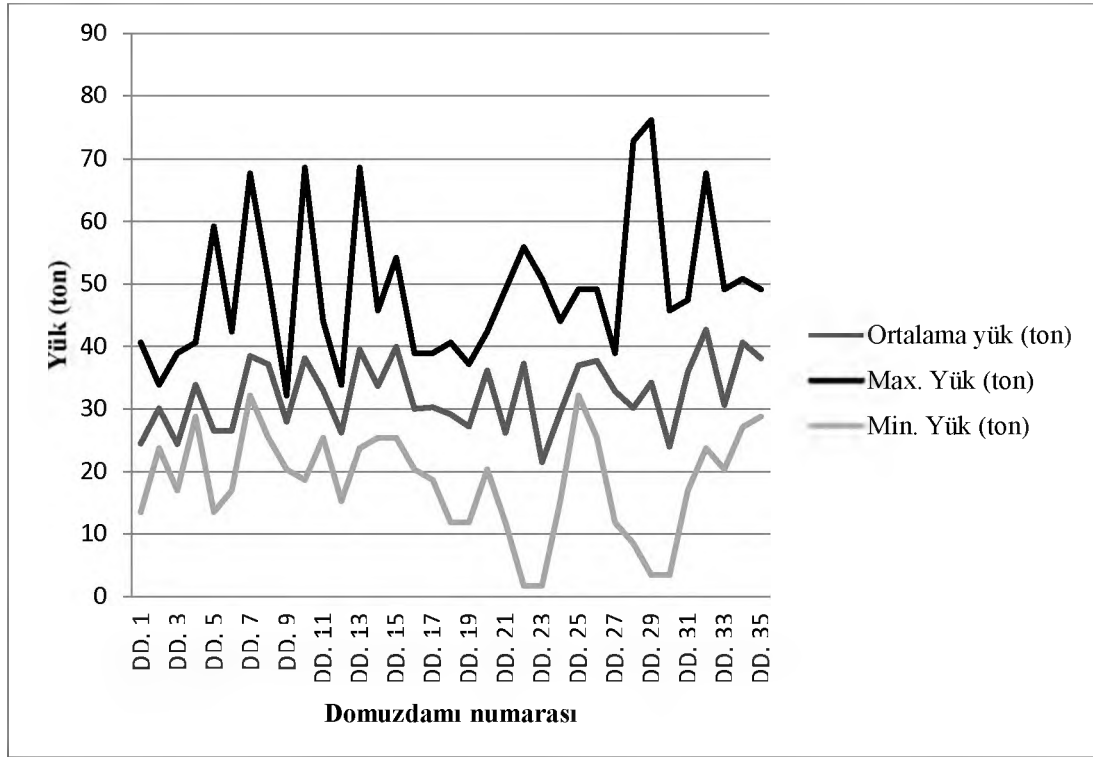
Şekil 4.17 ÖGADD sisteminin Sistemin Kozlu Sulu Panoda kurulum aşamaları (Yamudi 2008)

Çizelge 4.5 Karadon TİM 1. Ocak Hacımemiş Batı Ayak'ta domuzdamlarına gelen yükler
(Dağdelen vd. 2007-1).

DD no.	1. gün (t)	2. gün (t)	3. gün (t)	4. gün (t)	5. gün (t)	6. gün (t)	7. gün (t)	8. gün (t)	9. gün (t)	10. gün (t)	11. gün (t)	12. gün (t)	13. gün (t)	14. gün (t)	15. gün (t)
DD - 1	27,1	32,2	27,1	27,1	25,4	20,3	22,0	20,3	25,4	15,2	13,5	13,5	30,5	40,6	27,1
DD - 2	33,9	23,7	25,4	28,8	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	32,2	30,5	32,2	32,2	32,2	27,1
DD - 3	20,3	16,9	18,6	28,8	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	38,9	30,5	35,5
DD - 4	33,9	28,8	30,5	32,2	33,9	33,9	33,9	33,9	35,5	35,5	35,5	37,2	40,6	33,9	28,8
DD - 5	20,3	28,8	25,4	25,4	27,1	22,0	25,4	20,3	16,9	16,9	15,2	13,5	47,4	59,2	33,9
DD - 6	20,3	28,8	28,8	27,1	28,8	25,4	25,4	25,4	22,0	20,3	18,6	16,9	33,9	42,3	33,9
DD - 7	32,2	33,9	35,5	37,2	37,2	35,5	35,5	33,9	37,2	37,2	37,2	37,2	45,7	67,7	33,9
DD - 8	25,4	28,8	33,9	35,5	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	38,9	40,6	-	50,8	32,2
DD - 9	23,7	23,7	27,1	27,1	30,5	20,3	30,5	28,8	30,5	30,5	32,2	30,5	-	-	-
DD - 10	30,5	27,1	32,2	37,2	42,3	40,6	40,6	40,6	38,9	37,2	37,2	37,2	42,3	68,6	18,6
DD - 11	33,9	33,9	33,9	33,9	38,9	33,9	44,0	33,9	30,5	28,8	27,1	25,4	27,1	35,5	33,9
DD - 12	23,7	33,9	32,2	33,9	32,2	27,1	28,8	28,8	20,3	16,9	25,4	15,2	-	-	22,0
DD - 13	30,5	33,9	35,6	40,6	44,0	42,3	42,3	40,6	38,9	38,9	37,2	35,5	-	68,6	23,7
DD - 14	30,5	25,4	28,8	35,5	40,6	35,5	38,9	33,9	32,2	30,5	30,5	28,8	37,2	45,7	30,5
DD - 15	33,9	33,9	38,9	49,1	54,2	40,6	35,5	38,9	42,3	44,0	47,4	45,7	25,4	35,5	33,9
DD - 16	20,3	33,9	33,9	37,2	38,9	33,9	35,5	33,9	27,1	25,4	23,7	22,0	27,1	32,2	25,4
DD - 17	25,4	18,6	33,9	38,9	38,9	33,9	37,2	32,2	30,5	28,8	27,1	25,4	18,6	33,9	30,5
DD - 18	32,2	20,3	35,5	40,6	40,6	33,9	35,5	33,9	23,7	22,0	23,7	16,9	11,8	32,2	33,9
DD - 19	32,2	32,2	35,5	37,2	33,9	27,1	28,8	27,1	16,9	15,2	13,5	11,8	33,9	32,2	30,5
DD - 20	32,2	30,5	35,5	42,3	42,3	42,3	42,3	40,6	40,6	40,6	38,1	38,9	20,3	27,1	28,8
DD - 21	32,2	33,9	35,5	40,6	25,4	18,6	20,3	20,3	15,2	13,5	13,5	11,8	49,1	32,2	30,5
DD - 22	33,9	28,8	37,2	30,5	55,9	52,5	54,2	30,5	49,1	47,4	47,4	45,7	1,7	30,5	13,5
DD - 23	33,9	33,9	33,9	50,8	16,9	11,8	16,9	19,5	11,8	11,8	11,8	1,7	15,2	28,8	23,7
DD - 24	33,9	33,9	35,5	16,9	33,9	28,8	30,5	30,5	20,3	35,5	16,9	15,2	35,5	30,5	44,0
DD - 25	38,9	32,2	33,9	35,5	35,5	33,9	35,5	35,5	35,5	33,9	35,5	38,9	42,3	38,9	49,1
DD - 26	37,2	49,1	25,4	35,5	37,2	40,6	30,5	38,9	40,6	40,6	35,5	42,3	35,5	38,9	37,2
DD - 27	32,2	37,2	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	11,8	38,9	16,9
DD - 28	37,2	33,9	33,9	33,9	33,9	30,5	33,9	72,8	25,4	23,7	22,0	8,5	23,7	15,2	23,7
DD - 29	28,8	40,6	35,5	76,2	32,2	28,8	32,2	71,1	27,1	25,4	27,1	23,7	3,4	27,1	
DD - 30	38,9	33,9	28,8	45,7	-	25,4	27,1	27,1	13,5	11,8	15,2	3,4	8,5	32,2	-
DD - 31	47,4	44,0	16,9	33,9	-	-	-	-	-	-	-	-	37,2	-	-
DD - 32	33,9	33,9	67,7	54,2	-	-	-	-	-	-	-	-	23,7	-	-
DD - 33	49,1	25,4	45,7	20,3	-	28,8	27,1	28,8	27,1	25,4	25,4	30,5	-	33,9	-
DD - 34	30,5	50,8	44,0	27,1	-	42,3	42,3	42,3	40,6	40,6	38,9	37,2	-	50,8	-
DD - 35	35,5	37,2	-	49,1	-	42,3	44,0	42,3	35,5	33,9	32,2	28,8	-	-	-

Yapılan ölçümlerde yüklerin genelde 15-55 ton aralığında olduğu görülmüştür. Domuzdamlarına gelen maksimum yük 76,2 ton, minimum yük 1,7 ton ve ortalama yük 32,2 ton olarak ölçülmüştür.

Domuzdamlarına gelen maksimum, minimum ve ortalama yükler Şekil 4.18’de verilmiştir. Her bir domuzdamına gelen yükler ayrı ayrı grafik olarak Ek B’de verilmiştir.



Şekil 4.18 Hacımemiş Batı Panosunda domuzdamlarına gelen maksimum, minimum ve ortalama yükler.

4.6 TTK’DA KULLANILAN HAVA YASTIKLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Sistemin en önemli parçası olan hava yastıklarının teknik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmış ve standartlar belirlenmiştir. Belirlenen standartlar doğrultusunda TTK tarafından hava yastığı alım ihaleleri düzenlenmiş ve yapılan ihaleler sonucunda, ilk etapta 2006 yılında 950 adet Vetter marka hava yastığı satın alınmıştır. Sistemin zamanla havzaya yayılması üzerine 2010 yılında, 1.098 adet Sava, 2014 yılında 660, 2015 yılında 310 ve 2017 yılında 200 adet olmak üzere toplam 1.170 adet Çağ-Tek marka hava yastığı satın alınmış olup halen kullanılmaya devam edilmektedir.

TTK, hava yastıklarının kullanımında karşılaşılan olumsuzlukları gidermek amacıyla, yaptığı ihalelerde hava yastıklarının özelliklerine dair iyileştirmelere gitmiştir. Çizelge 4.6’da 2006-2017 yılları arasında yapılan ihalelerin teknik şartnamelerinde bulunan özellikler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.6 2006-2017 Yılları arasında TTK tarafından yapılan ihalelerin Teknik Şartnamelerinde yer alan özellikler.

İhale Tarihi	Kaldırma Kuvveti (kg)	Mak. Çalışma Basıncı (bar)	Deney Basıncı (bar)	Patlama Basıncı Min. (bar)	Emniyet Valfi (bar)	Lastik Korumalı Manometre	Hortum (Tek Kat Çelik Örgü)
19.06.2006	67.700	8	12	>32,5	-	Var	Yok
09.10.2006	67.700	8	12	>32,5	-	Var	Yok
05.11.2014	85.500	10	15	>40	10	Yok	Var
05.08.2015	85.500	10	15	>40	10	Yok	Var
20.03.2017	85.500	10	15	>40	10	Yok	Var
08.05.2017	85.500	10	15	>40	10	Yok	Var
05.06.2017	85.500	10	15	>40	10	Yok	Var

2006 yılında yapılan ihalelerin teknik şartnamelerinde hava yastığının kaldırma kuvveti 67,7 ton olarak talep edilirken, sonraki yıllarda yapılan ihalelerde bu özellik 85,5 ton'a çıkarılmıştır. Hava yastıklarının kaldırma kuvvetlerinin artırılması neticesinde kaldırma kapasiteleri artmış ve sönmülmeye neden olan sebeplerden biri en aza indirilmiştir.

Hava yastıklarının kaldırma kuvvetlerinde yapılan artırım (85,5 ton) ile yastıkların çalışma basıncı da artmıştır. 67,7 ton'luk kaldırma kuvveti olan yastıkların çalışma basıncı 8 bar olarak belirlenmiş olup daha sonra çıkılan ihalelerde 85,5 ton'luk kaldırma kuvvetine sahip yastıkların çalışma basıncı 10 bar olarak belirlenmiştir (Ek A).

Diğer taraftan deney basıncı zamanla 12 bar'dan 15 bar'a yükselmiştir. Deney basıncı; İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği gereğince, çalışma basıncının 1,5 katı olmaktadır.

2006 yılında talep edilen hava yastıklarında patlama basıncı minimum 32,5 bar iken bu değer emniyet katsayısı oranında 40 bar olmuştur. Bunun nedeni ise 22 Mayıs 2008 tarihinde yayınlanan TS EN 13731 standardına göre patlama basıncı değerinin emniyet katsayısı, çalışma basıncının dört katı olacak şekilde belirlenmesidir.

Ocak şartlarında kullanılan hava yastıklarının aşırı basınç altında patlayarak iş güvenliği açısından bir risk oluşturmaması ve tamiri mümkün olmayacak şekilde hasar görmesini önlemek amacıyla yastıkların hortumları üzerinde emniyet valfi bulunmaktadır. 2006 yılında çıkılan ihalelerde emniyet valfinin devreye gireceği değer belirtilmemiş olmasına karşın daha sonraki yıllarda bu değer 10 bar olarak belirtilmiştir.

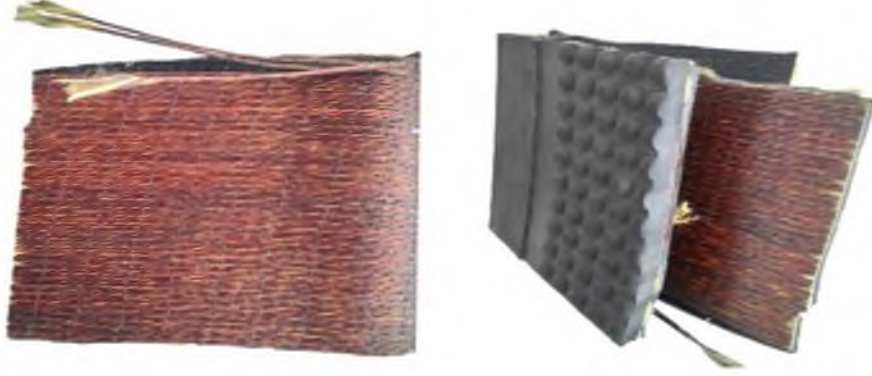
2006 yılında çıkılan ihalelerde hortum kısmında çelik tel örgü talebi bulunmamaktadır. Hortumların, çalışılan have tarafında olması, lağım atılması, kavlak düşmesi, balta veya kesim motoruyla ahşap domuzdamını sökmek için yapılan kesimler ve işçilerin gidiş-geliş sırasında hortumlara takılmaları nedeniyle zarar gördüğü tespit edilmiştir. Uygulamada görülen aksaklıklar nedeniyle ocak içi çalışma koşullarına uygun olacak şekilde hava yastıklarının hortumlarında tek kat çelik tel örgü olması şartı, ihale teknik şartnamelerine eklenmiştir. Bu sayede hortumların dayanımı arttırılmıştır.

İlk alınan hava yastıklarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri de yastığın balonlaşma yapmasıdır. Hava yastığının kauçuk kaplaması ile aramid tabakası arasına hava girmesi sonucu iki tabakanın birbirinden ayrılarak balonlaşma yapması, yastığın kullanılamaz hale gelmesine neden olmuştur. İmalattan kaynaklanan balonlaşma probleminin önlenmesi amacıyla şartnameye ilave madde eklenmiştir.

TTK'da hazırlanan hava yastığı alım ihalelerinin teknik şartnamelerinde değişmeyen özellikler bulunmaktadır. Bu özellikler hava yastıklarının; yeraltı koşullarında madeni yağlara ve ozona karşı dayanıklı, yanıcı ve patlayıcı ortamların mevcut olması sebebiyle alev geciktirici ve antistatik özellikte ve ayrıca -4 ila +80 °C arasında çalışma sıcaklığına uygun, yüzeydeki kauçuğun aramid kord bezi ile kuvvetlendirilmesi, alt ve üst yüzeylerinde kaymayı önlemek amacıyla desenli olması şeklinde sıralanabilir.

Hava yastıklarında olması istenilen kord bezi, büküm verilmiş ve katlanmış ham ipliklerin dokunmasıyla elde edilir. Lastiği oluşturan kauçuk karışımları ile yapıştırılan kord bezi, bir veya birkaç katmandan oluşan karmaşık ve kompozit bir üründür (URL-6). Aramid ise naylon sınıfından bir polimerdir. Kevlar adı ile de bilinir. Çeliğe yakın bir sertliği vardır (URL-7). TTK'nın aramid katkılı kord bezi tabakasının hava yastıklarında bulunmasını istemesinin sebebi, yeraltı koşullarında hava yastıklarının darbelere ve aşırı basınçlara karşı daha dayanıklı olmasını sağlamasıdır. Şekil 4.19'da Sava marka hava yastığına ait aramid doku ve hava yastığının kauçuk tabakası ile aramid tabakasının görünümü verilmiştir.

ÖGADD sisteminin en önemli parçası olan hava yastıklarının alımı TTK tarafından farklı tarihlerde yapılan ihaleler neticesinde gerçekleşmiş olup sistemin uygulanmaya başlanmasından itibaren satın alınan hava yastıklarının TTK bünyesine dahil edilme tarihleri ve adetleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.



a) Aramid tabaka

b) Kauçuk ve aramid tabaka

Şekil 4.19 Sava marka hava yastığına ait aramid doku ve hava yastığının kauçuk tabakası ile aramid tabakasının görünümü.

Çizelge 4.7 2006-2017 tarihleri arasında TTK'nın satın aldığı hava yastıklarının markaları ve adetleri.

Markası	Adet	Tarih
Vetter	950	2006
Sava	1.098	2010
Çağ-Tek (TİB LB 8620)	660	2014
Çağ-Tek (TİB LB 8620)	310	2015
Çağ-Tek (TİB LB 8620)	200	2017
Toplam	3.218	

4.7 ÖN GERİLME YASTIKLARININ ARIZA VE KULLANIM DIŞI KALMA SEBEPLERİ

TTK'da, arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayak yöntemi ile üretim geniş yer tutmakta ve bu yöntemde yalancı tavanın göçertilmesi ve ana tavanın kırılması sırasında tahkimata gelen aşırı yükler, tahkimatta istenmeyen sorunlar yaşanmasına neden olabilmektedir. Çeşitli yeraltı koşulları ve kullanım hataları nedeniyle arızalanan hava yastıkları, göçük altında kalmadığı müddetçe yerüstüne çıkarılmakta ve müesseseler bünyesinde bulunan atölyelere gönderilmektedir. Atölyelerde arızalar tespit edilip tamir edilmekte eğer tamiri mümkün değilse

yastıklar kullanım dışı kalmaktadır. Hava yastıklarının yüzeyinde meydana gelen yırtıklar, yastığın hortuma bağlantı noktasının yastık tarafından kopması gibi arızalar tamir edilemediği için kullanım dışı kalmaktadır. Bunun dışında hortumlarda veya hortum bağlantı elemanlarında meydana gelen arızalar tamir edilebilecek durumdaysa tamir edilmekte veya hortum kısmı tamamen değiştirilmektedir.

TTK'da hava yastıklarının incelenmesi ve takibi 2007 yılından itibaren yapılmaktadır. TTK'da karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri sunmak ve sistemi iyileştirmek amacıyla bir komisyon kurulmuştur. Gerek komisyon raporlarında iletilen sorunlar ve gerekse yerinde yapılan görüşmeler ve incelemeler sonucunda, hava yastıklarının arıza ve kullanım dışı kalma sebepleri derlenmiş ve aşağıda açıklanmıştır.

4.7.1 Hava Yastıklarının Sönümlenmesi

Hava yastıklarının aşırı yük altında sönümlenmesi karşılaşılan sorunlar arasında yer almaktadır. Hava yastıklarının sönümlenme problemi ayak ilerleme hızının düşük olmasından dolayı domuzdamlarının uzun süre ötelenememesi ve bu arada ana tavanın kırılması sonucu domuzdamlarına gelen yüklerin aşırı artması sonucunda meydana gelmektedir. Sönümlenme olayının asıl sebebi ise; hava yastıklarının patlama basıncına ulaşmasına izin verilmeden içerisinde bulunan havanın boşaltılmasını sağlayan mekanizmanın devreye girmesidir. Emniyet valfi olarak adlandırılan bu mekanizma, hava yastığının içerisindeki basınç değerinin 10 bar'a ulaşması halinde içerideki havayı boşaltmaktadır. Emniyet valfi, hava yastığının aşırı yük altında zarar görmemesi, patlayarak iş güvenliği açısından herhangi bir sorun oluşturmaması için kullanılmaktadır. Hava yastığının hortum kısmı ve emniyet valfi Şekil 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.20 Hava yastığı hortum kısmı ve emniyet valfi.

Sönümlenme hareketi ayrıca hortum bağlantı parçalarının sızdırmazlığı sağlayamaması nedeniyle de meydana gelebilmektedir. Bu nedenle son talep edilen yastıkların bağlantı noktaları hakkında sağlamlığın artırılması ile ilgili talepler eklenmiştir. Diğer taraftan 2014

yılından itibaren alınan yastıklarda kaldırma kuvvetinin 86,2 ton'a çıkarılması sorunun çözümünde büyük rol oynamıştır. Şekil 4.21'de Sava marka hava yastığına ait hortumda meydana gelen yarıma görülmektedir.



Şekil 4.21 Sava marka hava yastığına ait hortumda meydana gelen yarıma.

Sönümlenme olayının sonucunda, aşırı basıncın da etkisiyle, yastığın bulunduğu domuzdamının sökülmesi imkansız hale gelebilmektedir. Sıkışan yastığı çıkarmak için birkaç domuzdamı parçası kesilebilmekte ve yastığı yerinden çıkarmak için tutma yerlerinden çekilmekte veya hortum bağlantıları zorlanmaktadır. Bu esnada yastık kenarlarında ezilme ve yarılmalar, bağlantı parçalarında çatlamlar, hortumlarda yırtık veya kesikler ve yastık yüzeyinde hızır ve balta kesikleri oluşmaktadır. Hava yastıklarının yüzeyinde bulunan sızdırmazlığı engelleyecek deformasyonlar (kesikler, yırtıklar) yastığın kullanılmaz hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu durumda olan yastıklar kullanım dışı kalmaktadır. Şekil 4.22'de hava yastıklarında meydana gelen deformasyonlar görülmektedir.



Şekil 4.22 Hava yastıklarında meydana gelen deformasyonlar.

Yeraltında herhangi bir aşırı yüke maruz kalmadığı halde havası inmiş yastıklar yer üstünde bulunan atölyelerde kontrol edilmektedir. Hava kaçıran bölge bazen gözle görünmeyecek

şekilde olabilmektedir. Yastıkta kaçırılan bir bölge olup olmadığını anlamak için hava yastığı şişirilmekte ve yüzeyine su dökülerek hava kaçağının olduğu noktalar tespit edilmektedir. Şekil 4.23’de şişirilmiş hava yastığının su ile kontrolü görünmektedir. Şekilde de görüldüğü üzere 1. ve 2. bölgelerde hava kaçağı mevcuttur.



Şekil 4.23 Şişirilmiş hava yastığının su ile kontrolü.

4.7.2 Hava Yastıklarında Hortum Problemi

2007 ve 2009 yıllarında alınan tüm yastıklarda en önemli arıza sebebi hortum kısmı olmuştur. Bu sorunlar gerek kullanıcı olan işçilerden gerek ocak içi çalışma şartlarından ve gerekse üretici firmadan kaynaklanmaktadır.

