

Mehmet Kemal DEDEMAN
Araştırma ve Geliřtirme Proje Yarışması 2007



Türkiye Taşkömürü Kurumu
Göçertmeli Uzun Ayaklarda
Ön Gerilmeli Ahşap Domuzdamı Uygulama Projesi

Hazırlayanlar

Rıfat DAĞDELEN (TTK Genel Müdürü. Maden Y. Müh.)
Tuncer ÖZKAN (APK Daire Başkanı Makina Y. Müh.)
A.Haşım DEMİRLER (APK D.Bşk. Ar-Ge. Baş Müh. Maden Müh.)

ÖZET

Yer altı kömür madenciliğinde arına paralel ahşap tahkimatlı uzun ayak yöntemi en yaygın olarak kullanılan üretim yöntemidir. Büyük yük taşıma kapasiteleri ve yüksek katlıkları nedeniyle domuzdamları, ahşap tahkimatlı uzun ayak yönteminde tahkimatın ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır.

Bu projede ; ahşap tahkimatlı uzun ayak üretim yönteminde tahkimatın tabaka kontrolüne etkisi, problemleri, tahkimata gelen yükler, tahkimatın önemli bir parçasını oluşturan domuzdamlarının yeniden tasarımı, üretimi , uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yeni tasarımın mekanik davranışı ve yük taşıma kabiliyetleri deneyler yapılarak hesaplanmış olup. Uygulama sonucu elde edilen yük ölçümleri diğer verilerle birlikte değerlendirilmiştir.

ÖNSÖZ

Yer altı madencilğinde ilk defa kullanılan, yeni bir domuzdamı tasarımı ve ayak içi tahkimatı olan ön gerilmeli bu sistemde; Ön gerilme ile domuzdamlarının tavan yükünü eşit bir şekilde taşımaları, tavan kontrolünün etkinliği, kuruldukları anda yük taşıma kabiliyetlerinin olması, ayak arkasının düzgün bir hat şeklinde keserek göçertilmesi, ayakta her an domuzdamı yükünün ölçülebilmesi, Bilgisayar ortamında sadece okunan basınç değerini vererek domuzdamı mekanik davranışlarının (kesme, eğilme ve ezilme) görülebilmesi, ayak yük diyagramının çizilebilmesi, damar kalınlığına ve tavan taban şartlarına göre ortalama yük yoğunluğunun hesaplanması, sağlanmış ayak tahkimatının güvenliği artırılmıştır.

Bir uçta ayak içi tahkimatının temel bir unsuru olmak ve diğer uçta da tavan göçükleri yada boşalmalarında boşlukları doldurmak gibi geniş bir yelpazede görev yapan domuzdamlarına artık,işlevlerine paralel büyük bir önem verilmeye başlanmıştır.

Domuzdamlarının “**Yer altının mobilyası**” dedirtecek şekilde özenle imal ettirilmiş olması, kurulma ve sökülme sürelerini en aza indirmiş, işçiye çok büyük kolaylıklar sağlamıştır. Özetle,güvenilir bir sistemdir.Tavan yük değerleri ile ayak içi yük dağılımı dolayısıyla regresyon eğrisi çizilebilir, bu da bize göçüklerin tamamen kontrol altına alınabileceğini ve olmaması için de önceden gerekli olan önlemlerin alınabileceğini gösterir.

İÇİNDEKİLER

Sıra No	Konu	Sayfa
1	GİRİŞ	7
2	AYAKTA TABAKALARIN DAVRANIŞI VE TABAKA KONTROLÜ	7-8
3	UZUN AYAK ÇEVRESİNDE TABAKA GERİLMELERİNİN DAĞILIMI	8-10
4	AYAK ÖN BASINCININ ETKİLERİ	10
5	KONVERJANS VE AYAK TAHKİMATI	11
6	TAHKİMAT ÜZERİNE GELEN YÜK, TAHKİMAT - TAVAN -TABAN İLİŞKİSİ	11
7	ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER	11-12
8	TABAKA DENETİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE PARAMETRELER	12
9	YÜRÜYEN AHŞAP TAHKİMAT	13
10	ÖN GERİLME ELEMANI	14
11	YENİ AHŞAP DOMUZDAMI BOYUTLARI	15
12	YENİ AHŞAP DOMUZDAMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİ	16-18
13	EMNİYET GERİLMELERİNİN ELDE EDİLMESİ	18-24
14	GERÇEK DOMUZDAMININ BASMA DENEYİ	24-28
15	TTK OCAKLARINDA KULLANILAN DOMUZDAMLARINA AİT FOTOĞRAFLAR	29-30
16	BİLGİSAYAR KULLANICI PROGRAMI	31-37
17	MALİYET	38
18	UYGULAMA ÖRNEĞİ	38-44
19	SONUÇLAR	45
20	KAYNAKLAR	46