Bazı ocaklarda kazı kolaylığı sağlamak amacıyla dinamit kullanılmaktadır. Dinamit patlatılması esnasında, patlama yerinin karşısında bulunan hava yastıklarına taş, kömür parçaları çarpmakta veya patlama sonrasında çıkan tel parçaları saplanmaktadır. Bu nedenlerle hava yastıklarının ve yastığa bağlı hortumların zarar gördüğü tespit edilmiştir. Hava yastıklarını fiziki darbelerden korumak amacıyla önlerine hareketli bant perdeler yapılmıştır. Söz konusu bant perdelerin kullanımı ile domuzdamlarında taş kesmesi ve kapsül teli batması nedeniyle arızalar önlenmiştir. Ayrıca yanlış kullanımdan dolayı yastıkların hortumlarında meydana gelen sorunları önlemek amacıyla işçilere sistem hakkında eğitimler verilmiştir (TTK 2011).

Hava yastığının hortum kısmının sızdırmazlık kontrolü ve emniyet valfinin istenilen değere (mevcut emniyet valf değeri 10 bar) ayarlanması işi için Kozlu Müessesesi atölyesinde bir düzenek kullanılmaktadır. Düzenek atölyede hazırlanmış olup 16 bar’a kadar basınç verebilmektedir. Hava yastıklarının hortum kısmının sızdırmazlık testi ve emniyet valfinin ayarlanması Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.24 Hava yastıklarının hortum kısmının sızdırmazlık testi ve emniyet valfinin ayarlanması.

4.7.3 Hava Yastıklarında Nipel Bağlantı Problemi

Hava yastıklarının kullanımında karşılaşılan bir diğer sorun ise nipel bağlantı kısmında meydana gelmektedir. İlk alınan hava yastıklarında nipel bağlantı kısımlarında özellikle kullanılan malzemenin dayanımının düşük olmasından dolayı çatlama ve kırılmalar meydana gelmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25 Hava yastığının nipel kısmının çatlaması.

Çatlayan veya kırılan nipel kısmı hava yastığına direkt bağlı olduğu için hava yastıklarının kullanılmaz hale gelmesine neden olmaktadır. Hava yastığı ile nipelin bağlantı noktasının iç dişli (dişi) nipel olması da nipel çatlaklarının bir diğer sebebi olmuştur. 2009'da alınan hava yastıklarında bu hata ile sık karşılaşılmış olup sorunlu yastıklar imalat hatası nedeniyle değiştirilmiştir. Ayrıca yastıkların bağlantı noktasındaki nipelin dış dişli (erkek) olması sağlanmıştır. Bu şekilde iç dişli nipel çatlarsa bile hortum kısmında kalacağı için yastığa zarar verilmemiş ve hortumun yenilenmesi ile yastığın tekrar kullanılması sağlanmıştır.

Hava yastıklarının hortum bağlantı yerinden kopmasını önlemek amacıyla bağlantı noktaları sabitlenmiş ve bu şekilde darbelere dayanıklı hale getirilmiştir. 2014 yılından itibaren alınan Çağ-Tek marka hava yastıklarında bağlantı noktası kenarlara sabitlenmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 Çağ-Tek marka hava yastığının nipel bağlantısı.

4.7.4 Hava Yastıklarının Balonlaşma Yapması

Hava yastıklarında ayrıca karşılaşılan problem ise yastığın balonlaşma yapmasıdır. Yani yastığın kauçuk üst tabakası ile aramid tabakanın birbirinden ayrılmasıdır (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 Hava yastıklarında meydana gelen balonlaşma arızası.

Hava yastığına basınç verildikçe bu ayrılan tabaka arasına hava kaçışı olmakta ve yastık işlevini göremez hale gelmektedir. Sorunun asıl sebebi, yastık ile nipelin bağlantı noktasının iç dişli

nipel olması ve hortum bağlantısı yapılırken nipelin küçük bir zorlanmasında nipel çatlamaktadır. Bu durumda gelen basınçlı havanın çok küçük bir delikten iki tabakayı birbirinden ayırmasına yani balonlaşma yapmasına neden olmaktadır. Balonlaşmanın diğer sebebi ise kullanımdan kaynaklanmıştır. Yastığın üzerine gelen yüklerin eşit bir şekilde dağılması gerekmektedir. Ancak hava yastıklarının üst ve altına yerleştirilen dörder adet destek domuzdamı malzemesinin düzenli ve aralarında boşluk kalmayacak bir şekilde yerleştirilmemesi veya kurulumda yapılan diğer hatalardan dolayı hava yastığının yüzeyine farklı noktalardan basınç gelmesine yol açmaktadır. Düzensiz veya eksik dizilimden dolayı oluşan boşluklara hava yastığının sıkışması ile yastığı oluşturan tabakaların birbirinden ayrılması durumu meydana gelmektedir. Bu durum ayrıca yastık direncini de düşürmektedir.

4.8 TTK KARADON TİM ÖGADD SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde ÖGADD sisteminin TTK Karadon Müessesesi Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak tarafından üretim faaliyetlerinin sürdürüldüğü -260/-360 kotları arasında bulunan Acılık Doğu Ayakta yapılan incelemelere yer verilmiştir.

4.8.1 Gelik İşletme Müdürlüğünde Uygulanan Mevcut Ayak İçi Tahkimat Üniteleri

Gelik İşletme Müdürlüğü 2019 yılı itibariyle 4 adet ayakta üretim faaliyetleri yürütmektedir. Bu ayakların 1 tanesinde yürüyen tahkimat üniteleri kullanılmakta olup kalan 3 tanesinde ise ahşap tahkimat kullanılmaktadır.

Ayakta uygulanan ahşap tahkimat, arına paralel sarmalar ve bu sarmaları tavanda tutan çatal direkler, domuzdamları ve kama gibi tahkimat elemanlarından oluşmaktadır.

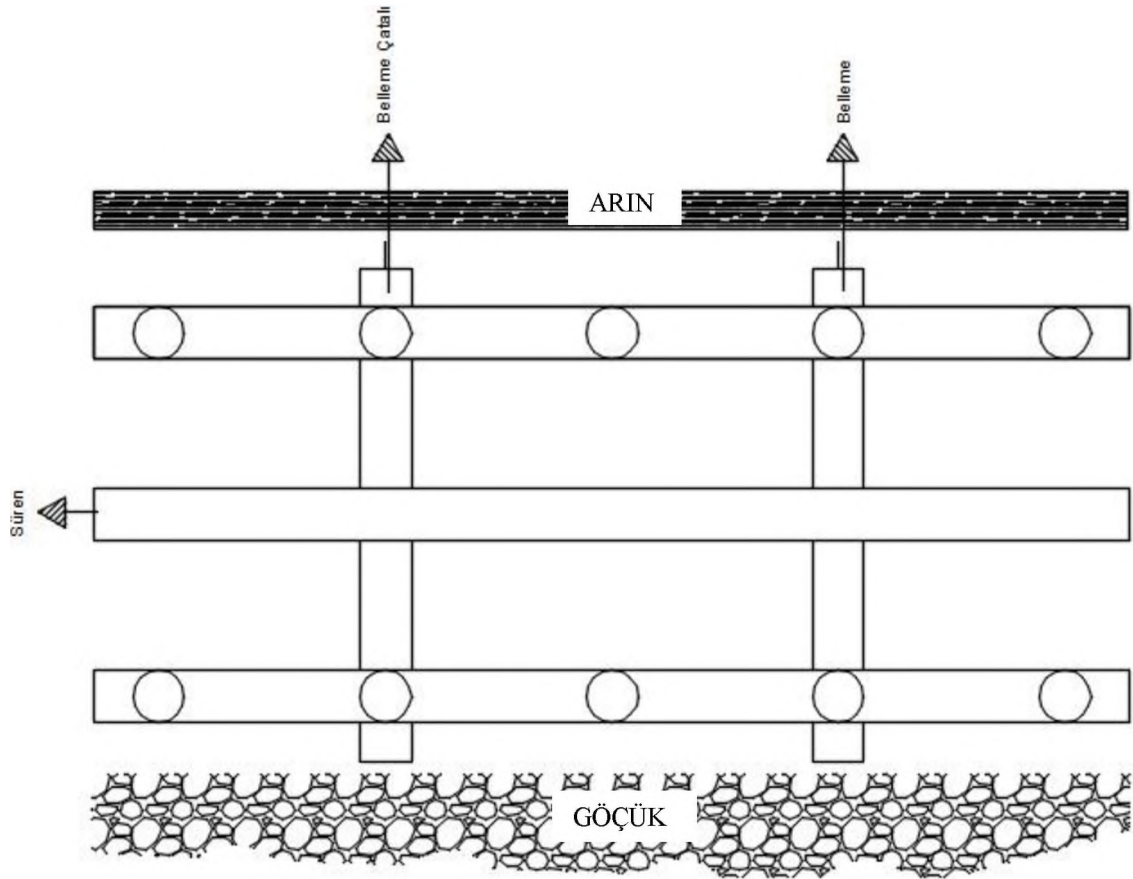
Ayak tahkimatında kullanılan sarmalar çam cinsi ağaçlardan meydana gelmektedir. Uzunlukları 400 cm, çapları 18-22 cm arasında olmaktadır.

Tavandan gelebilecek herhangi bir tavan taşı vb. malzemenin engellenmesi için ayrıca bir önceki sarmadan arın sarmasına doğru kamalar yerleştirilmektedir. Tavana sürülen kama boyları 120-150 cm arasındadır ve her sarmada tavan koşullarına göre 8-10 adet kama bulunmaktadır. Tavanın aşırı akıcı olması durumunda kama sayısı arttırılmaktadır.

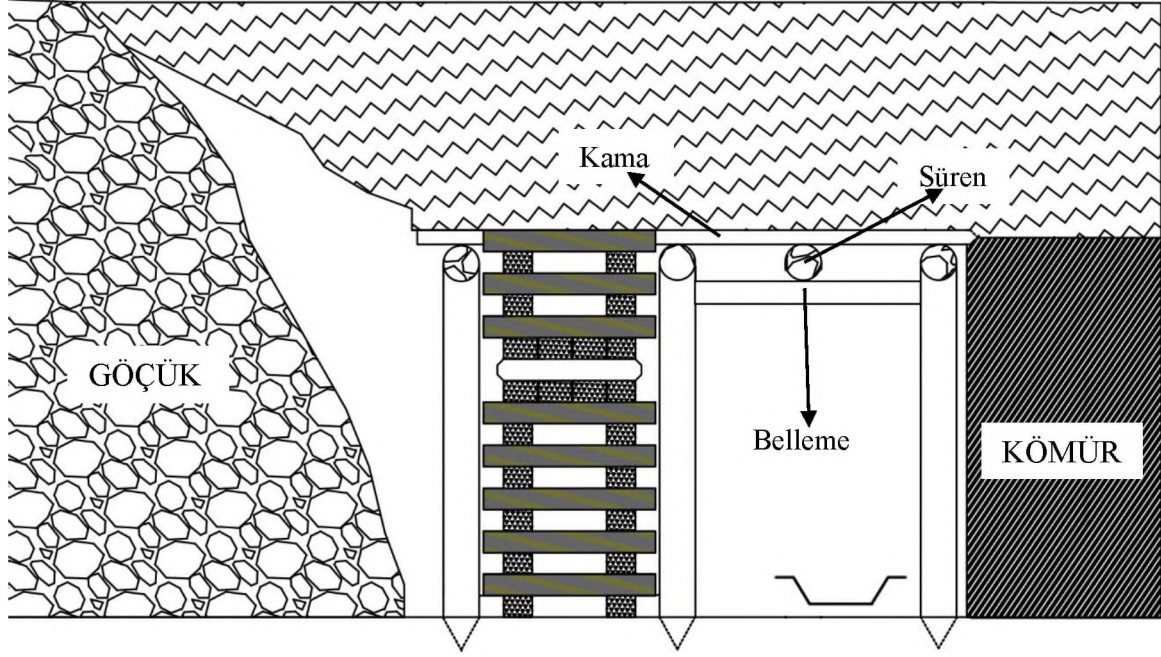
Arın havasının gerisindeki havede ahşap domuzdamı bulunmaktadır. Ahşap domuzdamları kazı işleminden sonra ayağın ilerletilmesiyle birlikte ön haveye ötelenmektedir.

Domuzdamı malzemesi kayın ve meşe cinsi ağaçlardan oluşmaktadır. Bu ağaçlar 12-20 cm arasında çaplara sahip olup direk harmanında 100-120 cm uzunlukta boyları kesilerek hazırlanmakta ve birbirine paralel olacak şekilde iki yüzeyi hıvarda kesilmektedir. Ayrıca İşletme Müdürlüğünde hava yastıklarında kullanılan, 20x20 cm kesitli ve 100-120 cm arasında uzunluğa sahip HDD malzemesi kullanılmaktadır.

Ayakta tavan basıncının fazla olduğu durumlarda belleme, süren, orta sarma olarak isimlendirilen ilave tahkimat elamanları kullanılmaktadır. Belleme tahkimatında sarmanın altına ve arına dik olarak vurulan belleme ile bu bellemeyi tavanda tutan iki adet çatal direk mevcuttur. Belleme tahkimatında her sarmada iki adet belleme direği ile birlikte çatal direkler yer almaktadır. Tavan basıncının fazla olduğu durumlarda ve ayrıca kamaların kırıldığı yerlerde, bellemenin üstüne tavan kamalarının kırılmasını önlemek amacıyla süren sürülmektedir. Ayrıca bir sarmada iki belleme tahkimatı ve her belleme tahkimatında iki çatal direk mevcuttur. Süren ve belleme tahkimatının ayaktaki konumu Şekil 4.28 ve 4.29 verilmiştir.



Şekil 4.28 Ayakta tahkimatların plan görünümü.



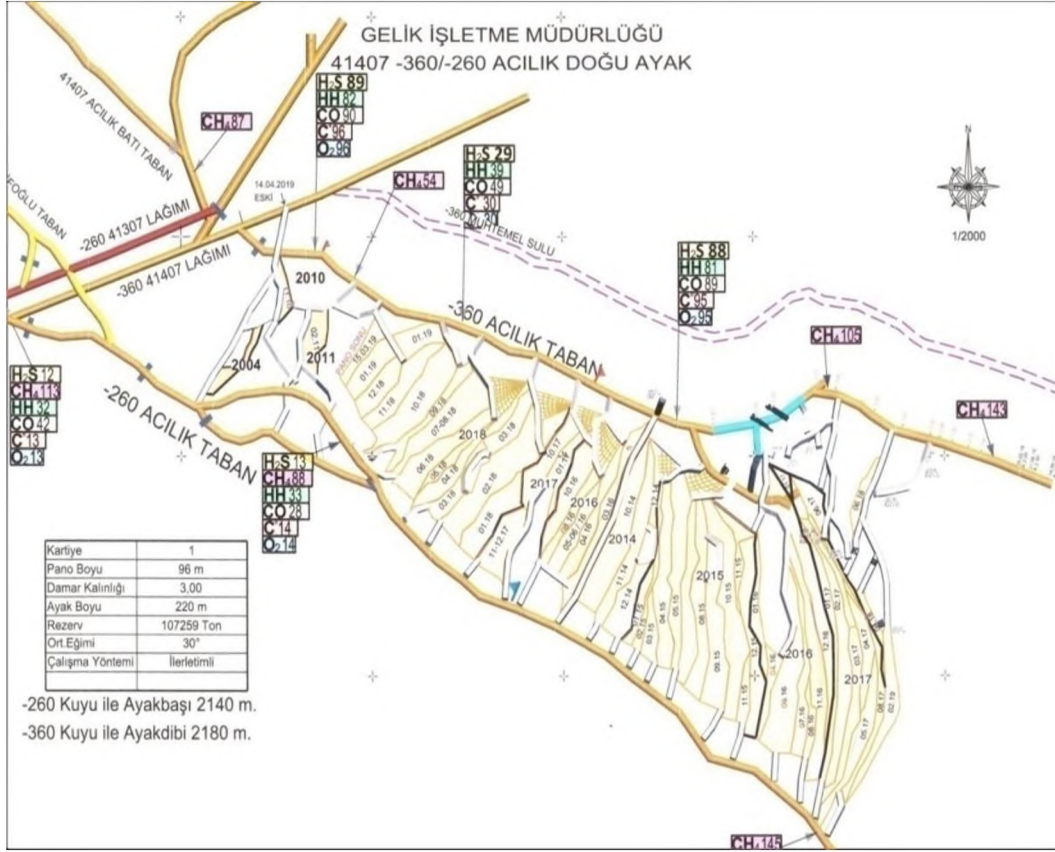
Şekil 4.29 Ayak tahkimatının kesit görünümü.

Kazı arımında fay ve benzeri jeolojik arızaların bulunması ve damar eğiminin fazla olması durumunda ilave tahkimatlar yapılmaktadır. İlave tahkimat olarak arındaki kömürün boşaldığı yerlerde sarma direklerinin arkasından arına paralel olarak kamalar yerleştirilerek arın kapağı yapılmaktadır. Yapılan kapaklar arın gerisindeki çatal direklere fırça ile tutturulmaktadır.

Ayrıca atım vb. süreksizlikler gibi tavan basıncının fazla olduğu yerlerde boy bellemesi ve orta sarma yapılmaktadır. Boy bellemesi, sarmada kullanılan özelliklere sahip ağaç malzemenen seçilmektedir. Bellemelerin altına ve bellemelere dik, arın sarmasına paralel olacak şekilde ve belleme tahkimatının tam ortasından tavan ve taban basıncını karşılayacak şekilde orta sarma çekilmekte ve çatal direklerle sabitlenerek yerleştirilmektedir.

4.8.2 Karadon 1. Ocak Acılık Doğu Panosu

1. Ocağın üretim faaliyetlerini sürdürdüğü Acılık Doğu Ayak, -260/-360 kotları arasında yer almaktadır. Damar eğimi ortalama 30° olup damar kalınlığı 2-3,5 m arasında değişmektedir. Toplam ayak boyu 220 m olup çalışılan ayak boyu 96 m dir. Ayrıca ayak başında ve ortalarında atımlar mevcuttur. 1. Ocak Acılık Doğu ayağa ait plan Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30 Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayak planı (TTK 2019-2).

4.8.3 Acılık Doğu Ayakta Hava Yastıklarına Gelen Yüklerin Ölçülmesi

Karadon Tim Gelik İşletme Müdürlüğünde -260/-360 kotları arasında yer alan Acılık Doğu Panosunda kömür üretimi için hazırlanan ana başyukarı ile üst ve alt taban yolları birbirine irtibatlandırılmış ve hem ilerletimli ve hem de dönümlü uzun ayak yöntemi ile üretim yapılmıştır.

Acılık Doğu Panosunda 2014 yılının Ekim ayında ilerletimli uzunayak yöntemi ile üretim çalışmalarına başlanmıştır. Ancak 2016 yılı Ocak ayında ayakta karşılaşılan fay atımından kaynaklı kırıklı tavan taşının oluşması sonucunda göçük meydana gelmiş ve üretim durdurulmuştur. Bu arada kömür üretiminin devam etmesi amacıyla 2016 yılının Mart ayında aynı ana başyukarıdan daha önceden oluşturulmuş olan dönümlü ayakta üretim çalışmalarına başlanmıştır. Dönümlü çalışılan ayak devam ederken 2016 yılı Nisan ayında ilerletimli ayakta yeniden üretime başlanmıştır. İlerletimli ayakta 2017 yılı Ağustos ayına kadar üretim devam etmiş olup dönümlü ayakta ise 15.03.2019 tarihinde pano sınırlarına geldiğinden üretim sonlandırılmıştır.

2017 yılı Ağustos ayında fay nedeniyle kömür üstte kaldığı için üretime ara verilen ilerletimli ayakta, 2019 yılı Şubat ayında alt taban yolunda kömür damarına yeniden ulaşılmış ve uzun süre bekleyen arında, tahkimat yenileme işlemleri gerçekleştirilmiştir. İlerletimli ayakta 2019 yılı Mart ayından itibaren üretim faaliyetleri devam etmektedir.

Ayak başında, baştabandan aşağıya doğru yaklaşık ilk iki sarmada kömür üstte kaldığı için ve taban yoluna bağlantı sağlamak amacıyla tavan taşı kazılarak ilerleme yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayakta arından kömürün boşalması nedeniyle arına kapak yapılmaktadır. Ayrıca tavanın akıcı olmasından dolayı tavanda kullanılan kama sayısının maksimum düzeyde tutulmuştur.

İşletme Müdürlüğünde ikisi üretim biri de tahkimat vardiyası olmak üzere günde üç vardiya çalışma yapılmaktadır. Tahkimat işlemleri genellikle gündüz vardiyasında yapılmakta olup ayakta domuzdamlarına gelen yüklerin ölçüm işlemi üç gün boyunca gündüz vardiyalarında gerçekleştirilmiştir. Bu üç gün içerisinde toplam altı sarmalık (24 m) kısımda üretim yapılmıştır.

Domuzdamlarına gelen yükleri ölçmek amacıyla hava yastıklarında oluşan basınç manometre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm işlemi kalibrasyonu yapılmış basınçölçerin hava yastıklarının hortumuna bağlanması ile gerçekleştirilmiştir. Hava yastığının içerisinde oluşan basınç değeri manometreden okunarak kaydedilmiştir.

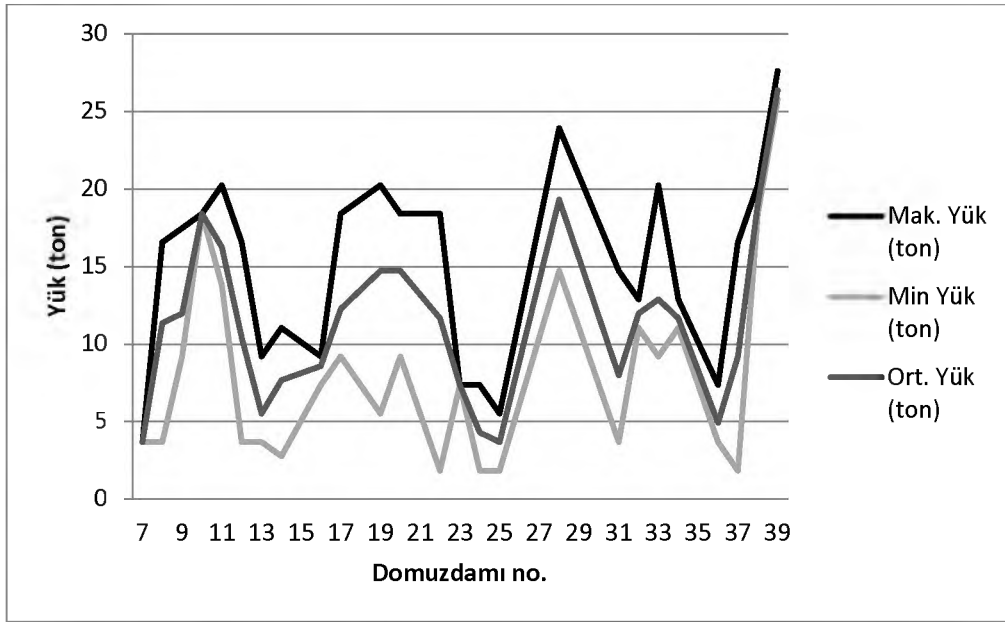
Ölçüm işlemlerine başlamadan önce ayakta bulunan sarma ve domuzdamları numaralandırılmıştır. Domuzdamlarının ayaktaki kesit ve plan görünümü Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de verilmiştir.

Acılık Doğu ayakta ahşap tahkimat kullanılmakta olup arına paralel 55 sarma bulunmaktadır. Hava yastıklarının baştabandan aşağıya doğru ilk 25 sarmadaki domuzdamlarında kullanıldığı gözlemlenmiştir. 26. sarmaya kadar toplam 39 adet domuzdamı bulunmaktadır. İlk yedi ve 26, 27, 29 ve 30 numaralı domuzdamlarında hava yastığı kullanılmamıştır. 15, 18, 23, 28, 32, 35, 37 numaralı domuzdamlarında kullanılan hava yastıklarının havası inmiş durumdadır.

Ölçüm alma işlemi, ayakta havası inmemiş hava yastıklarının hortum kısmına manometrenin bağlanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Hava yastığı ile manometrenin bağlantısının yapılmasının ardından yastığın vanası açılarak yastık içerisinde oluşan basınç değeri bar cinsinden yastığa bağlı manometreden okunmuştur. Ölçüm işleminin ardından hava yastığının vanası kapatılarak bağlı haldeki manometre çözülmüştür.

Üç gün boyunca kaydedilen değerlere göre, hava yastıklarından ölçülen minimum değer 0,2 bar, maksimum değer ise 3 bar olduğu görülmüştür. Hava yastıklarına gelen yükler en düşük 2 ton, en yüksek 28 ton'dur. Domuzdamlarına gelen maksimum, minimum ve ortalama yükler Şekil 4.33'de gösterilmiştir.



Şekil 4.33 Karadon T.İ.M. Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayak Mak., Min. ve Ortalama Yük Grafiği.

Ayakta domuzdamlarına gelen ortalama basınç değeri ise yaklaşık 1,3 bar (12 ton) olmuştur. Ölçüm sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Acılık Doğu Ayakta uzun süre üretimin yapılmaması ve ayak arkasının oturmuş olmasından dolayı domuzdamlarına gelen basınçta herhangi bir artış gözlemlenmemiştir.

4.9 TTK KOZLU TİM ÖGADD SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde ÖGADD sisteminin TTK Kozlu Müessesesi 5. Ocak tarafından üretim faaliyetlerinin sürdürüldüğü -485/-560 kotları arasında bulunan Acılık Doğu Ayakta yapılan incelemelere yer verilmiştir.

Çizelge 4.8 Karadon T.İ.M. Gelik İşletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayakta domuzdamlarında ölçülen yükler (ton).

Domuzdamı No.	1. Gün ölçülen yük (ton)	2. Gün ölçülen yük (ton)	3. Gün ölçülen yük (ton)	Domuzdamı No.	1. Gün ölçülen yük (ton)	2. Gün ölçülen yük (ton)	3. Gün ölçülen yük (ton)
1	-	-	-	21	*	-	*
2	-	-	-	22	2	18	15
3	-	-	-	23	*	7	*
4	-	-	-	24	2	7	4
5	-	-	-	25	6	2	*
6	-	-	-	26	-	-	-
7	-	-	4	27	-	-	-
8	4	17	14	28	*	24	15
9	17	9	9	29	-	-	-
10	18	18	18	30	-	-	-
11	14	20	15	31	4	15	6
12	4	17	11	32	*	13	11
13	4	4	9	33	20	9	9
14	9	11	3	34	13	11	11
15	*	*	*	35	*	*	-
16	9	9	7	36	4	7	4
17	9	18	9	37	*	17	2
18	*	*	*	38	20	18	18
19	6	20	18	39	26	28	26
20	9	18	17				

Çizelgede “-” işaretiyle gösterilen yerlerde hava yastıkları bulunmamakta ve “*” ile gösterilen yerlerde bulunan hava yastıklarının havaları imiş haldedir.

4.9.1 Kozlu TİM’de Uygulanan Mevcut Ayak İçi Tahkimat Üniteleri

Kozlu TİM 2019 yılı itibariyle 5 ayak ve 1 tumba bacada üretim faaliyetleri yürütmektedir. Bu ayakların 1 tanesinde yürüyen tahkimat üniteleri kullanılmakta olup kalan 4 tanesinde ise ahşap tahkimat kullanılmaktadır.

Ayakta uygulanan ahşap tahkimat, arına paralel sarmalar ve bu sarmaları tavanda tutan çatal direkler, domuzdamları ve kama gibi tahkimat elemanlarından oluşmaktadır.

Ayak tahkimatında kullanılan sarmalar çam cinsi ağaçlardan meydana gelmektedir. Uzunlukları 400 cm, çapları 18-22 cm arasında olmaktadır.

Tavandan gelebilecek herhangi bir tavan taşı vb. malzemenin engellenmesi için ayrıca bir önceki sarmadan arın sarmasına doğru kamalar yerleştirilmektedir. Tavana sürülen kama

boyları 120-150 cm arasındadır ve her sarmada tavan koşullarına göre 8-10 adet kama bulunmaktadır. Tavanın aşırı akıcı olması durumunda kama sayısı arttırılmaktadır.

Arın havasının gerisindeki havede ahşap domuzdamı bulunmaktadır. Ahşap domuzdamları kazı işleminden sonra ayağın ilerletilmesiyle birlikte ön haveye ötelenmektedir.

Domuzdamı malzemesi kayın ve meşe cinsi ağaçlardan oluşmaktadır. Bu ağaçlar 12-20 cm arasında çaplara sahip olup direk harmanında 100-120 cm uzunlukta kesilerek hazırlanmakta ve iki yüzeyi birbirine paralel olacak şekilde kesilmektedir. Ayrıca İşletme Müdürlüğünde, 20x20 cm kesitli ve 100-120 cm arasında uzunluğa sahip HDD malzemesi kullanılmaktadır.

Ayakta tavan basıncının fazla olduğu durumlarda belleme, süren, orta sarma olarak isimlendirilen ilave tahkimat elamanları kullanılmaktadır. Belleme tahkimatında sarmanın altına ve arına dik olarak vurulan belleme ile bu bellemeyi tavanda tutan iki adet çatal direk mevcuttur. Belleme tahkimatında her sarmada iki adet belleme direği ile birlikte çatal direkler yer almaktadır. Tavan basıncının fazla olduğu durumlarda ve ayrıca kamaların kırıldığı yerlerde, bellemenin üstüne tavan kamalarının kırılmasını önlemek amacıyla süren sürülmektedir. Ayrıca bir sarmada iki belleme tahkimatı ve her belleme tahkimatında iki çatal direk mevcuttur.

Kazı arınında atım, fay ve benzeri jeolojik arızaların bulunması ve damar eğiminin fazla olması durumunda ilave tahkimatlar yapılmaktadır. İlave tahkimat olarak arındaki kömürün boşaldığı yerlerde sarma direklerinin arkasından arına paralel olarak kamalar yerleştirilerek arın kapağı yapılmaktadır. Yapılan kapaklar arın gerisindeki çatal direklere fırça ile tutturulmaktadır.

Ayrıca atım vb. süreksizlikler gibi tavan basıncının fazla olduğu yerlerde boy bellemesi ve orta sarma yapılmaktadır. Boy bellemesi, sarmada kullanılan özelliklere sahip ağaç malzemeden seçilmektedir. Bellemelerin altına ve bellemelere dik, arın sarmasına paralel olacak şekilde ve belleme tahkimatının tam ortasından tavan ve taban basıncını karşılayacak şekilde orta sarma çekilmekte ve çatal direklerle sabitlenerek yerleştirilmektedir.

4.9.2 Kozlu 5. Ocak Acılık Doğu Panosu

5. Ocağın üretim faaliyetlerini sürdürdüğü Acılık Doğu Ayak, -485/-560 kotları arasında yer almaktadır. Damar eğimi ortalama 35° olup ortalama damar kalınlığı 3,80 m, ayak boyu 130 m dir. Acılık Doğu Ayağa ait plan Şekil 4.34'de verilmiştir.



Şekil 4.34 TTK Kozlu TIM 5. Ocak Acılık Doğu Ayak planı (TTK 2019-3).

4.9.3 Kozlu 5. Ocak Acılık Doğu Ayakta Yapılan İnceleme

Acılık Doğu Ayakta dönümlü uzun ayak yöntemi ile üretim yapılmakta olup tavan taşı sağlam olduğundan dolayı tavanda ortalama 8 adet kama kullanılmıştır.

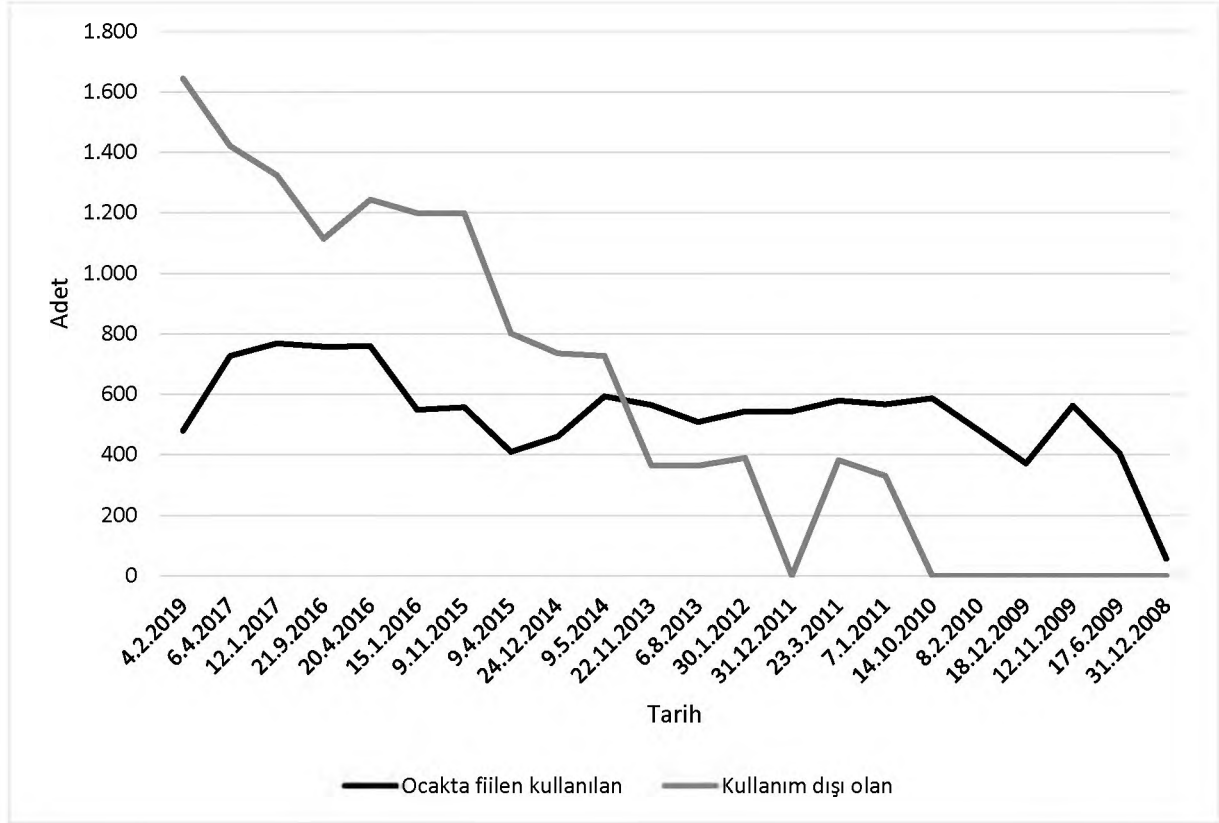
Müessesede ikisi üretim biri de tahkimat vardiyası olmak üzere üç vardiya çalışma yapılmaktadır ve hafta sonları üretim yapılmamaktadır. Tahkimat işlemleri genelde gündüz vardiyasında yapılmakta olup inceleme işlemi gündüz vardiyasında gerçekleştirilmiştir. TTK'da çalışılan diğer ayaklarda olduğu gibi burada da göçertmeli yöntem ile üretim yapılmakta olup ayak arkasının göçtüğü gözlemlenmiştir.

Ayakta toplam 32 sarma ve 60 tane domuzdamı vardır ve domuzdamlarının hepsinde hava yastığı bulunmaktadır. Ayakta yapılan inceleme sırasında hava yastıklarının 45 tanesinin havasının inmiş halde olduğu görülmüştür. Bu durum incelendiğinde ayakta ilerleme hızının düşük olduğu yaklaşık 10 günde 1 have ilerlemesi yapıldığı tespit edilmiştir.

İlerleme hızının düşük olması nedeniyle hava yastıkları uzun süreli basınca maruz kalmış ve aşırı basınç altında (10 bar'dan yüksek basınçlar) hava yastıklarında bulunan emniyet valfinin devreye girmesi ile hava yastıkları sönmülmüştür.

4.10 TTK'DA HAVA YASTIKLARININ YILLARA GÖRE KULLANIMI

Yeraltı işyerlerinde daha güvenli ve hızlı bir şekilde üretim yapılmasını temin eden ÖGADD sisteminde kullanılan hava yastıklarının TTK Müesseselerinde fiili kullanım sayısı 2019 yılı itibariyle 479'dur. TTK genelinde yıllara göre kullanımı Şekil 4.35'te verilmiştir.



Şekil 4.35 TTK genelinde hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).

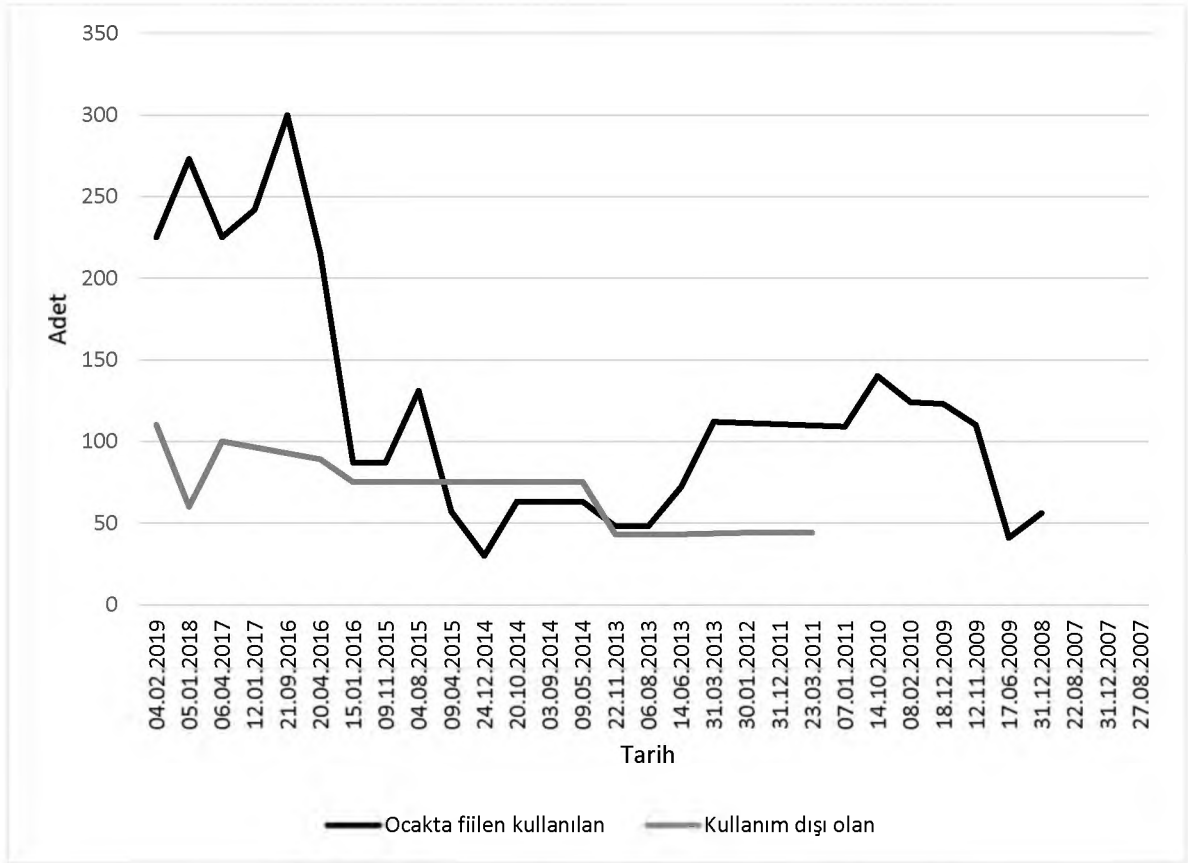
Şekilden de görüleceği üzere yıllar itibariyle TTK genelinde hava yastığı kullanımında artış ve azalışlar yaşanmıştır. Hava yastıklarının kullanımının artması sistemin kabul gördüğünü göstermektedir. Artışın diğer bir sebebi ise 2009, 2016 ve 2018 yıllarında TTK'nın hava yastığı teminine gitmesidir. Grafikte görülen azalmaların nedenlerinin başında kullanım dışı kalan hava yastığı sayısındaki artışlardır. Hava yastıklarının fiili kullanımında meydana gelen azalmaların diğer sebepleri ise; damarların tavan ve taban taşlarının sağlam olmaması, eğimlerinin yüksek olması ve son yıllarda TTK'nın mekanize üretim sistemine yönelmesi çalışmalarıdır. Ayrıca yıllar itibariyle TTK genelinde üretim yapılan toplam ayak boyunda düşüşler yaşanması çalışılan ayak sayısında azalma ortaya çıkarmış ve bu da sistemin uygulanmasında bir başka dezavantaja neden olmuştur.

4.10.1 TTK Karadon TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı

TTK Karadon TİM’de Gelik ve Kilimli İşletme Müdürlükleri bulunmaktadır. Kilimli İşletme Müdürlüğünde ÖGADD sistemi kullanılmamaktadır.

Gelik İşletme Müdürlüğünde hava yastığı kullanımı zamanla artmıştır. 2018 yılından itibaren üretimde mekanizasyon sistemine geçiş çalışmaları yapılan İşletmede, ahşap tahkimat kullanımı zaman içerisinde kademeli olarak azalmıştır. 2019 yılı itibariyle toplam dört ayakta üretim faaliyetleri gerçekleştiren Gelik İşletme Müdürlüğünde bir ayakta yarı mekanize kazı sistemi ile üretim yapılmakta ve kalan üç ayakta ise ahşap tahkimat sistemi kullanılmaktadır. Ahşap tahkimat sistemi ile üretim yapılan ayaklardan -260/-360 Acılık Doğu Ayakta hava yastıkları kullanılmaktadır.

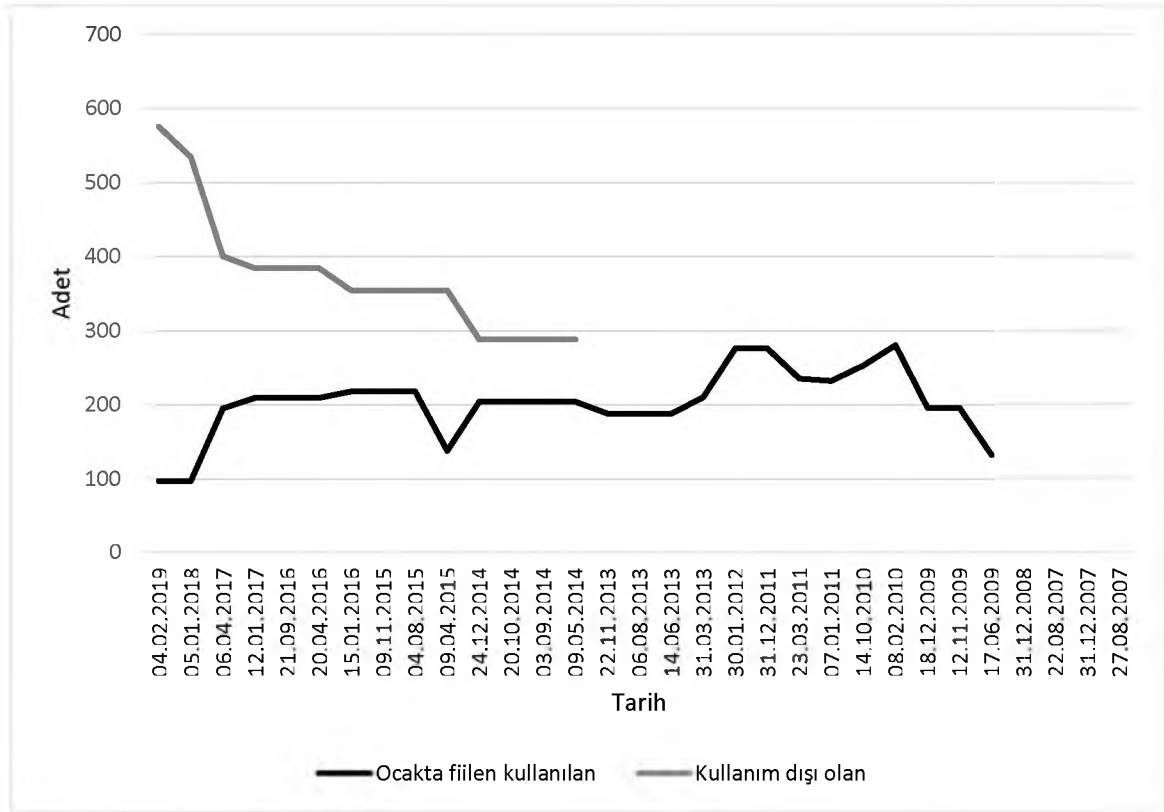
Karadon TİM’de yıllar itibariyle hava yastığı kullanımı Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.36 Karadon TİM’de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).

4.10.2 TTK Kozlu TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı

ÖGADD sisteminin kullanıma başlandığı ilk yer TTK Kozlu TİM’dir ve sistemin sağladığı avantajlar nedeniyle Kozlu TİM’de fiili kullanım zamanla artmıştır. Diğer taraftan hava yastıklarının kullanımına uygun özellikte ayak olmaması ve üretim yapılan ayak sayısının zamanla azalması nedeniyle belirli dönemlerde hava yastıklarının kullanımı da azalmıştır. Kozlu TİM’de 2019 yılı itibariyle üç ayakta hava yastığı kullanılmakta olup yıllar itibariyle hava yastığı kullanımı Şekil 4.37’de verilmiştir.



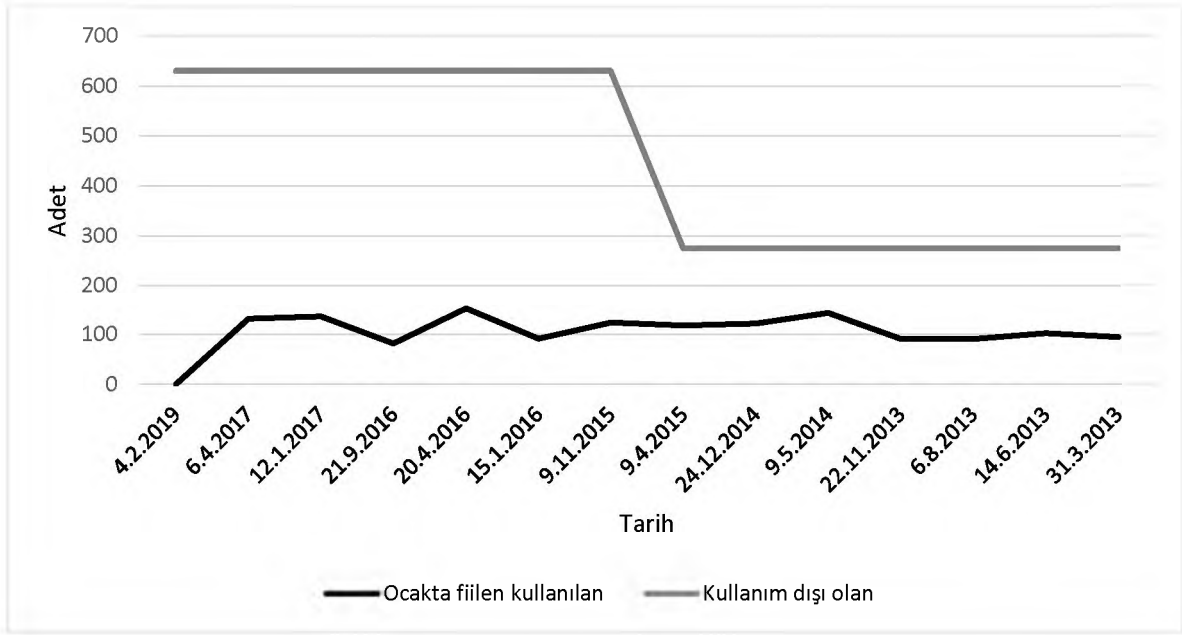
Şekil 4.37 Kozlu TİM’de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımı ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).