TABLOLAR

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
1	TTK 9 AYLIK SERT CİNS AHŞAP MALZEME MALİYET TABLOSU	38
2	DOMUZDAMI BASINÇ DEĞERLERİ TABLOSU	40
3	DOMUZDAMI YÜK DEĞERLERİ TABLOSU	41
4	MAXİMUM, MİNİMUM-ORTALAMA YÜK GRAFİĞİ	42
5	DOMUZDAMLARININ YÜK GRAFİKLERİ	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
1	Uzun ayak çevresinde oluşan gerilim dağılımları	9
2	Uzun ayak çevresinde oluşan gerilme dağılımlarının Y-Y' kesiti.	9
3	Uzun ayak çevresinde oluşan gerilme dağılımlarının X1-X1 ve X2-X2 kesitleri	10
4	Ön gerilme elemanı	14
5	Modellere göre şişme yüksekliği taşıma kapasitesi grafiği	14
6	Yeni domuzdamı	15
7	Yeni domuzdamı sistemi ve boyutları	15
8	Yeni domuzdamının kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları.	16
9	Model domuzdamı kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları	19
10	MAZ çekme –basma deney seti	20
11	MAZ model domuzdamı basma deneyi	20
12	Kayın ağacıyla yapılan basma deneyi	21
13	Fırınlanmış kayın ağacıyla yapılan basma deneyi	21
14	Fırınlanmış kayın ağacıyla yapılan basma deneyi	22
15	Meşe ağacıyla yapılan basma deneyi	22
16	Meşe ağacıyla yapılan basma deneyi	23
17	Fırınlanmış meşe ağacıyla yapılan basma deneyi	23
18	Fırınlanmış meşe ağacıyla yapılan basma deneyi	24
19	Kurumumuza ilk gelen domuzdamları başında bir hatıra	29
20	Ön gerilme elemanlı yeni domuzdamlarından bir görünüş	29
21	Ön gerilme elemanlı yeni domuzdamlarından bir görünüş	30
22	Ön gerilme elemanlı domuzdamı tahkimatı	30
23	Mühendislik bilgi sistemi programı	31
24	P=8 bar için kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramlarında domuzdamı zorlanma değerleri	32
25	Domuzdamı emniyet ve P= 8 bar için yük değerleri	33
26	P=8 bar için domuzdamı kontrol değerleri	34
27	P=12 bar için kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramlarında domuzdamı zorlanma değerleri	35
28	Domuzdamı emniyet ve P= 12 bar için yük değerleri	36
29	P=12 bar için domuzdamı kontrol değerleri	37
30	KRTİ Kilimli İşletmesi Uygulama ayağı şematik görünümü	44

1.GİRİŞ

Zonguldak Taşkömürü Havzası' nın Jeolojik koşulları mekanize kazıya olanak vermemekte ve bu nedenle üretim insan gücüne dayanmakta ayak içi tahkimatı da ağırlıklı olarak ahşap tahkimat kullanımına bağlı olarak yürütülmektedir.

Arına paralel ahşap tahkimatlı uzun ayak yöntemi havzanın en yaygın olarak kullanılan üretim yöntemidir. Bu yöntem uzun yıllar başarıyla uygulanmasına karşın uygulamada zaman zaman bazı sorunlar yaşanmaktadır. Bu üretim yönteminde yalancı tavanın göçertilmesinde ve ana tavanın kırılması sırasında yaşanan aşırı yükler tahkimatın aşırı zorlanmasına ve önemli olumsuzluklara neden olmaktadır.

Yer altı kömür madenciliğinde büyük yük taşıma kapasiteleri ve yüksek katlılıkları nedeniyle tahkimatlar arasında domuzdamları önemli bir yere sahiptir, dolayısıyla domuzdamları, ahşap tahkimatlı uzun ayak yönteminde tahkimatın ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır. [1]

Bu çalışmada; Ahşap tahkimatlı uzun ayak üretim yönteminde tahkimatın tabaka kontrolüne etkisi, problemleri, tahkimata gelen yükler, yeterli olup olmadığının irdelenmesi ve bu tahkimatın önemli bir parçasını oluşturan domuzdamlarının yeniden tasarımı, üretimi , uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yeni tasarımın mekanik davranışı ve yük taşıma kabiliyetleri deneyler yapılarak hesaplanmış olup. Uygulama sonucu elde edilen yük ölçümleri diğer verilerle birlikte değerlendirilmiştir.