4.10.3 TTK Üzülmez TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı

TTK Üzülmez TİM’de üretim yapılan ayak sayısında meydana gelen düşme ve 2018 yılından itibaren TTK genelinde mekanizasyona geçişin hızlanması nedeniyle hava yastığı kullanımı zamanla azalmıştır. Üzülmez TİM’de 2019 yılı itibariyle hava yastığı kullanılmamaktadır. Yıllar itibariyle hava yastığı kullanımı Şekil 4.38’de verilmiştir.

4.10.4 TTK Armutçuk TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı

TTK Armutçuk TİM’de damar kalınlıkları fazla olduğu için genelde çift katlı uzun ayak yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Tavan ve taban dilimli uzunayak yöntemi ile üretim yapılan Müessesede, tavan ayak diliminde çalışılırken tavan taşının sağlam olması hava yastıklarının kullanımında herhangi bir olumsuz durum yaşanmamaktadır.

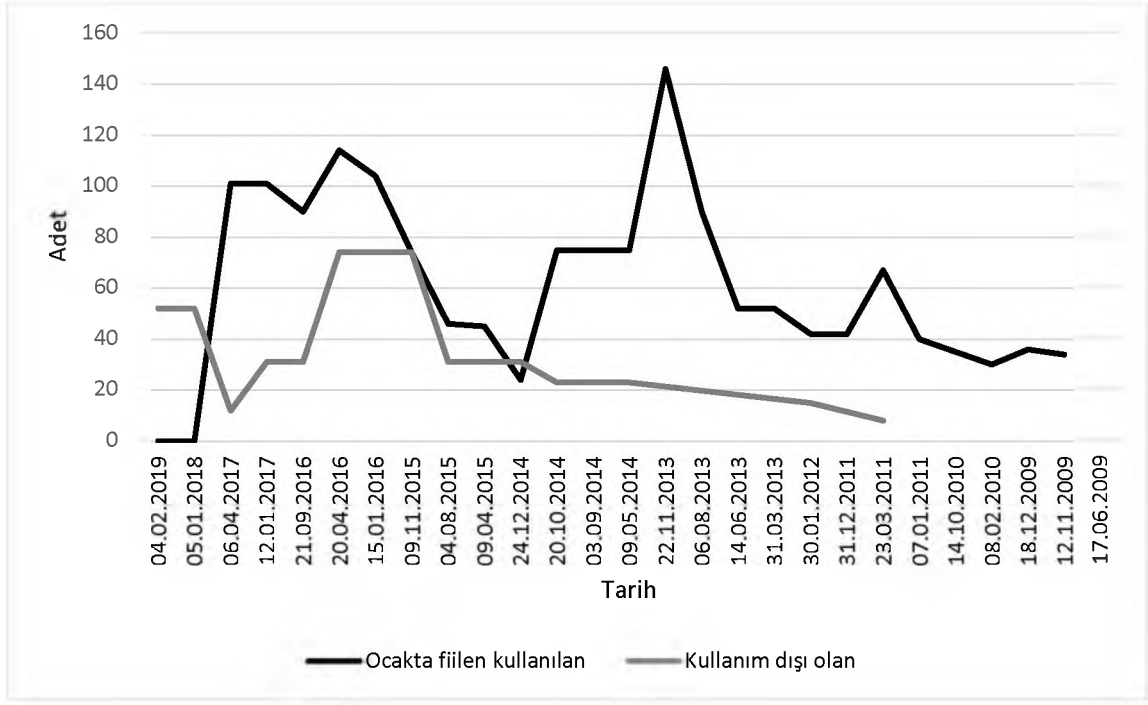


Şekil 4.38 Üzülmez TİM’de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımını ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).

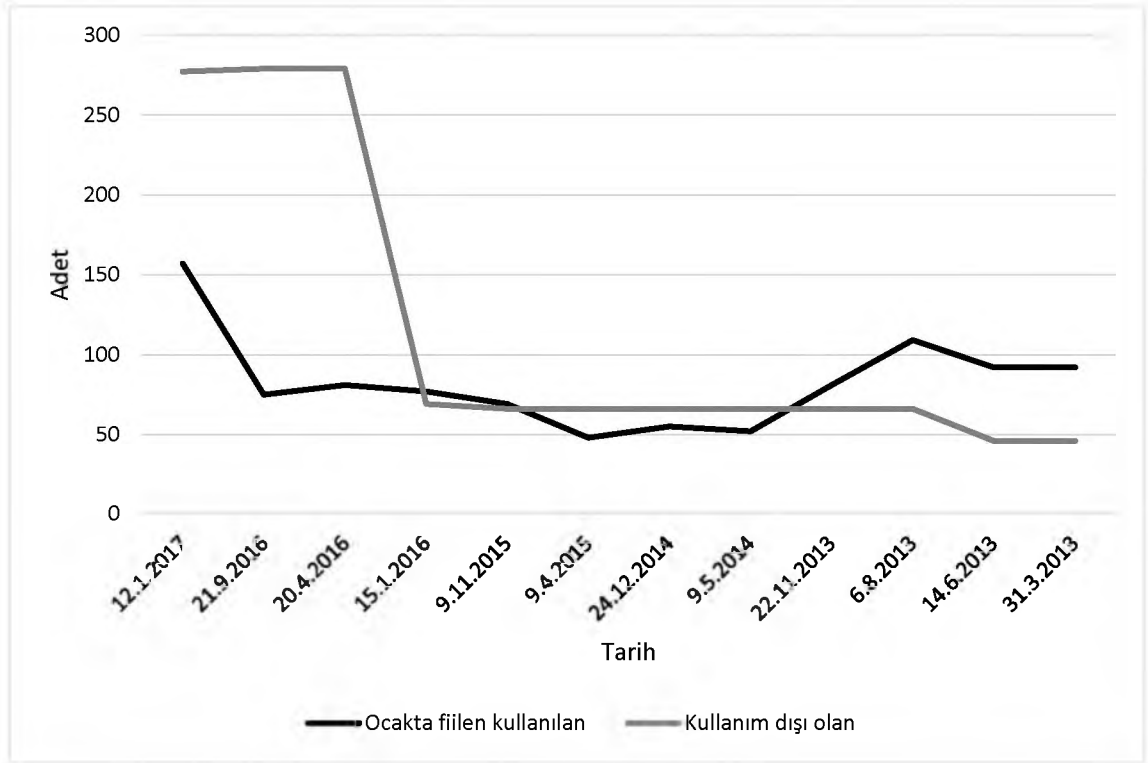
Ancak taban ayak diliminde tavan taşı üst dilim alındıktan sonra göçen tavan taşından yani gevşek kayaktan oluşması nedeniyle hava yastıklarının tavan ve taban arasında tam sıkılanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle hava yastıkları sadece üst dilim alınırken kullanılmaktadır. Armutçuk TİM’de 2019 yılı itibariyle hava yastığı kullanılmamakta olup yıllar itibariyle hava yastığı kullanımını Şekil 4.39’da verilmiştir.

4.10.5 TTK Amasra TİM’de ÖGADD Sisteminin Kullanımı

Amasra TİM TTK’da mekanize kazı yöntemiyle üretime geçen ilk Müessesedir. 2015 yılı itibariyle mekanize kazı sisteminin uygulamaya konulması kullanılan hava yastığı sayısında azalma meydana getirmiştir. Amasra TİM’de 2019 yılı itibariyle toplam iki üretim ayağı olup bunlardan birinde ÖGADD sistemi kullanılmaktadır. Yıllar itibariyle hava yastığı kullanımını Şekil 4.40’da verilmiştir.



Şekil 4.39 Armutçuk TİM’de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımını ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).



Şekil 4.40 Amasra TİM’de hava yastığının yıllara göre fiili kullanımını ve kullanım dışı kalan hava yastığı sayıları (TTK 2019-1).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda mekanizasyona geçiş çalışmalarına hız kazandıran TTK'da arına paralel ahşap tahkimatlı uzunayak yöntemi halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu üretim yönteminde yalancı tavanın göçertilmesi ve ana tavanın kırılması sırasında meydana gelen aşırı yükler tahkimatı zorlamakta ve zaman zaman göçük ve benzeri olumsuzluklarla karşılaşmamak amacıyla ilave tahkimat elemanları kullanılmaktadır.

ÖGADD sisteminin en büyük avantajı tavanda hareket başlamadan hava yastığının şişirilmesi ile ön gerilmenin sağlanarak tavan ve taban arasında domuzdamlarının sıkılanmasıdır. Klasik sistemde bu sıkılama işlemi sıkıtırma takozlarıyla insan gücüne dayalı yapılmakta ve uygulanan sıkıtırma kuvveti oldukça düşük kalmaktadır. Yeni sistemde, hava yastıklarının şebeke basıncı ile şişirilmesi sayesinde sıkıtırma kuvveti yüksektir. Hava yastığı ile domuzdamı malzemelerinin yüzeyleri, taban ve tavan taşına tamamen temas edecek şekilde kurulması şartıyla tavan yükleri eşit ve tam olarak karşılanmış olmaktadır. Bu sayede tavanda düzgün bir kırılma hattı oluşturulmakta ve güvenli, sağlam bir çalışma alanı sağlanmaktadır.

Sistemin kullanılması ile domuzdamının söküm işlemi daha kısa zamanda gerçekleşmekte ve bu sayede hem hızlı bir şekilde ilerleme yapılmakta ve hem de tavanda oluşabilecek herhangi bir hareket başlamadan domuzdamlarının ötelenmesi sağlanmaktadır.

Eski sistemde basınç altında bekleyen domuzdamlarının söküm işlemi zor ve hatta bazen imkânsız olmaktadır. Bu nedenle domuzdamlarını bulunduğu yerden sökmek için birkaç domuzdamı kesilmek zorunda kalınmaktadır. Hava yastıklarının kullanıldığı yeni sistemde domuzdamlarının söküm işlemi, yastık havalarının boşaltılmasıyla birlikte kolay olmuş ve bu sayede HDD sarfiyatı da azalmıştır.

TTK yıllar itibariyle hava yastıklarının teknik özelliklerinde değişikliklere gitmiştir. Hava yastıklarının kaldırma kuvveti 67.700 kg'dan 86.200 kg'a yükseltilmiştir. Kaldırma kuvvetinin artmasıyla birlikte hava yastıklarının çalışma basınçları 8 bar'dan 10 bar'a yükselmiştir. Bu

sayede hava yastıklarının taşıma kapasitesi artırılmış ve basınç alan hava yastıklarının basınç altında sönümlenmesi önlenmiştir.

ÖGADD sistemi eğimi yüksek damarlarda kullanımı zor ve tavan yükünü tam olarak karşılayamamaktadır.

Tavanın kırıklı ve sağlam olmadığı durumlarda hava yastıklarının kullanımı istenilen performansı sağlamayacaktır.

HDD malzemesinde bulunan çintilerin kurulumda kolaylık sağladığı görülmektedir. Çintiler özellikle eğimi yüksek ayaklarda domuzdamlarının düzgün kurulmasını sağlamaktadır. Ancak, aşırı yük altında, domuzdamlarının çintilerinin olduğu kısımlar birbirine geçmekte ve söküm işlemi zorlaşmaktadır. Sökümü yapılamayan domuzdamlarından bir kaçının kesilmesi gerekmekte ve domuzdamı zayıfatı artmaktadır.

Karadon Müessesesi Gelik İşletme Müdürlüğünde yapılan ölçüm esnasında ve Kozlu Müessesesi 5. Ocak Acılık Doğu Ayakta yapılan incelemelerde arızalı veya havası inmiş hava yastığı sayısının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, hava yastıklarında bulunan emniyet valfinin devreye girerek yastığın havasını indirmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Emniyet valfinin devreye girmesi sonucu yastık havasının inmesi, domuzdamlarının aşırı yüke maruz kaldığını göstermektedir. Ayak ilerleme hızının düşük olduğu durumlarda ise ayak içindeki basıncın artması da bilinen bilimsel bir gerçektir. Dolayısıyla bu basınç hava yastıklarını da etkilemekte ve emniyet valfinin devreye girerek yastık havasının boşalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ÖGADD sisteminin kullanılacağı ayakların ilerleme hızının yüksek olması gerekmektedir.

ÖGADD sisteminin kullanımında yaşanan sıkıntıları gidermek amacıyla eğitimler düzenlenmesi iş güvenliğini sağlayacak ve hava yastığı zayıfatlarının önüne geçecektir. Şöyle ki;

Hava yastıklarının balonlaşma yapmasının önemli nedenlerinden biri, yastığın üzerine gelen yüklerin eşit bir şekilde dağılmamasıdır. Domuzdamlarının kurulumu esnasında yapılan hatalardan dolayı yastığın yüzeyine gelen yüklerin belli bölgelerde yoğunlaşması ile balonlaşma meydana gelmektedir. Balonlaşmayı önlemek amacıyla hava yastığının üstünde ve altında bulunan dörder adetlik ahşap domuzdamı malzemesinin aralarında mesafe olmayacak

şekilde yerleştirilmesi ve hava yastığının tüm yüzeyini kaplayacak şekilde olması gerekmektedir.

Patlatma ile üretim yapıldığı durumlarda, ÖGADD sisteminin kullanıldığı ayaklarda patlatma esnasında; tel, kapsül, arından fırlayan taş vb. malzemeler yastığa zarar vermektedir. Bu durumu önlemek amacıyla hava yastıklarını koruyacak şekilde önlerine hareketli perdeler konulmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Yük altında sönmölen hava yastıklarının zarar görmeden kurtarılması ve hava yastığının üst ve altında bulunan HDD malzemelerine sıkışmasını önlemek amacıyla TTK domuzdamı sıkıtırma ve sökme yastığı ile çalışma talimatnamesinde belirtilen yastığın her iki tarafına 10 cm yüksekliğinde 120 cm boyunda özel domuzdamı malzemesinin konulması gerekmektedir.

TTK tarafından satın alınan HDD malzemesi teknik şartnameye göre 100-130 °C arasında ve en az 48 saat süreyle buharlama işleminin yapılması gerektiği belirtilmektedir. Oysaki buharlama işlemi yapılırken ortam sıcaklığının 100 °C'nin üzerine çıkmaması istenmektedir. Literatürde buharlama işlemi ile ilgili aşağıdaki açıklamalar yer almaktadır:

Buharlama işlemi esnasında odundaki tenen ve doğal antiseptik maddeler yıkanmaktadır. Bu sebeple mantar ve böcekler buharlanmış oduna daha fazla zarar vermektedir. Buharlama işlemi odunun işleme özelliğini iyileştirmekte ve işlenmiş yüzeyler de normal odundan daha düzgün ve parlak bir hal almaktadır. Buna karşılık buharlandıktan sonra kurutulan odun gevreklediğinden kolay kırılır (Örs ve Keskin 2001).

Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında buharlama işleminden sonra buharlanan ahşap malzemenin direnç değerlerinde düşüş olduğu ve gevreklediği için kolay kırıldığı ve mantar ve böceklerin oduna daha fazla zarar verdiği görölmektedir. HDD malzemesini buharlama işlemine tabi tutmak hem maliyetleri arttırmakta hem de malzemenin dayanımını düşürmektedir. Bu sebeple HDD malzemelerine buharlama işleminin yapılmaması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Birön C. ve Arıoğlu E. (1980)** *Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı*, Baskı No:1, Birsen Kitabevi, İstanbul, 429 sayfa.
- Birön C. ve Arıoğlu E. (1993)** *Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı*, ISBN: 975-511-084-4, Birsen Kitabevi, İstanbul, 360 sayfa.
- Dağdelen R., Özkan T. ve Ünlü T. (2006)** *Ahşap Domuzdamlarının Çalışma Performanslarının İyileştirilmesi*, Türkiye 15. Kömür Kongresi, 7-9 Haziran 2006, Zonguldak, Türkiye, Türkiye 15. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, ISBN: 9944-89-135-5, Kozan Ofset, Ankara, 5-14.
- Dağdelen R., Özkan T., Demirler A. H. (2007-1)** *Türkiye Taşkömürü Kurumu Göçertmeli Uzunayaklarda Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı Uygulama Projesi*, Mehmet Kemal Dedeman Araştırma ve Geliştirme Proje Yarışması.
- Dağdelen R., Özkan T., Demirler H. ve Yamudi C. (2007-2)** *Pnömatik Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı ve Uygulamaları*, Pnömatik Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı ve Uygulamaları Sunumu.
- Dağdelen R., Özkan T., Demirler H. ve Yamudi C. (2009)** *Pnömatik Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı ve Uygulamaları*, Türkiye 21. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 6-8 Mayıs 2009, Antalya, Türkiye, Türkiye 21. Uluslararası Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, ISBN: 978-9944-89-714-3, Grup Matbaacılık, Ankara, 163-174.
- Öğretmen S. (2015)** *Kalın Kömür Tabakalarında Yürüyen Tahkimatlardaki Basınçların Analizi ve Yük Tahminleri*, *Doktora Tezi*, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Eskişehir, 143.
- Örs Y. ve Keskin H. (2001)** *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Baskı No:1, ISBN 975-6574-01-1, Atlas Yayın Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul, 182 sayfa.
- Özarслан A. (1995)** *Uzunayak Kömür Madenciliğinde Taban Yollarının Tasarımı İçin Bir Mühendislik Kılavuzunun Geliştirilmesi*, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Zonguldak, 307.
- Saltoğlu S. (1979)** *Madenlerde Yeraltı Üretim Yöntemleri*, İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1151, İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Saltoğlu S. (1987) *Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri*, İTÜ Kütüphanesi, Yayın No:24, İstanbul, 366s.

Şendağ A. (2018) Bazı Yerli Ağaç Türlerinde Farklı Koşullarda Gerilme-Deformasyon İlişkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 136.

Şimşir F. (2015) *Yeraltı Madencilik Yöntemleri*, 1. Baskı, Birleşik Matbaacılık, İzmir, 167.

TTK (2001) *TTK Zonguldak Kömür Havzası Jeolojisi ve Rezervleri*, TTK Etüd, Plan-Proje ve Tesis Daire Başkanlığı verileri.

TTK (2007) *TTK domuzdamı sıkırma ve sökme yastığı ile çalışma talimatnamesi*, TTK İşletmeler Dairesi Başkanlığı verileri.

TTK (2011) *Ön Gerilmeli Domuzdamı Uygulamaları Raporu*, TTK İşletmeler Dairesi Başkanlığı verileri.

TTK (2019-1) *TTK'da Domuzdamı sıkılama ekipmanı "Hava Yastığı" dağılımı*, TTK İşletmeler Dairesi Başkanlığı verileri.

TTK (2019-2) *TTK Gelik İletme Müdürlüğü 1. Ocak Acılık Doğu Ayak Planı*, TTK Gelik İletme Müdürlüğü plan bürosu verileri.

TTK (2019-3) *TTK Kozlu Müessesesi Ocak Acılık Doğu Ayak Planı*, TTK Kozlu Müessesesi plan bürosu verileri.

TTK (2019-4) *Satın alınan hava yastıklarının teknik özellikleri*, TTK İşletmeler Dairesi Başkanlığı verileri.

Tüstaş (1991) *TTK Karadon TİM Gelik İşletme Müdürlüğü rehabilitasyon projesi*, TTK Karadon TİM Gelik İşletme Müdürlüğü, TTK Kütüphanesi, Zonguldak.

URL-1 < <https://www.911metallurgist.com/wood-cribs> >, Ziyaret tarihi: 26.04.2019.

URL-2 <<https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/Works/pdfs/aosr.pdf>>, Ziyaret tarihi: 26.04.2019.

URL-3 < <https://www.strataworldwide.com/concrete-roof-supports> >, Ziyaret tarihi: 28.07.2019.

URL-4 <https://www.savatech.com/images/eko/2019/HAZ-MAT_Trelleborg_katalog_2019_web.pdf>, Ziyaret tarihi: 26.04.2019.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

URL-5 < <http://fabcob.com/katalog/katalog.pdf>>, Ziyaret tarihi: 26.10.2018.

URL-6 <<https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2018/06/kord-bezi-nedir.html>>, Ziyaret tarihi: 26.10.2018.

URL-7 <http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kord%20Bezi.pdf>, Ziyaret tarihi: 26.10.2018.

Ünlü T. (1989) T.T.K. Üzülmez Müessesesi Asma İşletmesi Sulu Ayakta Yapılan Yük ve Konverjans Ölçümleri İle Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Zonguldak, 128.

Ünlü T. ve Gerçek H. (2000) *Ahşap Domuzdamlarının Mekanik Davranışı ve Tasarımı*, Türkiye 12 Kömür Kongresi, 23-26 Mayıs 2000, Zonguldak, Türkiye, Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 41-54.

Ünver M. Y. (1992) Yeraltı Kömür Madenciliğinde Hava Yastıkları (Şişirme Domuzdamları)'nın Özel Tahkimat Olarak Kullanılmasının Araştırılması ve T.T.K. Karadon Müessesesi'nde Uygulanışının İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sivas, 70.

Yamudi C. (2008) *TTK Kozlu T.İ.M. İhsaniye İncirharmanı İşletme Müdürlüğü Pnömatik Sıktırmalı Domuzdamlarının 1. Ocak "SULU DOĞU PANO" uygulamaları*, TTK Kozlu T.İ.M. İhsaniye İncirharmanı İşletme Müdürlüğü Pnömatik Sıktırmalı Domuzdamlarının 1. Ocak "SULU DOĞU PANO" uygulamaları brifingi.

Yetkin M. E. (2016) *Yürüyen Tahkimatların Boyutlandırılmasının ve Tahkimat Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*. *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir, 193.

BİBLİYOGRAFYA

Ünsal, Ö., (1998) Buharlanmış ve Buharlanmamış Kayın Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, *Doktora Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılgör, N., Ünsal, Ö., Kartal, S.N., 2001, *Physical, mechanical and chemical properties of steamed Beech wood*, *Forest Products Journal*, 51(11-12), 89-93.

EK AÇIKLAMALAR

EK A: Hava Yastıklarının Çalışma Basıncının Hesabı

a) 95x95 cm² alanına ve 85,5 ton (838,755 kN)'luk kaldırma kuvvetine sahip hava yastıklarının çalışma basıncının hesabı aşağıda verilmiştir. Hesaplama yapılırken hava yastığının tüm alanına eşit miktarda yük dağılımı olduğu varsayımı yapılmıştır.

Basıncın hesaplanması;

$$P = \frac{F}{A} \text{ (kN/cm}^2\text{)} \quad (\text{A.1})$$

$$P = \frac{838,755}{(95 \times 95)} = 0,0929 \text{ kN/cm}^2 = 0,929 \text{ Mpa} = 9,29 \text{ bar}$$

Buradan yola çıkarak hesaplanan çalışma basıncı yaklaşık olarak 10 bar olarak belirlenmiştir.

b) 95x95 cm² alanına ve 67,7 ton (664,137 kN)'luk kaldırma kuvvetine sahip hava yastıklarının çalışma basıncının hesabı aşağıda verilmiştir. Hesaplama yapılırken hava yastığının tüm alanına eşit miktarda yük dağılımı olduğu varsayımı yapılmıştır.

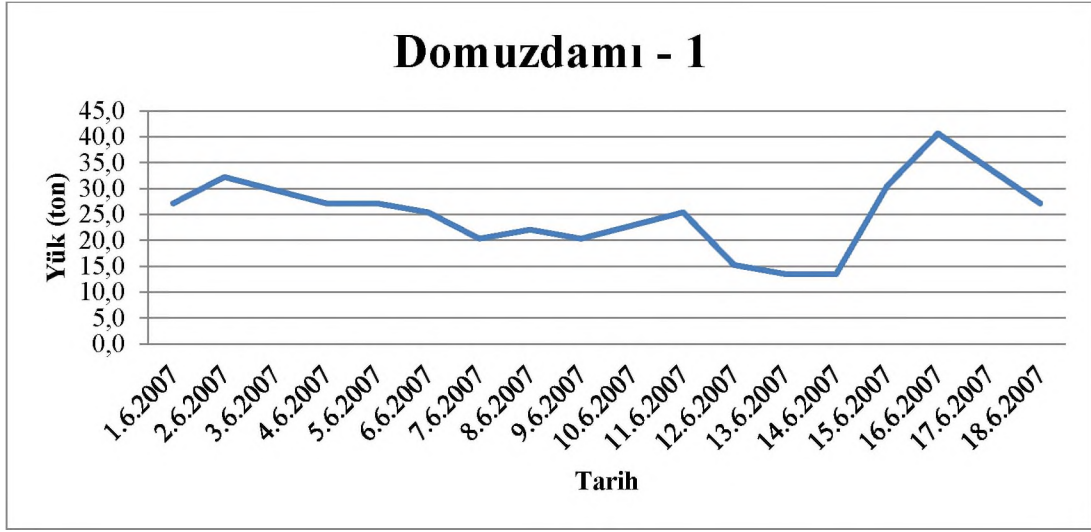
$$P = \frac{F}{A} \text{ (kN/cm}^2\text{)} \quad (\text{A.2})$$

$$P = \frac{664,137}{(95 \times 95)} = 0,0736 \text{ kN/cm}^2 = 0,736 \text{ Mpa} = 7,36 \text{ bar}$$

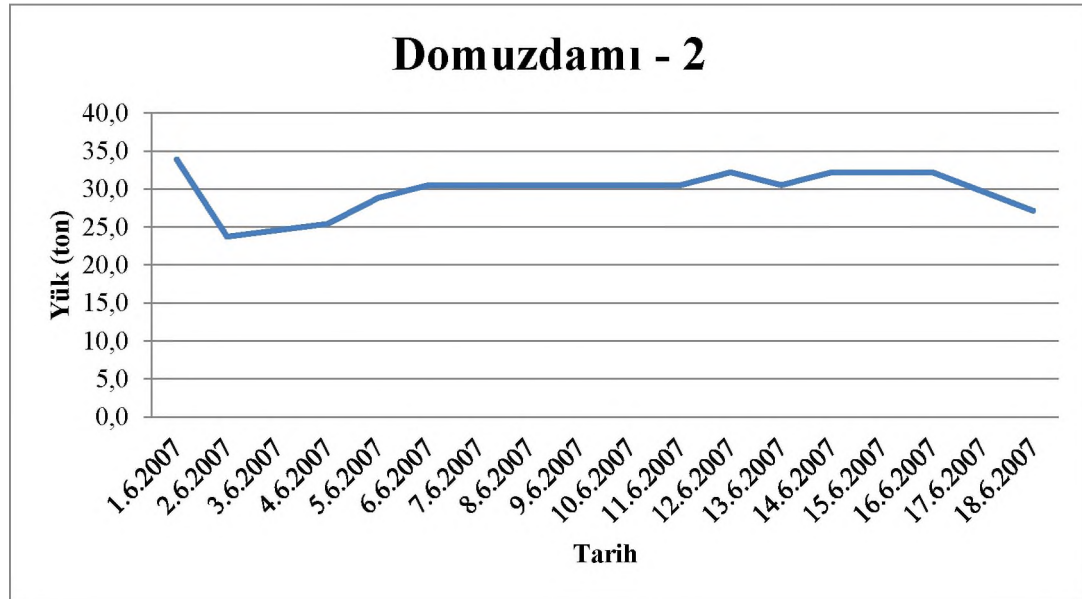
Buradan yola çıkarak hesaplanan çalışma basıncı yaklaşık olarak 8 bar olarak belirlenmiştir.

EK B: Hacımemiş Batı Ayakta Domuzdamlarına Gelen Yükler

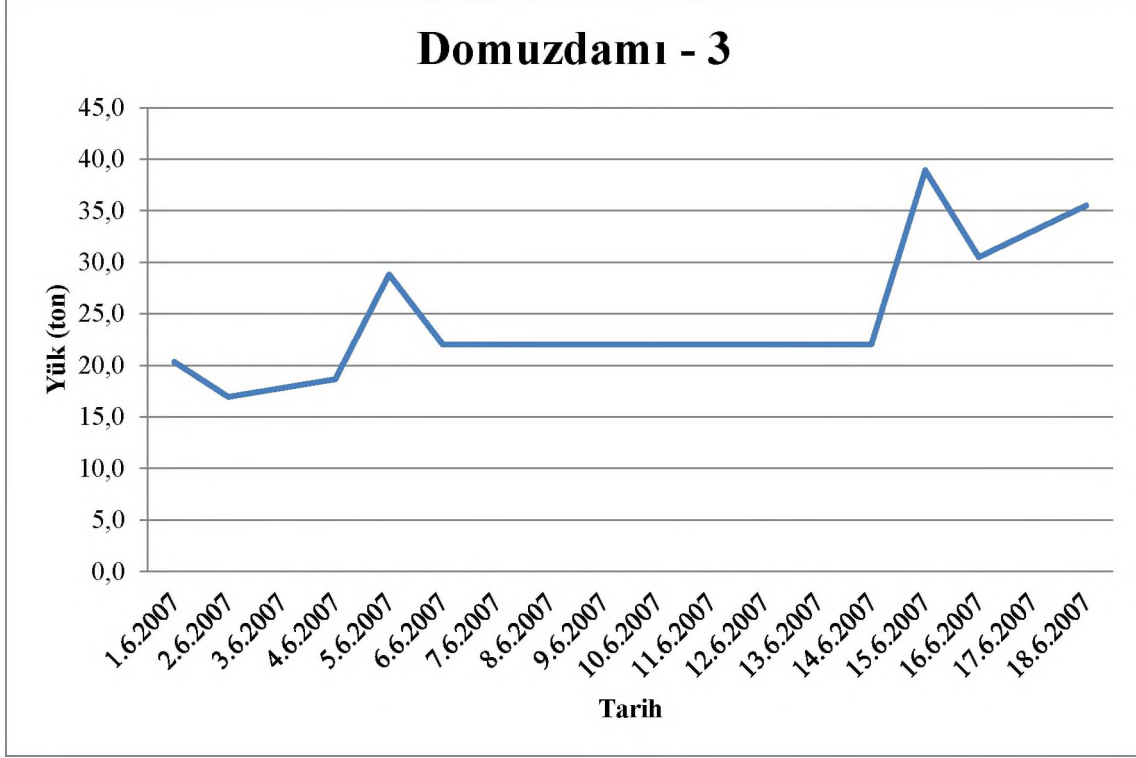
Karadon Müessesesi Kilimli İşletme Müdürlüğü 1. Ocak -360/-460 Hacımemiş Batı Ayakta domuzdamlarına gelen yükler Şekil B.1'den Şekil B.35'e kadar verilmiştir.



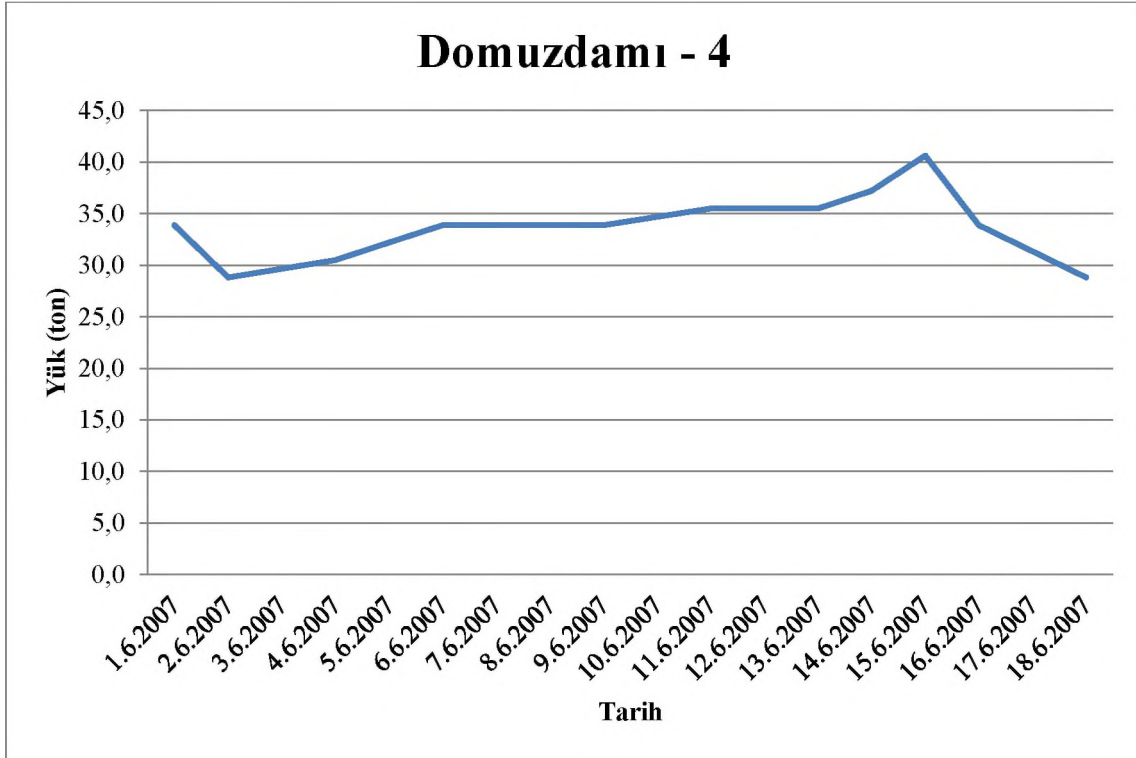
Şekil B.1 Hacımemiş Batı Ayakta 1 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



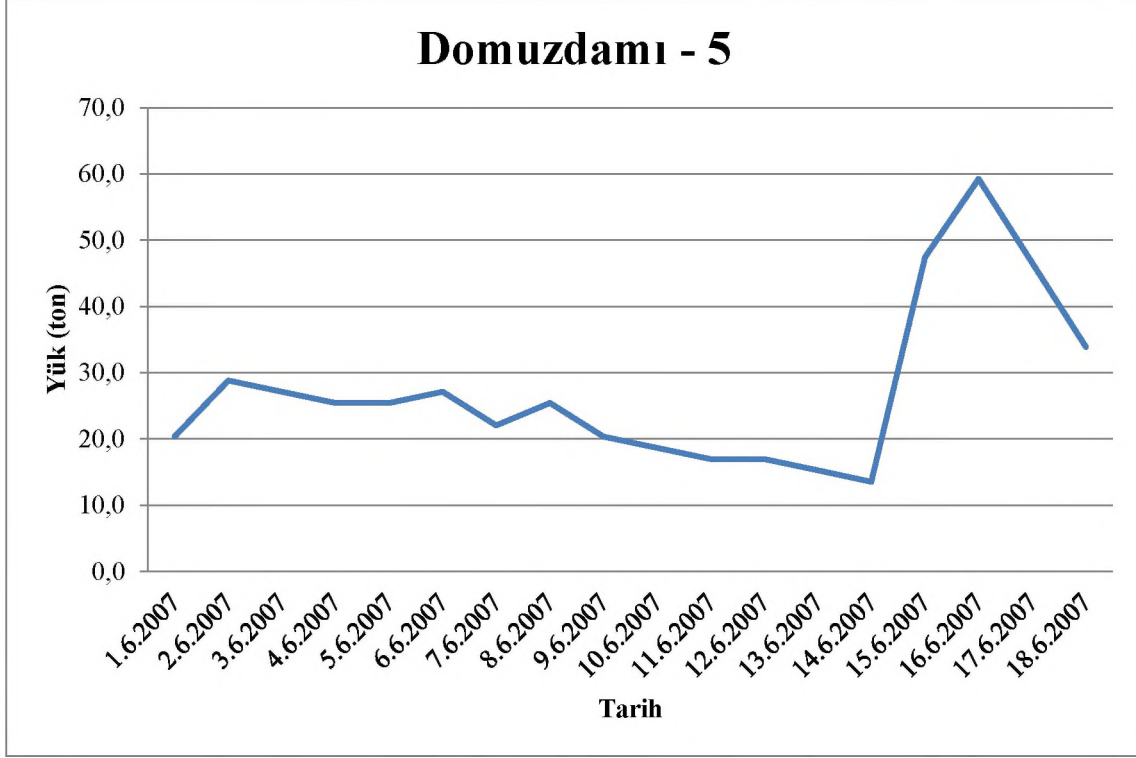
Şekil B.2 Hacımemiş Batı Ayakta 2 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



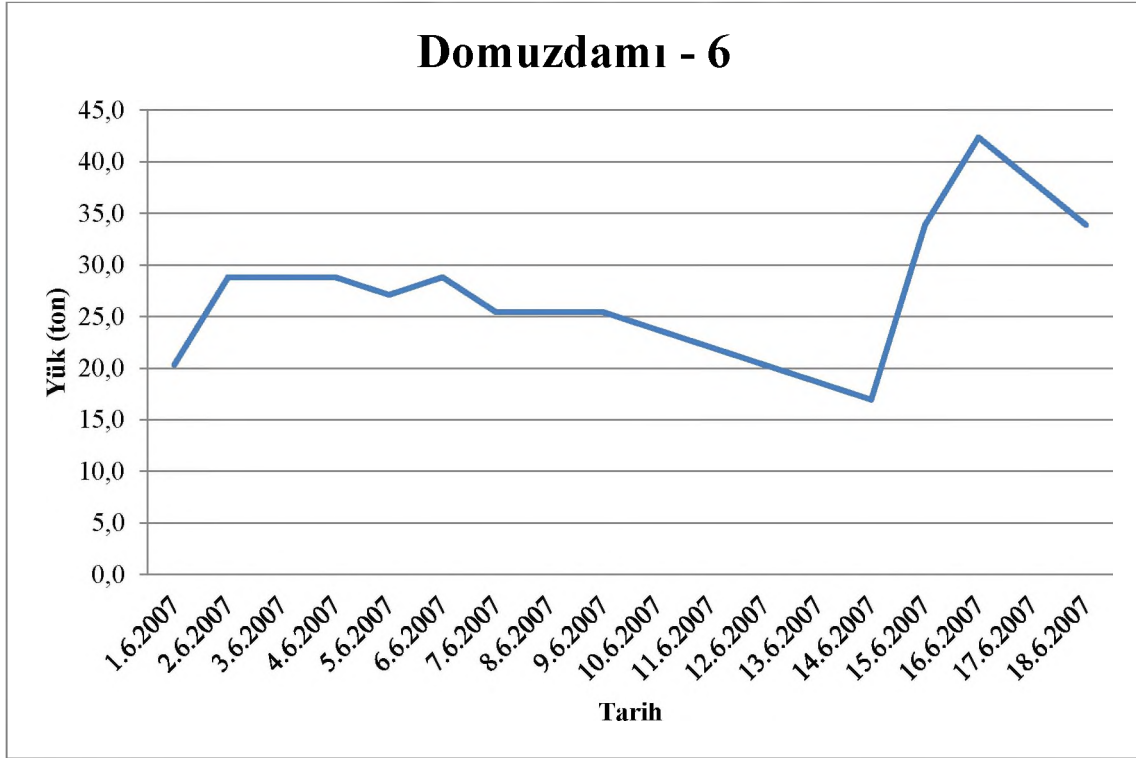
Şekil B.3 Hacımemiş Batı Ayakta 3 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



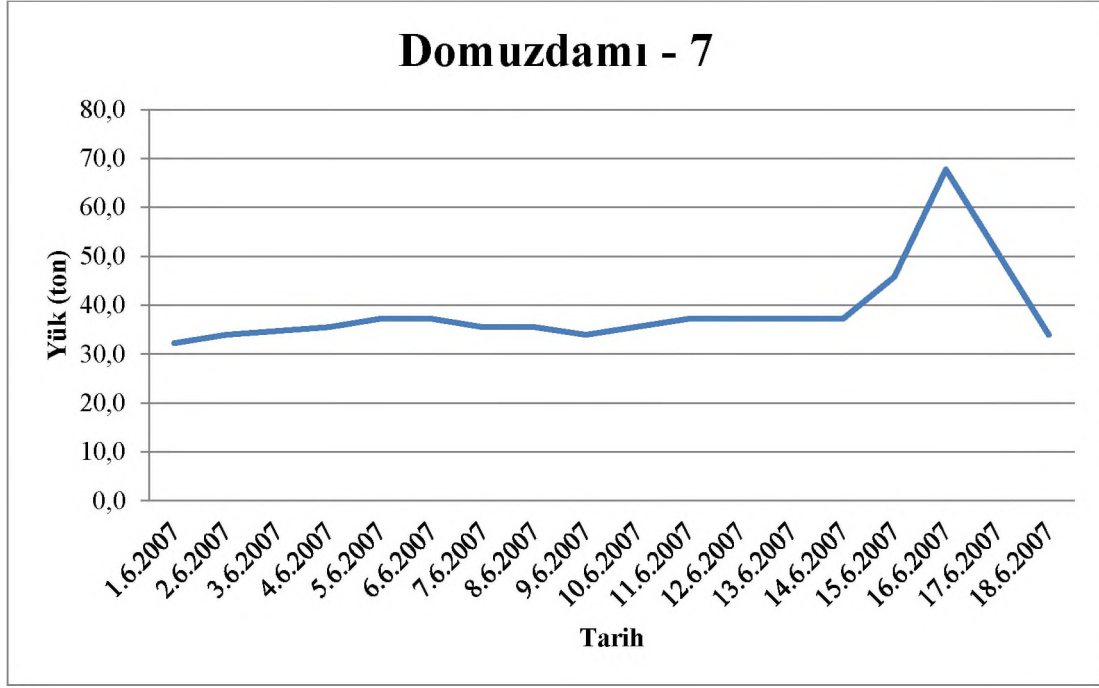
Şekil B.4 Hacımemiş Batı Ayakta 4 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



Şekil B.5 Hacımemiş Batı Ayakta 5 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

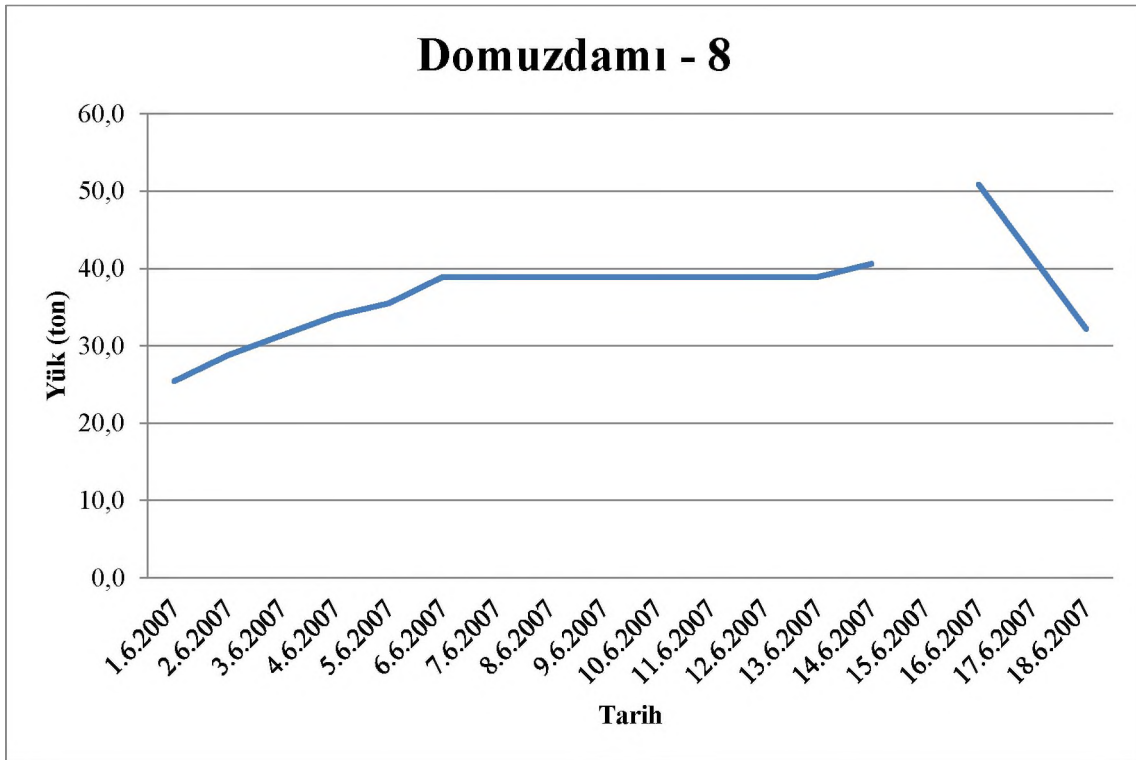


Şekil B.6 Hacımemiş Batı Ayakta 6 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



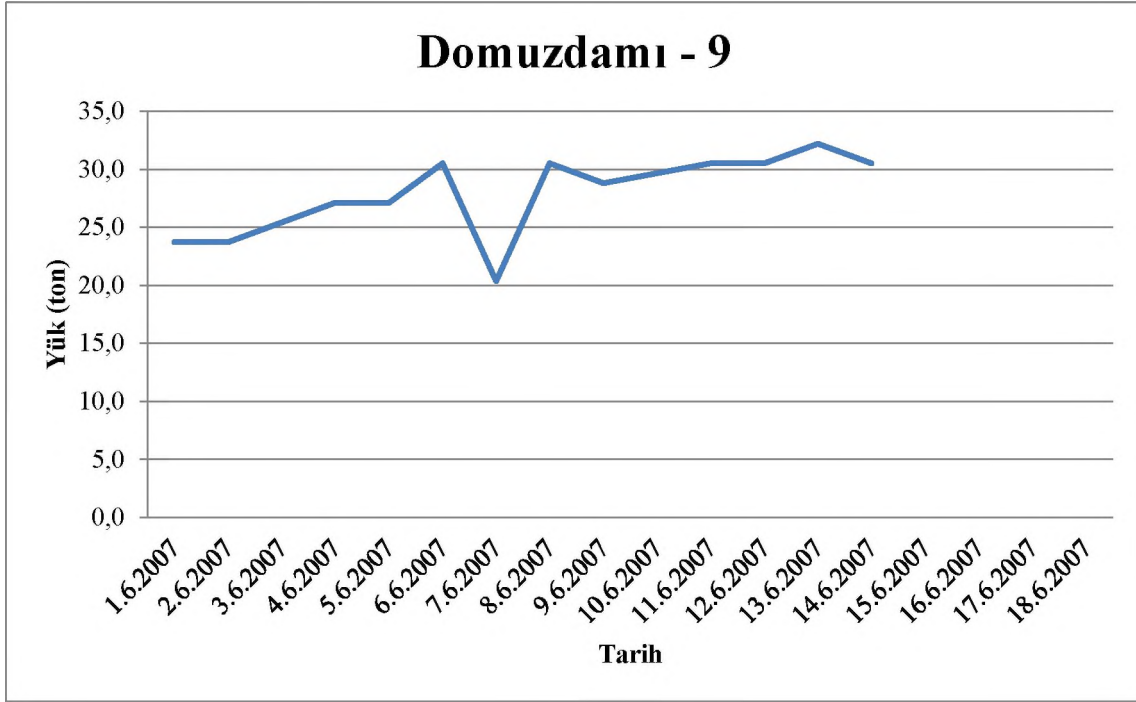
Şekil B.7 Hacımemiş Batı Ayakta 7 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 8 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.8’de 13. gün yük ölçümü yapılamamıştır.