2 . UZUN AYAKTA TABAKALARIN DAVRANIŞI VE TABAKA KONTROLÜ

Yeraltında bir boşluk yaratıldığı zaman tabaka basınçları tekrar dağılarak yeni boyutlar kazanmakta ve böyle bir açıklığın tahkiminde yalnızca tavanın ve kenarların bölgesel kontrolü gerekmektedir.

Uzun ayakta tavan tabakaları yapılanma ve davranış özelliklerine göre ana ve yalancı tavan olmak üzere iki grupta incelenebilir.

2.1 Yalancı tavan;

Uzun ayağın hemen üzerinde yer alan, tahkimat tarafından desteklenen ilk tavan tabakasıdır. Yalancı tavanın en belirgin özelliği, yalancı tavanı oluşturan blokların yatay yöndeki yükleri komşu bloklara iletmesidir. Mekanik özellikler açısından kendi arasında üç farklı grup oluşturur.

2.1.1 Duraysız (stabilitesiz) yalancı tavanlar;

Kırılğan ve yumuşak karbonlu şeyller, iyi çatlaklanmış kumlu şeyller bu gurubun tipik kayaçlarıdır. Tahkimatsız durma süreleri 5-10 dakikadır. Sık tahkimat gerektirirler

2.1.2 Yarı duraylı yalancı tavanlar;

Sert kumlu şeyller ve kırılğan kumtaşları bu gurup tavanların tipik kayaçlarıdır. Sürekli çatlaklar içerirler. Yenilme, tahkimatın ilerlediği anlarda iri parçaların tavandan ayrılıp ayak arkasına düşmesiyle tamamlanır.

2.1.3 Duraylı (stabiliteli) yalancı tavanlar;

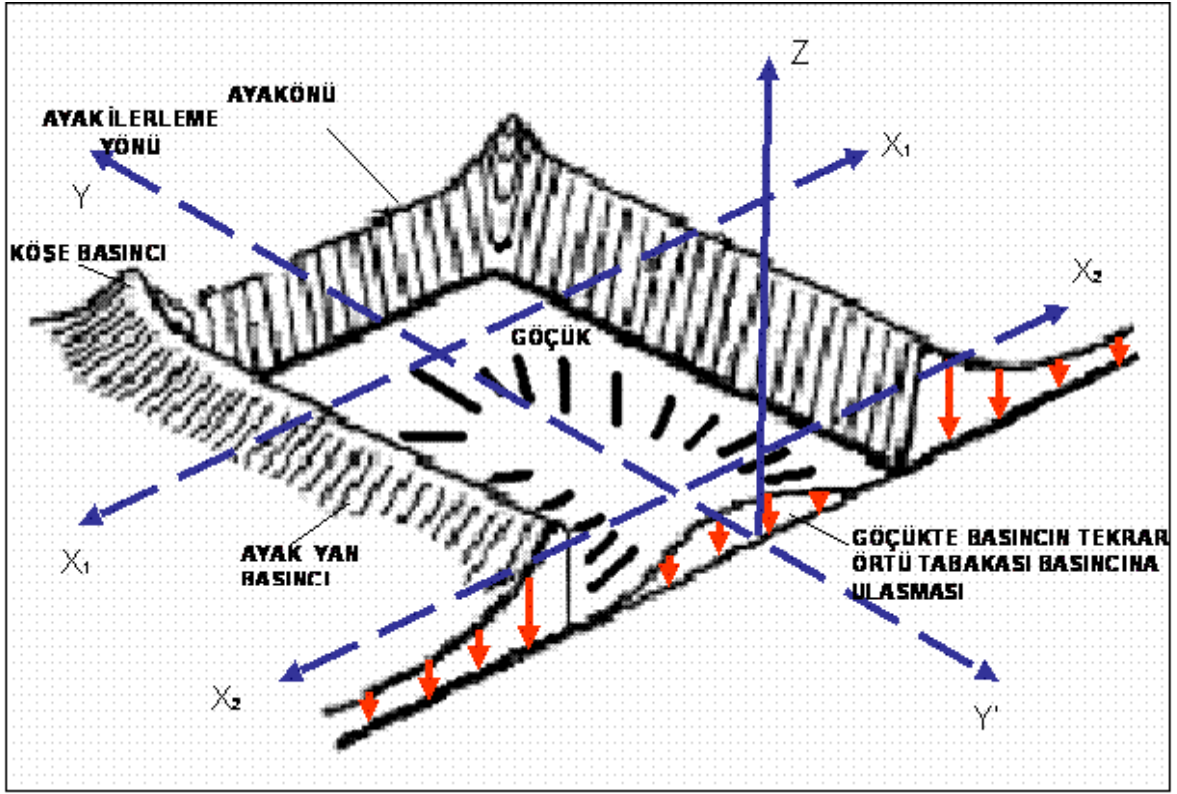
Üç farklı yapıdadırlar.