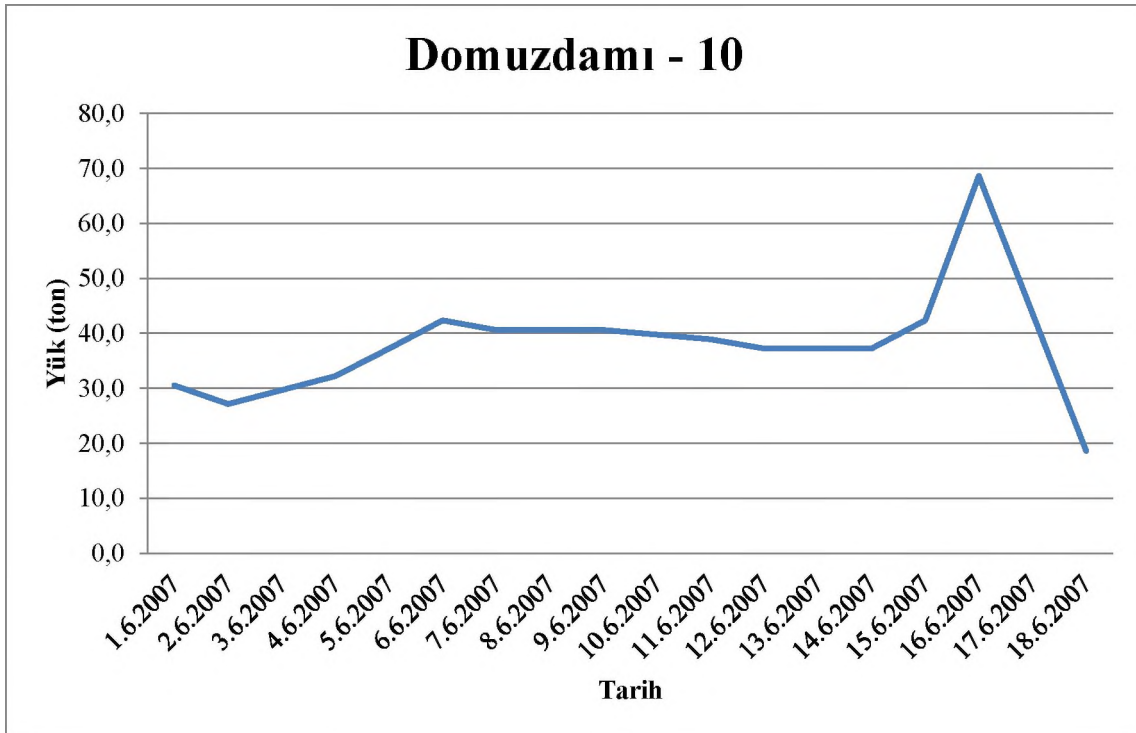


Şekil B.8 Hacımemiş Batı Ayakta 8 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

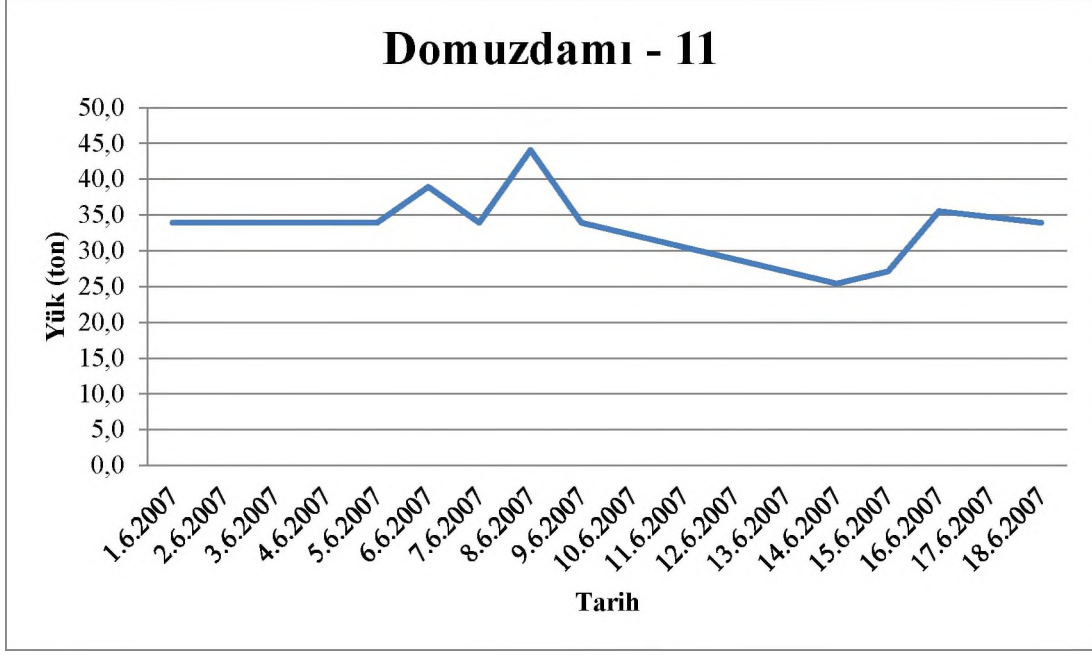
Hacımemiş Batı Ayakta 9 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.9'da 13, 14 ve 15. gün yük ölçümü yapılamamıştır.



Şekil B.9 Hacımemiş Batı Ayakta 9 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

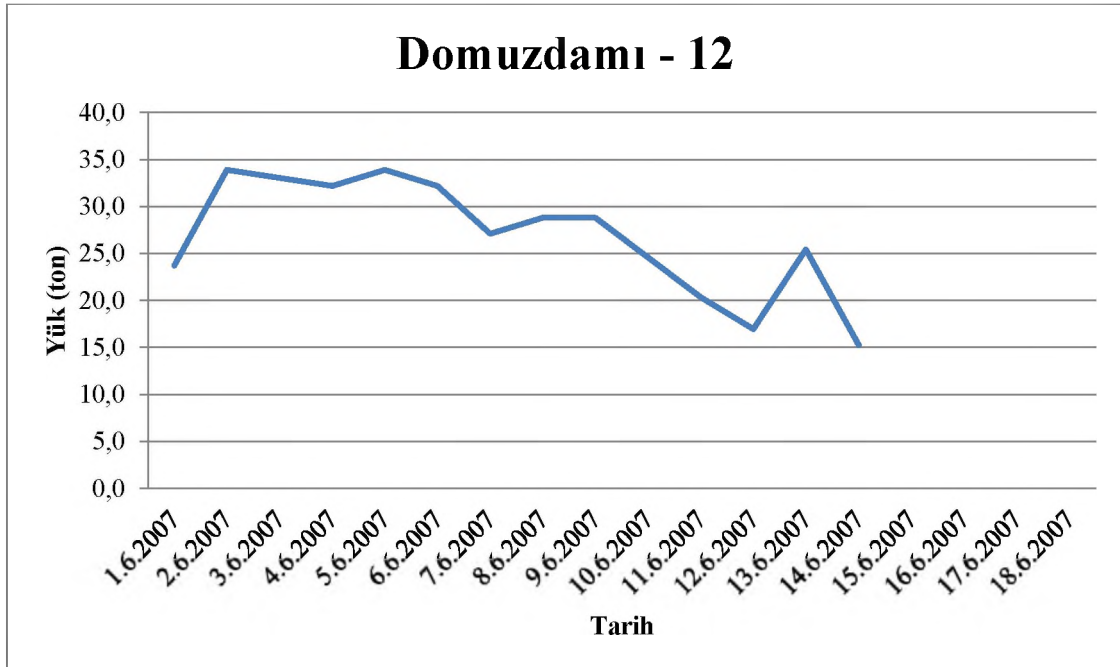


Şekil B.10 Hacımemiş Batı Ayakta 10 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



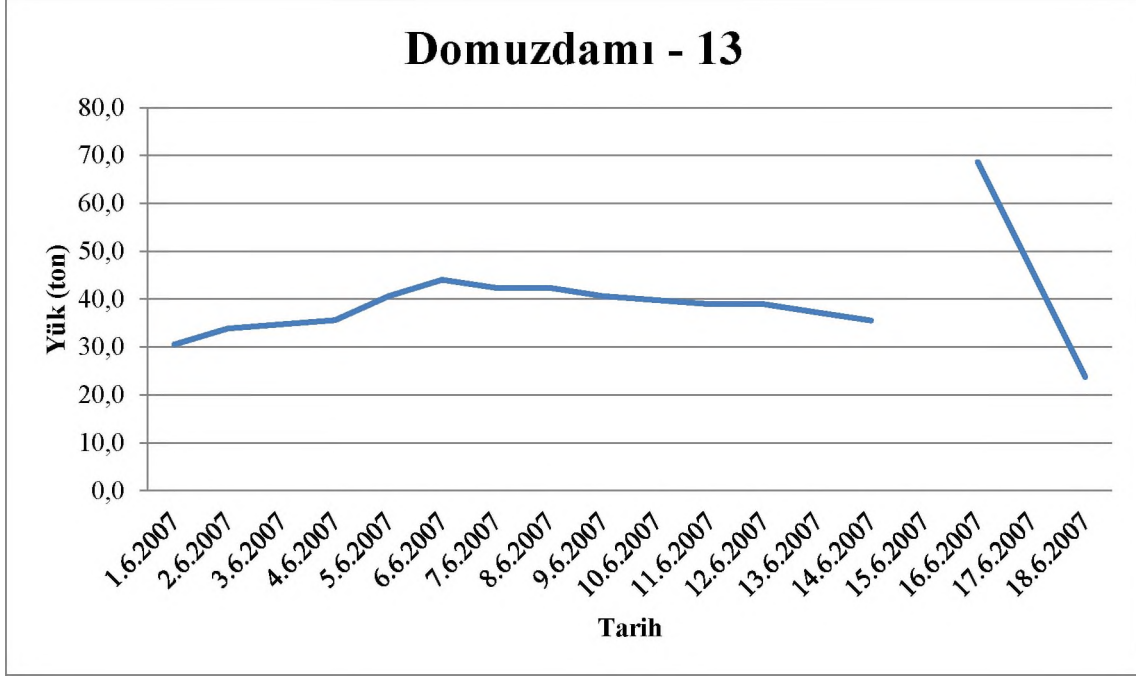
Şekil B.11 Hacımemiş Batı Ayakta 11 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 12 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.12’de 13. ve 14. gün yük ölçümü yapılamamıştır.

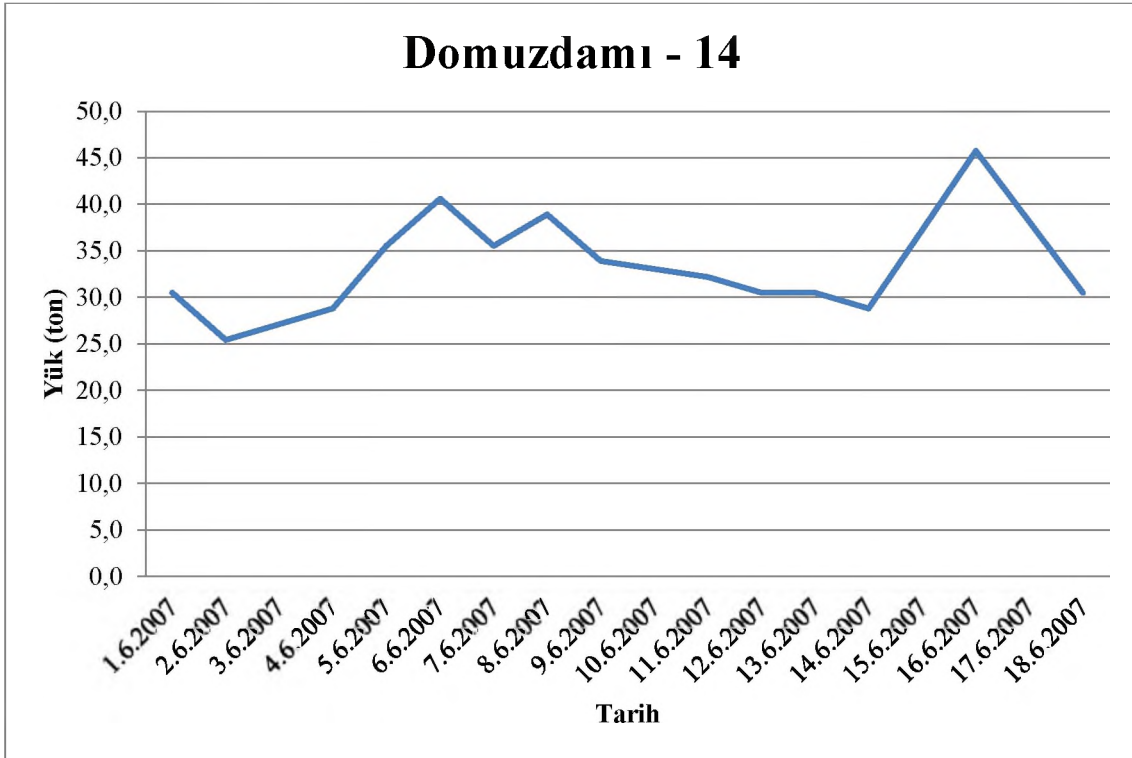


Şekil B.12 Hacımemiş Batı Ayakta 12 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

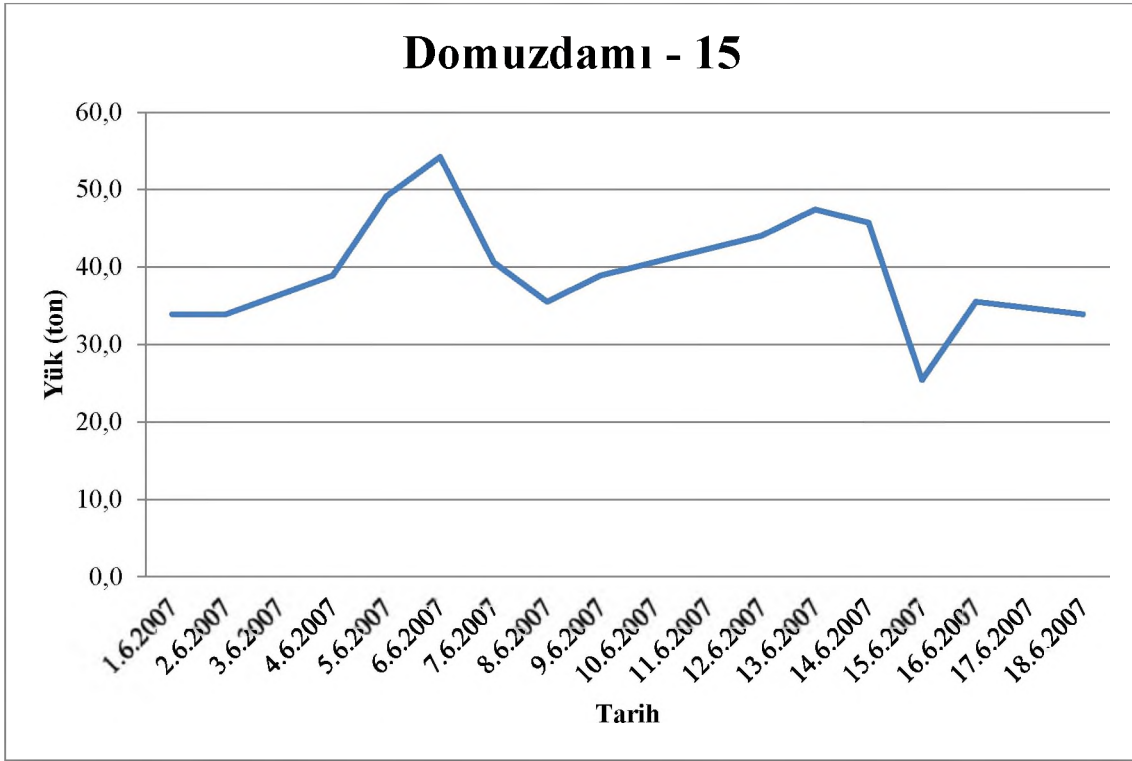
Hacımemiş Batı Ayakta 13 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.13’de 13. gün yük ölçümü yapılamamıştır.



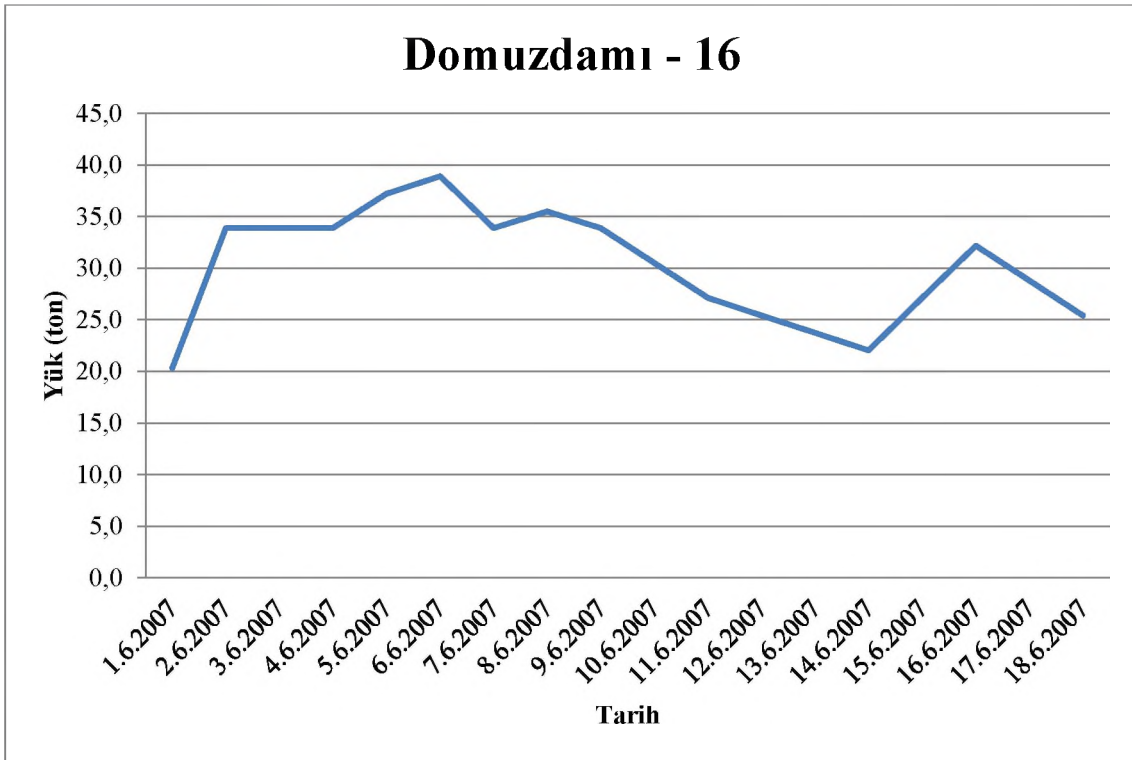
Şekil B.13 Hacımemiş Batı Ayakta 13 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



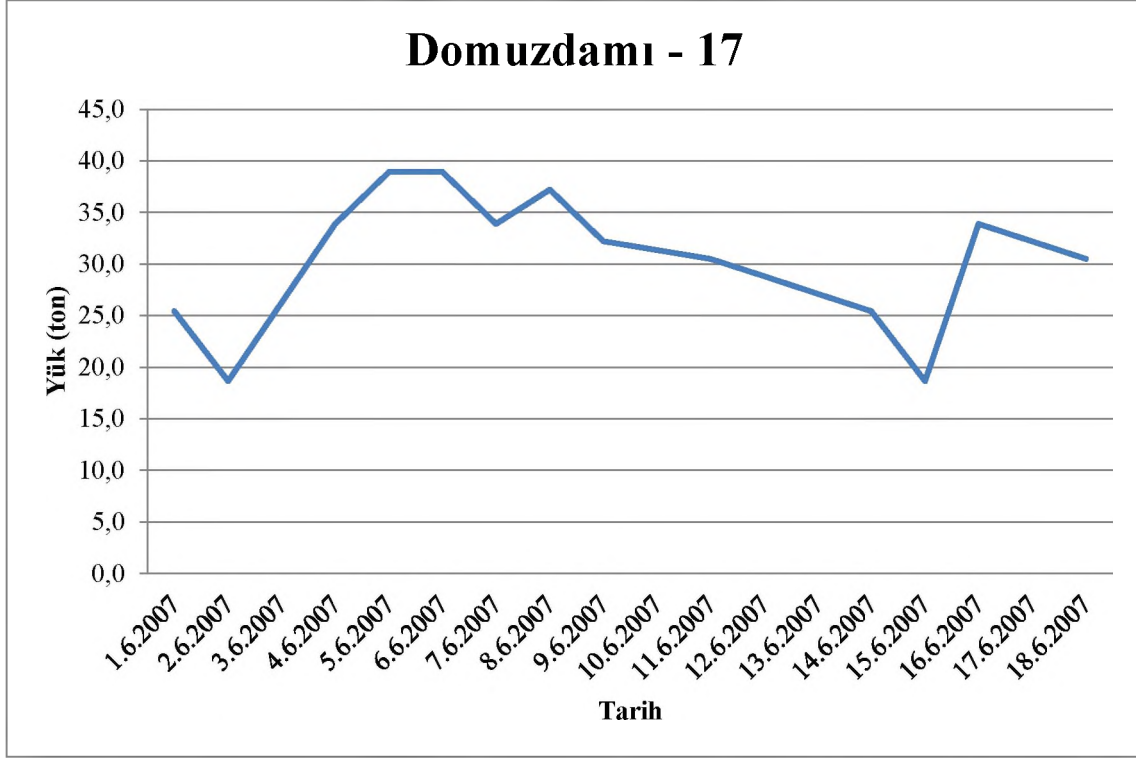
Şekil B.14 Hacımemiş Batı Ayakta 14 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



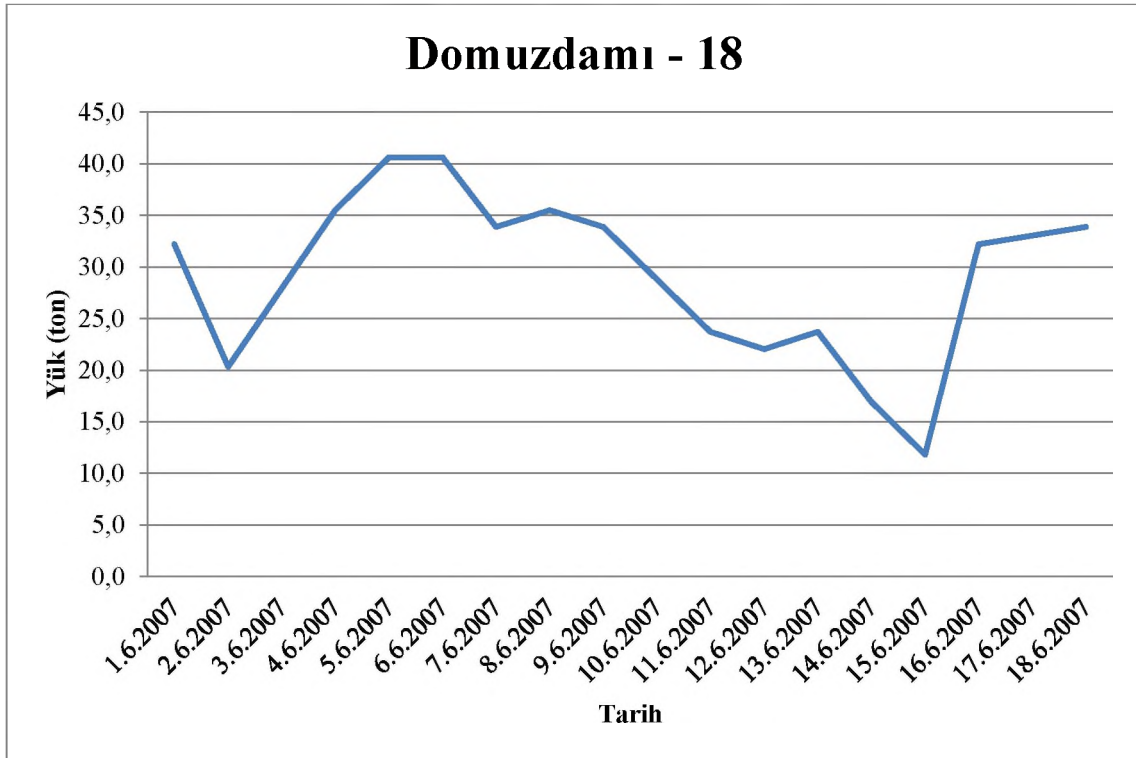
Şekil B.15 Hacımemiş Batı Ayakta 15 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



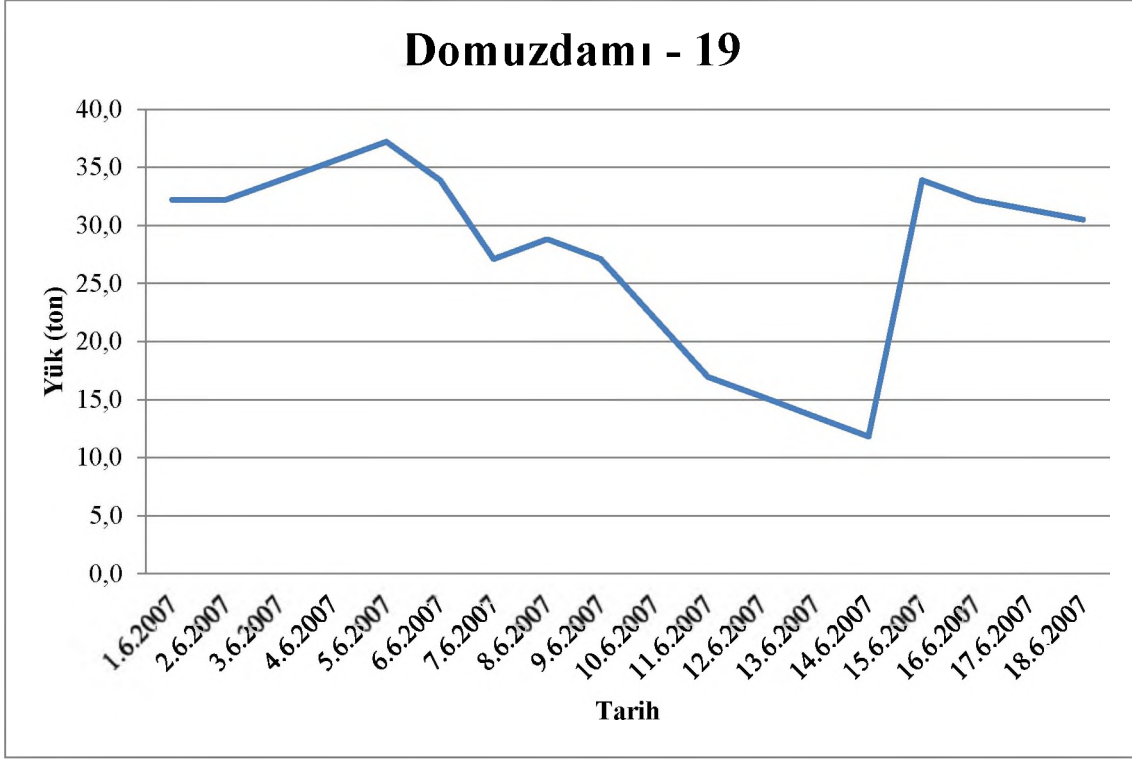
Şekil B.16 Hacımemiş Batı Ayakta 16 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



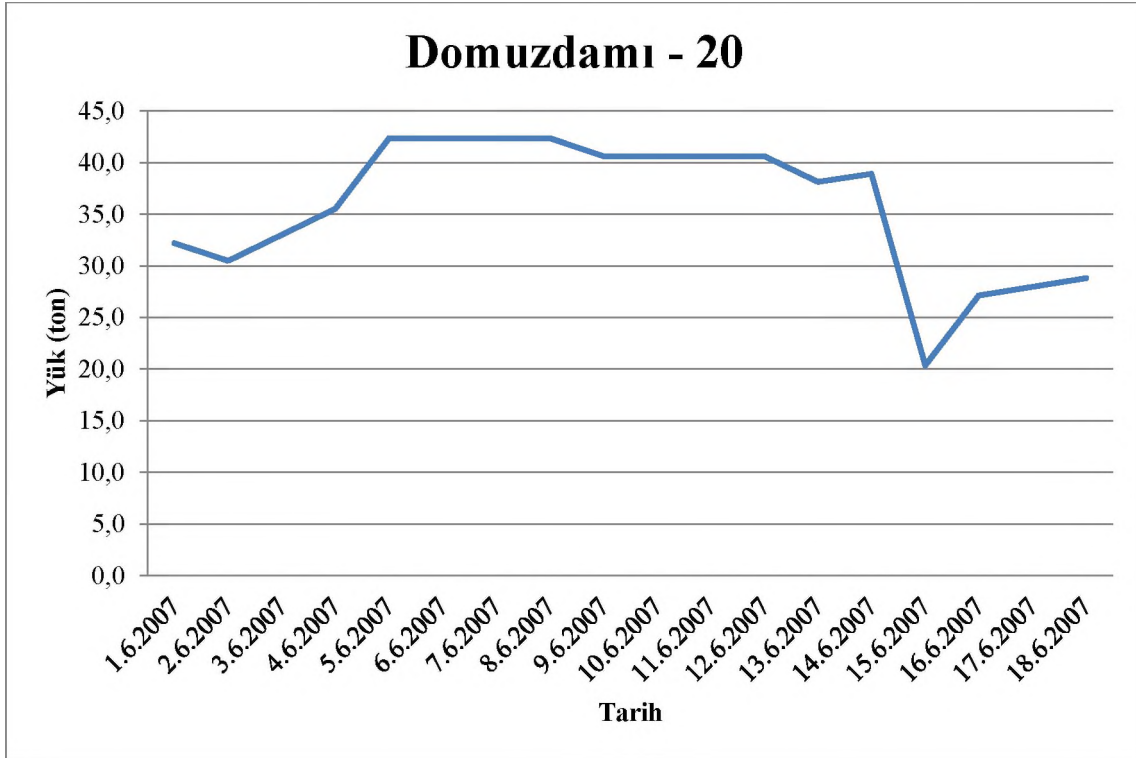
Şekil B.17 Hacımemiş Batı Ayakta 17 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



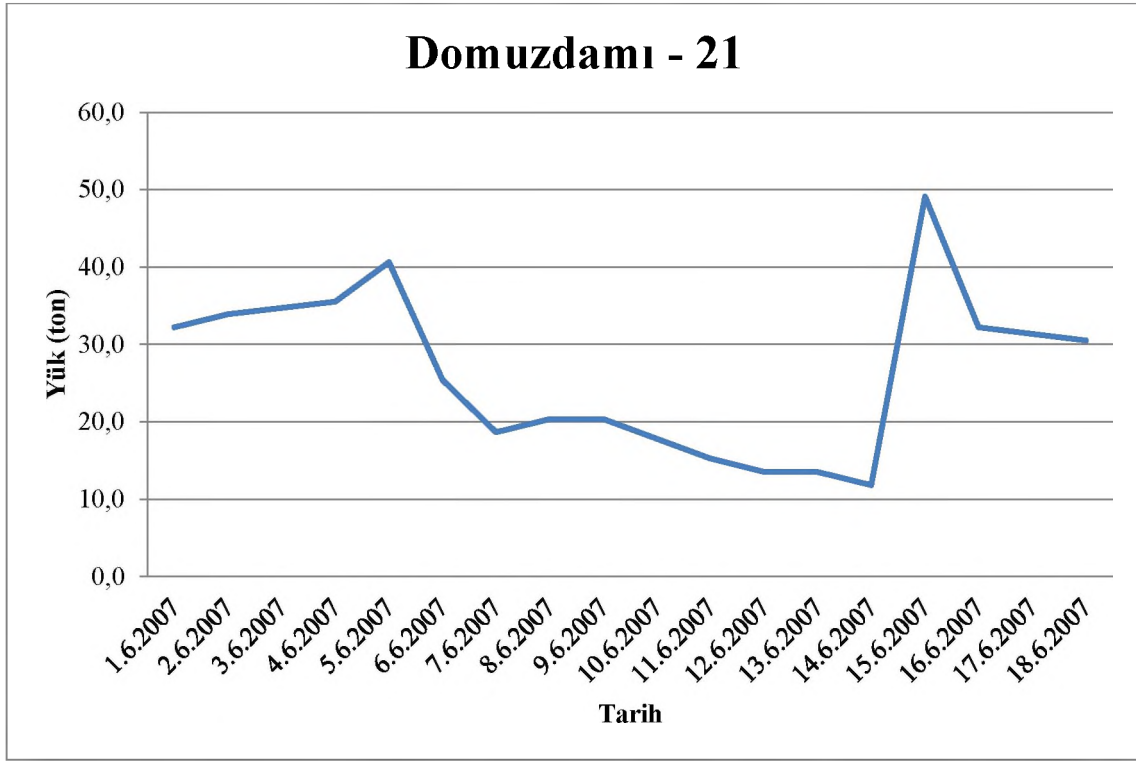
Şekil B.18 Hacımemiş Batı Ayakta 18 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



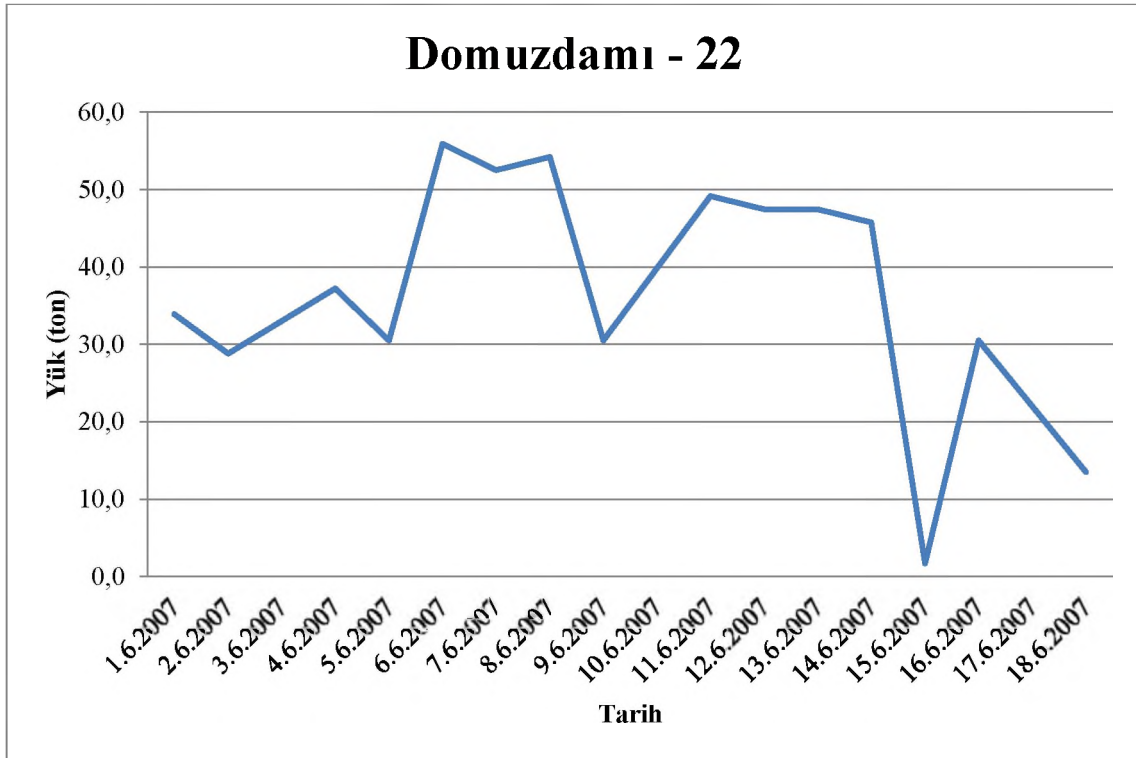
Şekil B.19 Hacımemiş Batı Ayakta 19 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



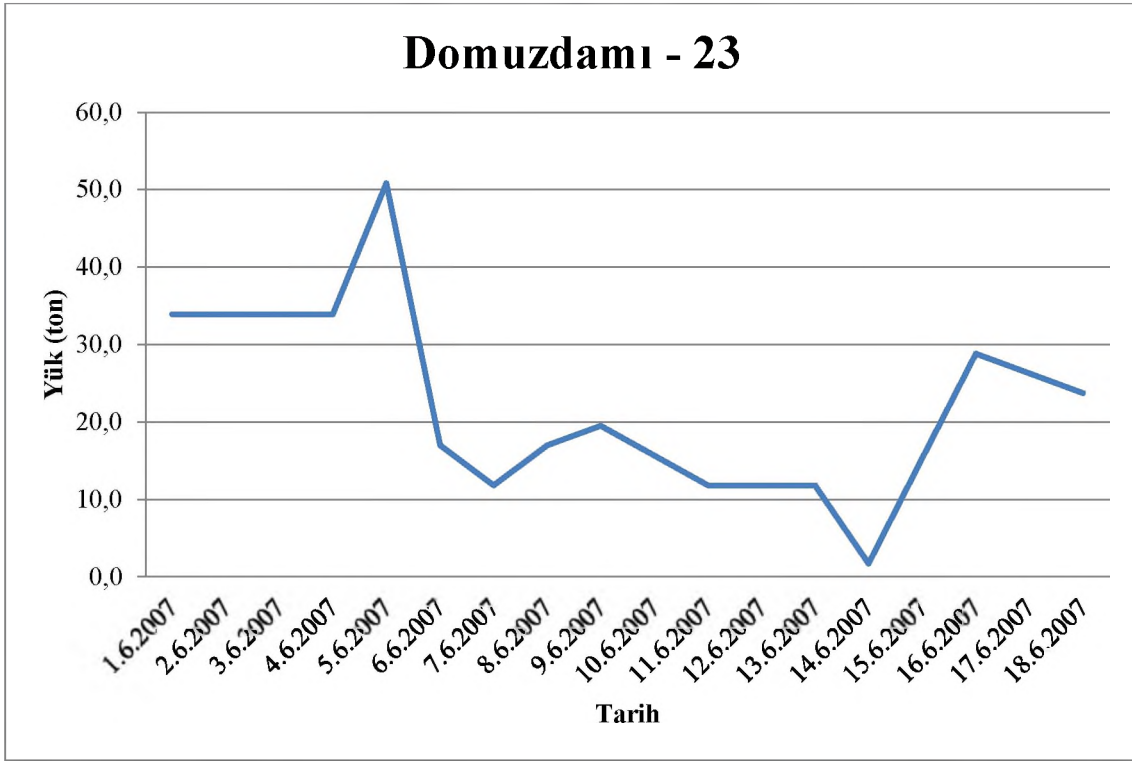
Şekil B.20 Hacımemiş Batı Ayakta 20 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



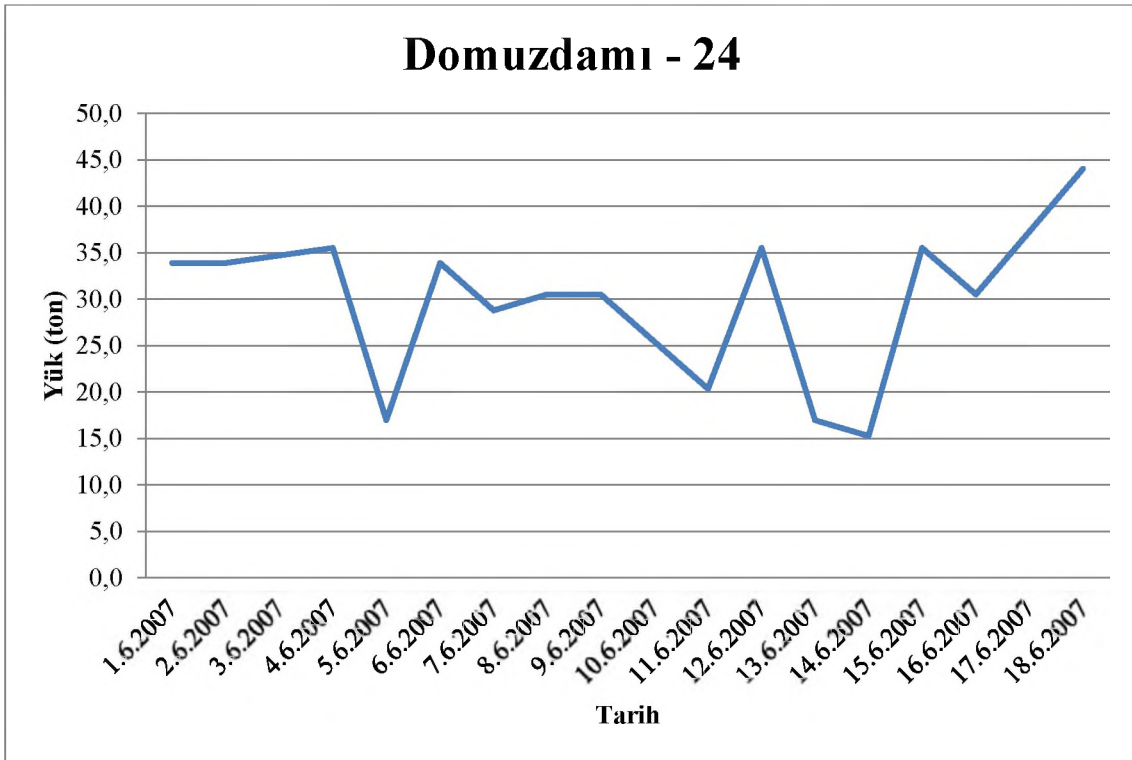
Şekil B.21 Hacımemiş Batı Ayakta 21 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



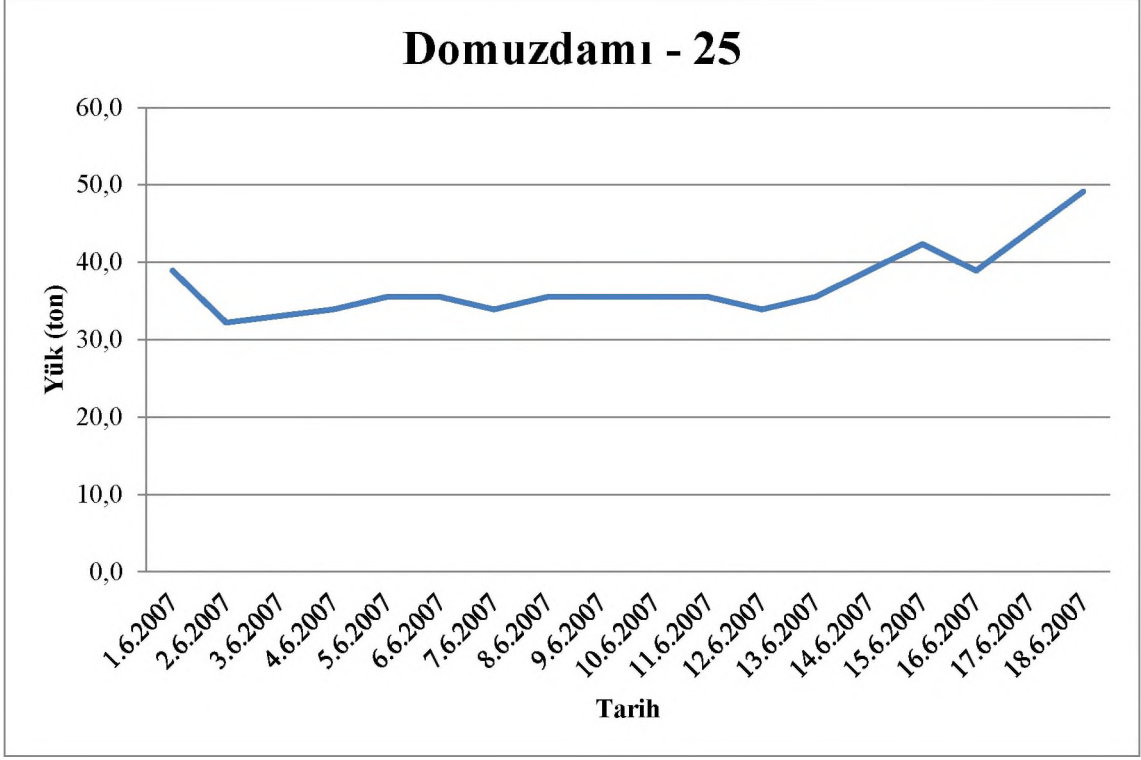
Şekil B.22 Hacımemiş Batı Ayakta 22 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



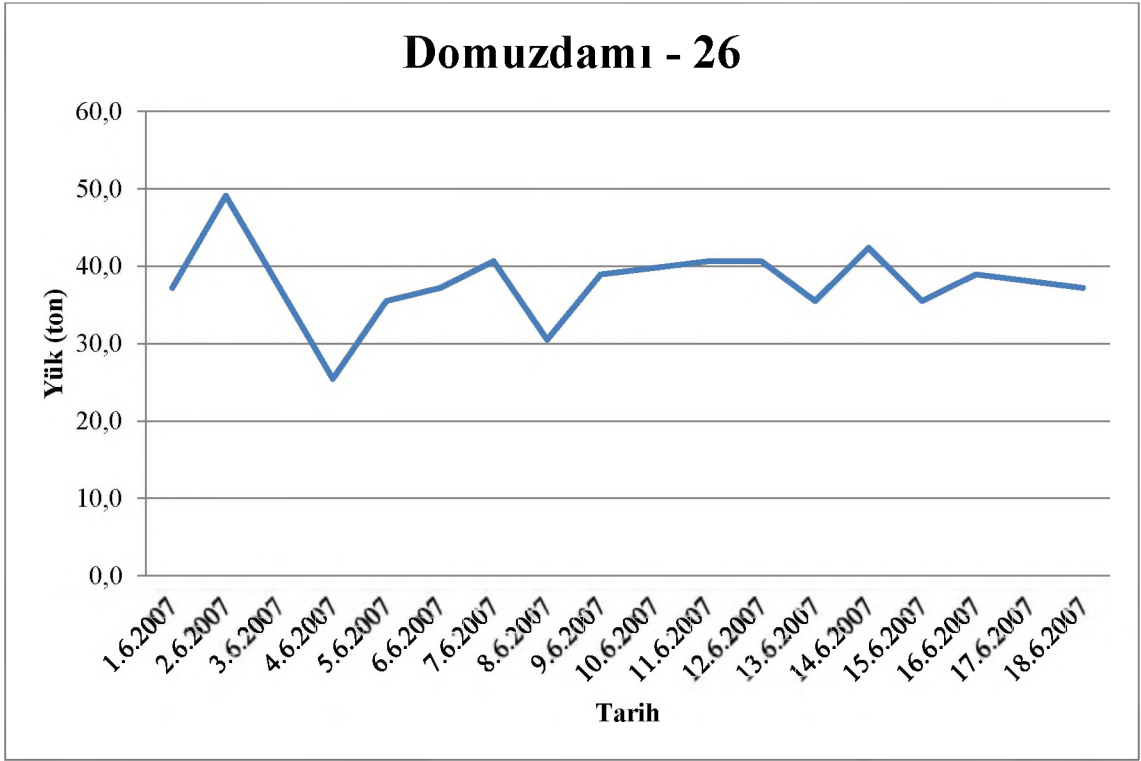
Şekil B.23 Hacımemiş Batı Ayakta 23 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