- a) Sert kireçtaşları ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Çatlak ve kırık sistemleri düşey konumlu ve düzenlidir. Arın ilerledikçe ayak arkasına doğru eğilerek kemerleşme meydana getirirler. Bu tip tavanlar tabaka kontrolü problemi oluşturmazlar.
- b) Kalın ve sert kumlu şeyl veya kumtaşlarından oluşmaktadır. Tahkimatsız durma zamanları 5-8 saat arasındadır. Kırılma şekli genellikle ayak arkasındaki son sarmanın dibinden ve büyük boyutlu bloklar halindedir..
- c) Kalın ve sert kumtaşı ve konglemeralardan oluşmaktadır. Çok uzun sürede ve çok geniş açıklıkta (6500-7440 m2) dahi duraylılıklarını kaybetmezler.[1]

3. UZUN AYAK ÇEVRESİNDE TABAKA GERİLMELERİNİN DAĞILIMI

Tabakalı cevherlerin işletmesinde en yaygın yer altı işletme yöntemi "uzunayak" dır. Bu yöntem işletme sırasında bölgesel olarak yoğunlaşan yüksek gerilmeleri dağıtmakta, azaltmakta ve etrafı zayıf tabakalardan oluşan maden cevherin üretim olanaklarını fazlalaştırmaktadır.

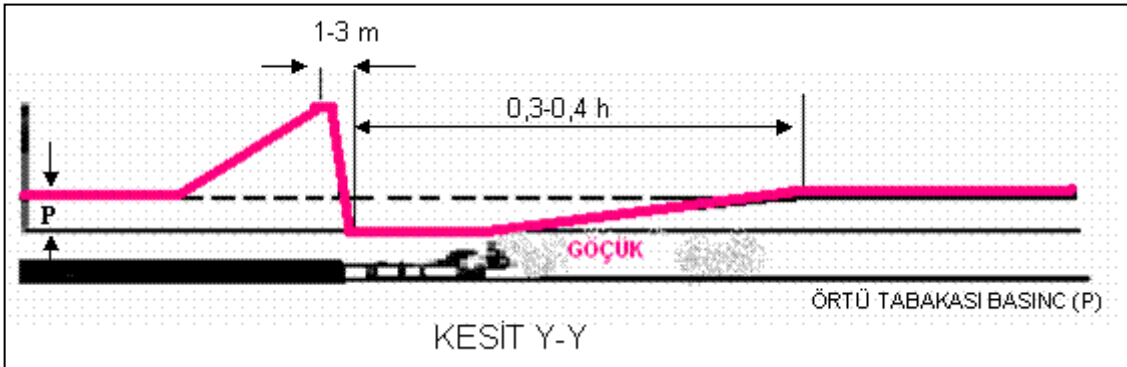
Uzunayak çevresinde oluşan gerilim dağılımları Şekil- 1 de gösterilmiştir. Şekil-1 incelendiğinde kazı yapılan kısımların çevresinde bulunan sağlam yerlerde yüksek basınç bölgeleri oluşur. Ayak boşluğunun üst tarafı ise düşük basınç bölgesidir. İşletmeciliğin yapılmasına olanak sağlayan kısımlar basıncın az olduğu bu bölgelerdir.