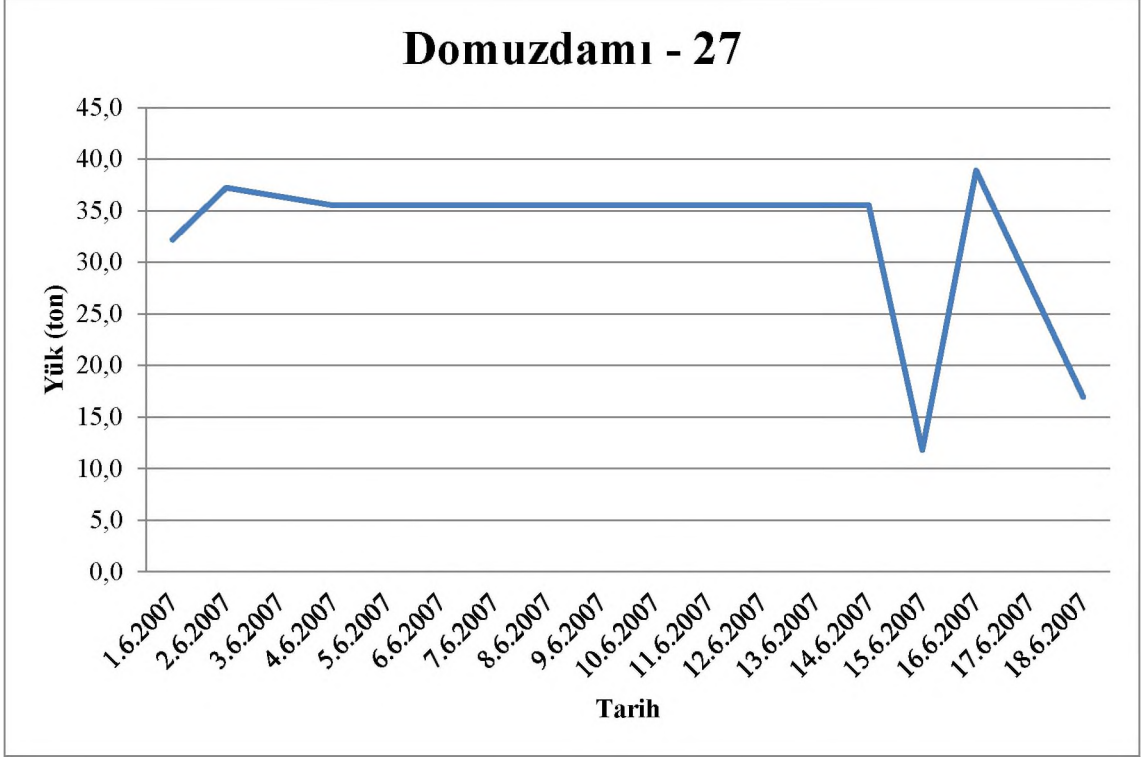
Şekil B.24 Hacımemiş Batı Ayakta 24 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



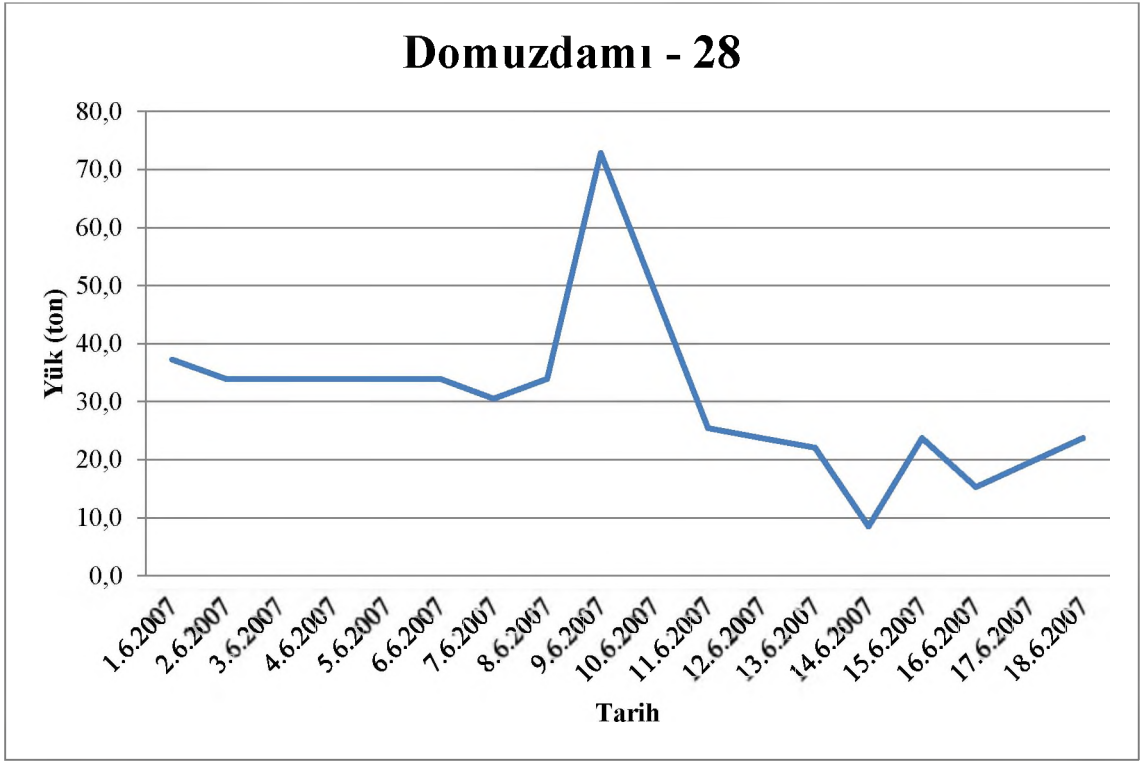
Şekil B.25 Hacımemiş Batı Ayakta 25 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



Şekil B.26 Hacımemiş Batı Ayakta 26 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

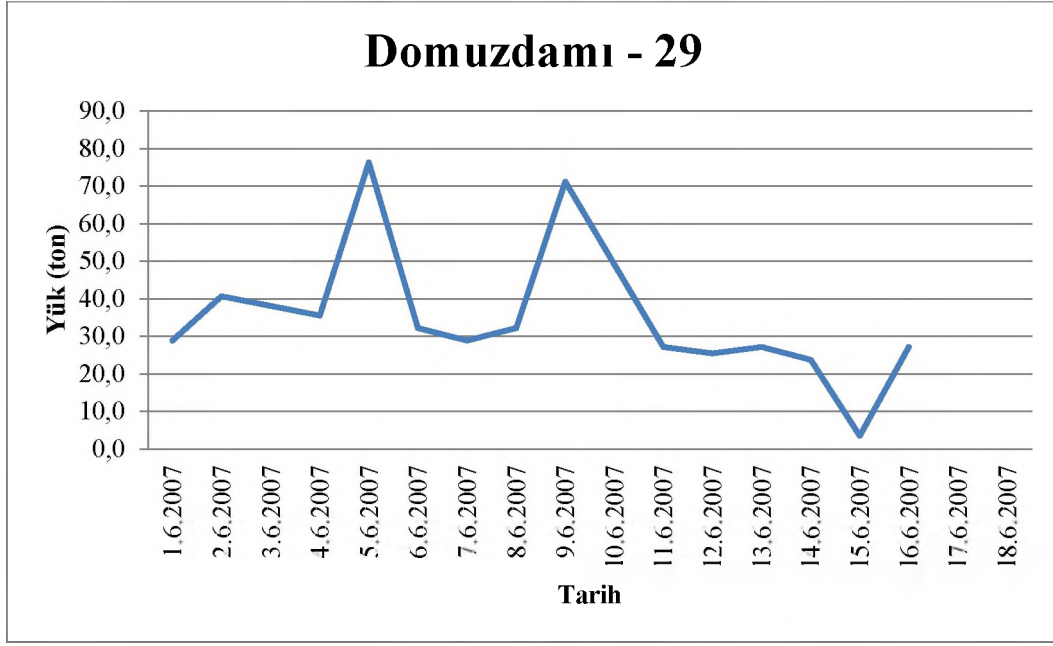


Şekil B.27 Hacımemiş Batı Ayakta 27 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.



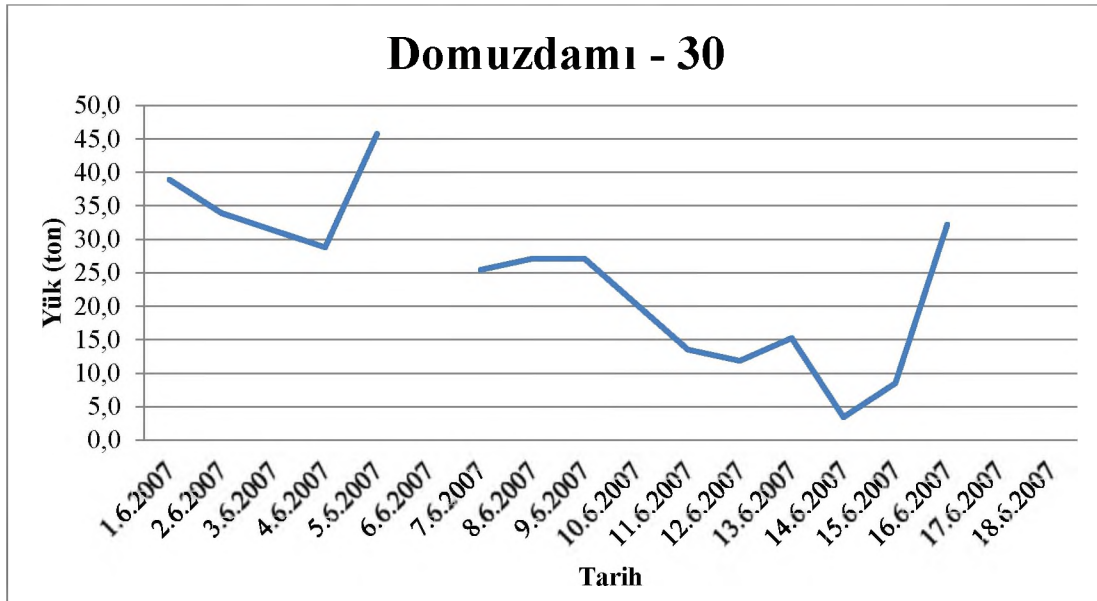
Şekil B.28 Hacımemiş Batı Ayakta 28 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 29 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.29'da 15. gün yük ölçümü yapılamamıştır.



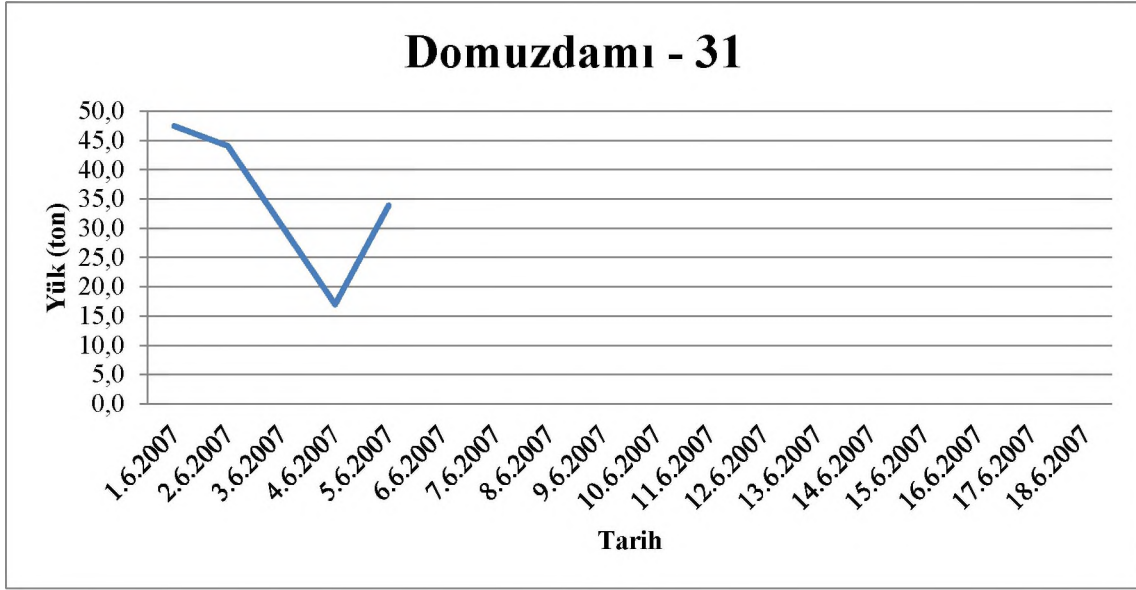
Şekil B.29 Hacımemiş Batı Ayakta 29 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 30 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.30'da 5. ve 15.gün yük ölçümü yapılamamıştır.



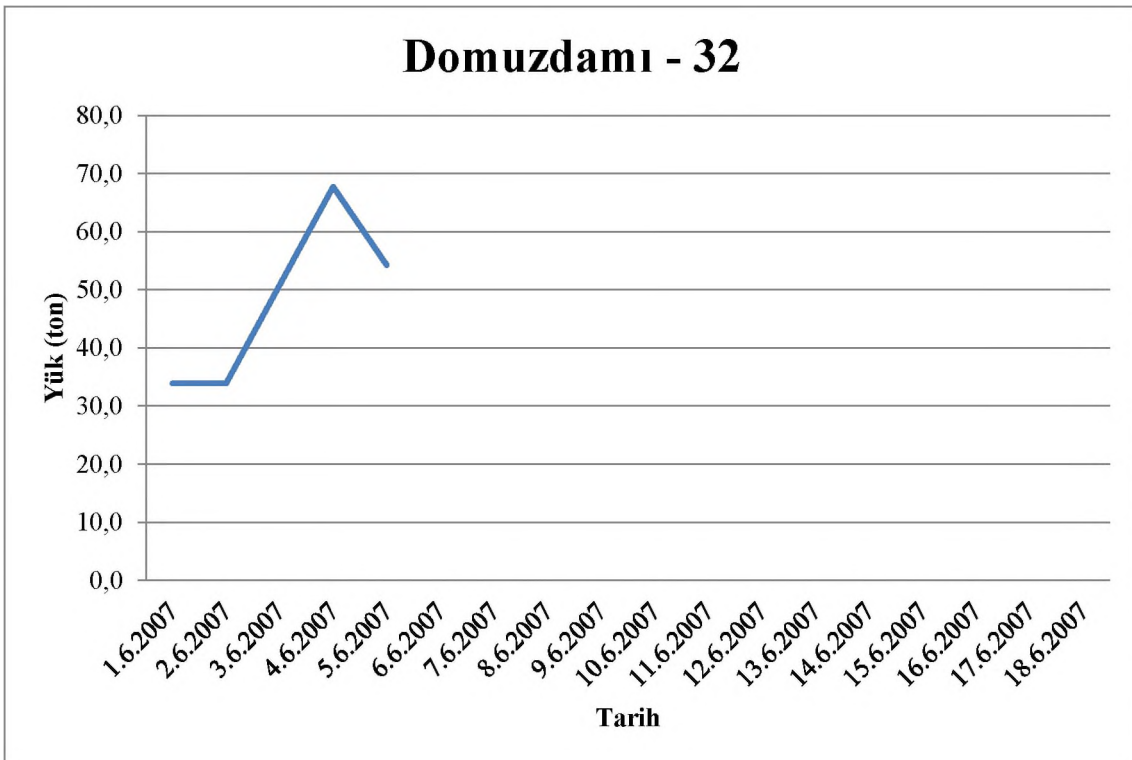
Şekil B.30 Hacımemiş Batı Ayakta 30 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 31 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.31’de sadece 1., 2., 3., 4. ve 13. gün yük ölçümü yapılmıştır.



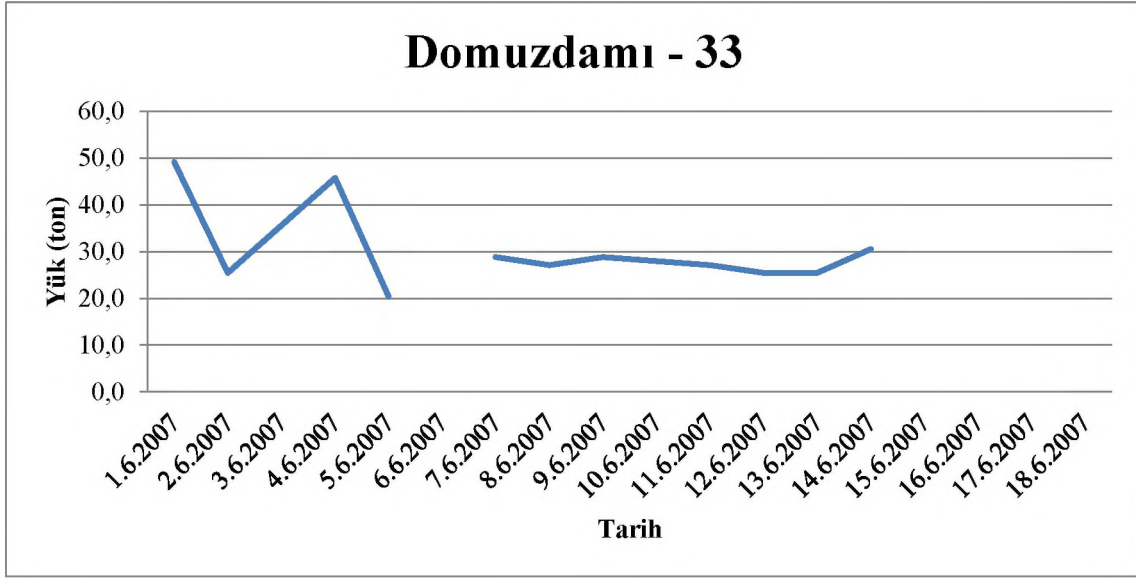
Şekil B.31 Hacımemiş Batı Ayakta 31 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 32 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.32’de sadece 1., 2., 3., 4. ve 13. gün yük ölçümü yapılmıştır.



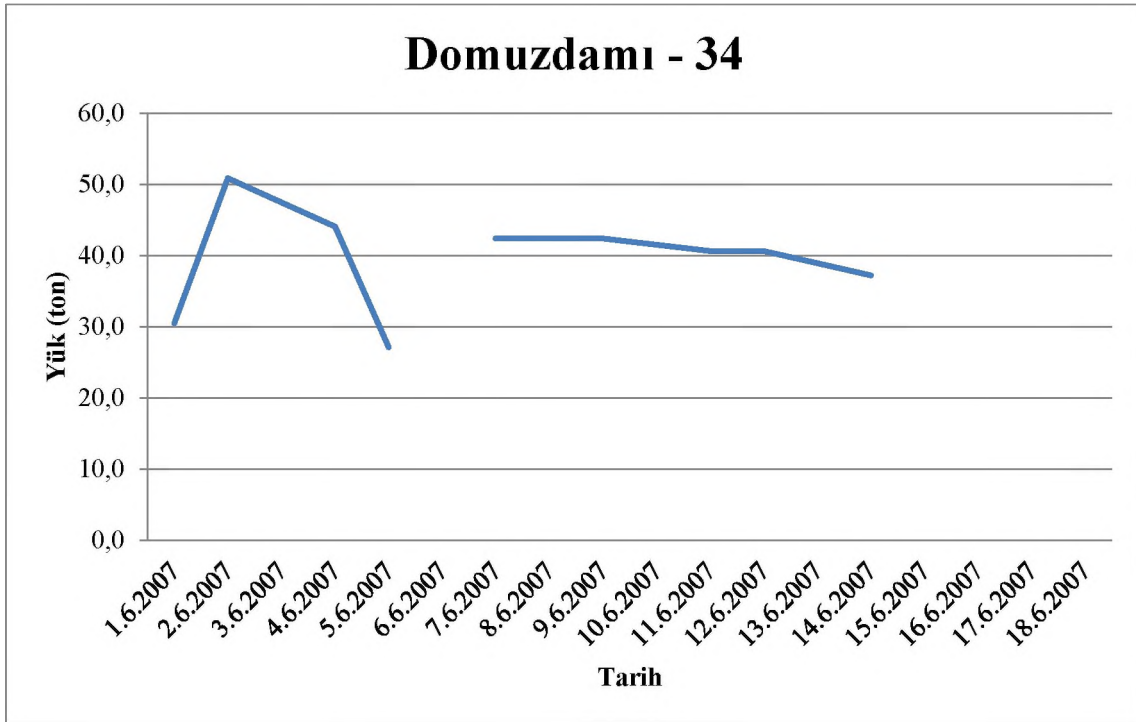
Şekil B.32 Hacımemiş Batı Ayakta 32 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 33 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.33’de 5., 13. ve 15.gün yük ölçümü yapılamamıştır.



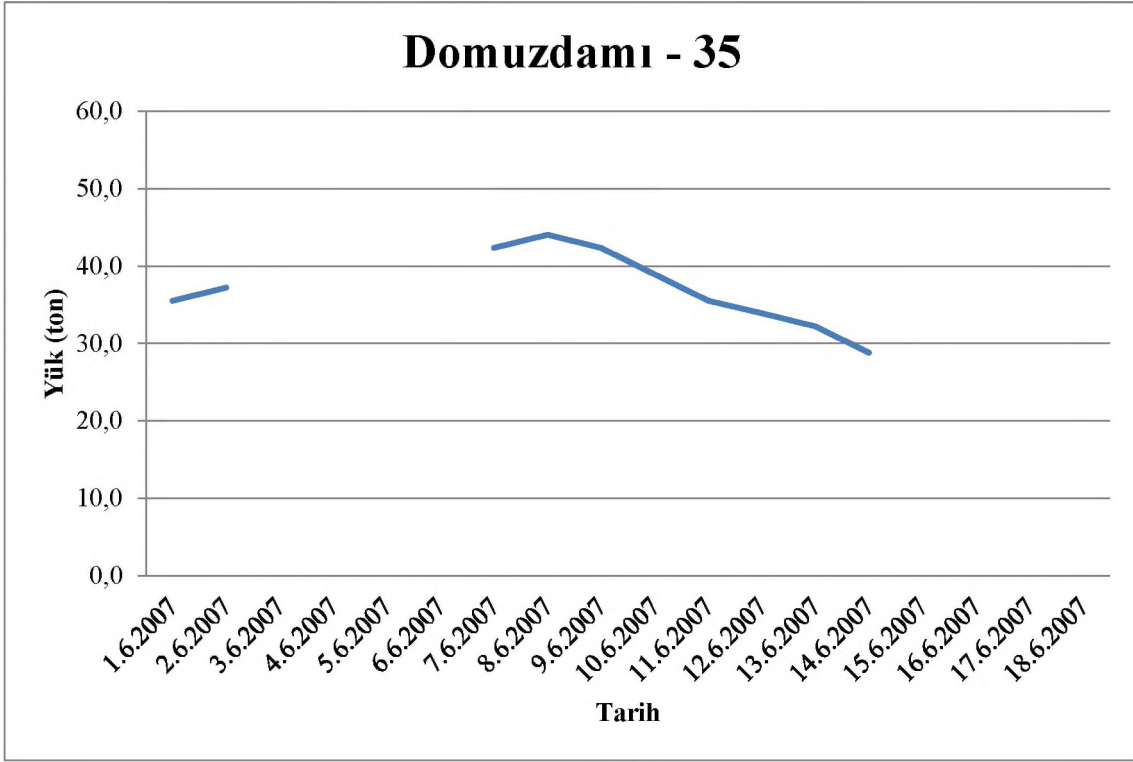
Şekil B.33 Hacımemiş Batı Ayakta 33 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 34 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.34’de 5., 13. ve 15.gün yük ölçümü yapılamamıştır.



Şekil B.34 Hacımemiş Batı Ayakta 34 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

Hacımemiş Batı Ayakta 35 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişiminin verildiği Şekil B.35’de 3., 5., 13., 14. ve 15.gün yük ölçümü yapılamamıştır.



Şekil B.35 Hacımemiş Batı Ayakta 35 no.lu domuzdamına gelen yüklerin zamanla değişimi.

ÖZGEÇMİŞ

Esma Hacer EVKAYA Ankara’da doğdu. İlk, orta öğrenim ve liseyi Ankara’da tamamladıktan sonra Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü’ne girdi; 2002 yılında mezun olduktan sonra çeşitli sektörlerde çalıştı. En son 2015 yılında TTK’da çalışmaya başladı. TTK İşletmeler Dairesi Başkanlığı Üretim Planlama ve İzleme Başmühendisliğinde Maden Mühendisi olarak görevini sürdürmektedir.

2015 yılında ZBEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

ADRES BİLGİLERİ:

Adres: Yayla Mahallesi İhsan Soyak Sokak No:6 Merkez/ ZONGULDAK (TTK Genel Müdürlüğü)

Tel: (+90) 372 259 40 00

E-posta: eevkaya@gmail.com