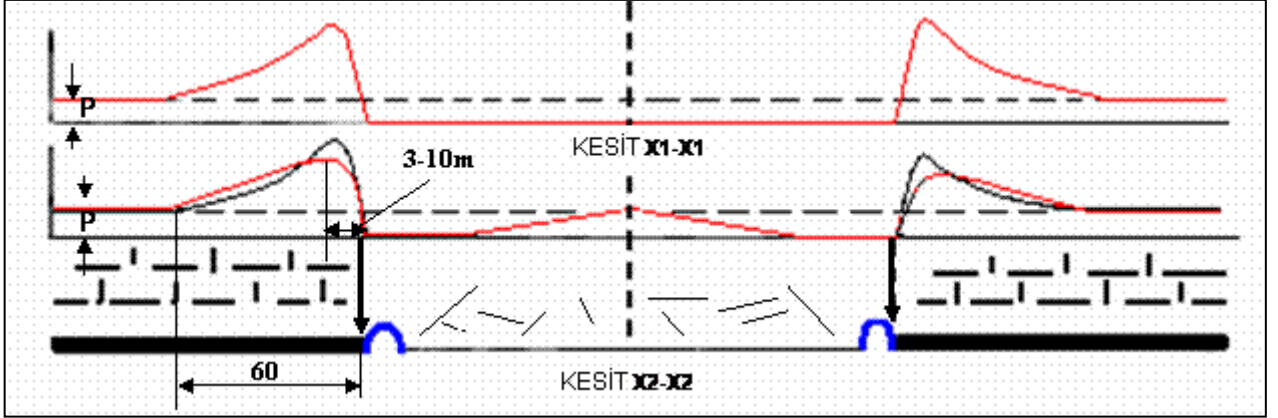
Şekil-1 Uzun ayak çevresinde oluşan gerilim dağılımları[2]

Tahkimat malzemelerinin dayanımları, örtü tabakasının belirli derinlikte uyguladığı basınca oranla çok az olmasına karşın, çalışılan damarın hemen arkasındaki alanın tahkim edilmesi mümkün olmaktadır.

Ayak ön basıncı, uzunayak arınının genellikle, 1 -3 m. Önünde maksimum değerine ulaşır. Bu değer, kömür damarının kalınlığına, kömür, tavan ve taban tabakalarının dayanım değerlerine bağlıdır. Ayak ön basıncının maksimum değeri, örtü tabakası yükünün 4-5 katıdır. Çalışılan bölgenin üzerinde çok azalan basınç, bu bölgenin gerisinde yeniden yükselmeye başlar ve örtü tabakası yüküne erişir. (Şekil-2)



Şekil-2 Uzun ayak çevresinde oluşan gerilme dağılımlarının Y-Y' kesiti.



Şekil- 3 Uzun ayak çevresinde oluşan gerilme dağılımlarının X1-X1 ve X2-X2 kesitleri

Yan kömür üzerinde oluşan maksimum ayak basınç değeri zamanın bir fonksiyonudur. Bu yüksek basınç, yan kömürün giderek ezilmesine ve yenilmesine, yumuşak tabanın yan kömür altından açıklığa {kaçamak yoluna) doğru kabarmasına yol açar. Bunun sonucu olarak yan basıncın maksimum değeri düşer ve maksimum basınç, yan kömür üzerinde daha da içeriye doğru atılır. (Şekil-3)

Wilson ve Ashwin, bunu İngiltere koşulları için incelemişler ve maksimum yan basıncın örtü tabakasının oluşturduğu yükün 4 katı ve yan kömür içinde $0,015 \times \text{Ayak derinliği}$ uzaklıkta oluştuğunu saptamışlardır.[2]

4 .AYAK ÖN BASINCININ ETKİLERİ

Ayak ön basıncından dolayı tavanda ve kömürde çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar göçüğe doğru eğimlidir. Ön basıncın bulunduğu bölgenin gerisinde kömür daha az basınç altındadır. Ayak alını boşluğa doğru hareket eder. Kömür alındığında göçüğe doğru eğimli, çatlaklı tavan kontrol altına alınmalıdır. Bu bölgede, tavanın alçalması devam eder ve aynı zamanda tavan göçüğe doğru hareket eder.

Ayak tahkimatının görevi; konverjansı ve göçüğe doğru hareketi kontrol etmektir. Tahkimat tarafından tavana uygulanan yük gerektiğinden çok yada az olduğunda çatlaklar sonucu oluşan kaya blokları birbirlerinden ayrılır veya birbirlerine göre farklı eğim alırlar. Böylece tavan taşı düşmelerine, göçük yapmaya ya da basamak oluşmasına neden olur. İyi kontrol edilmeyen tavan, tahkimatlar üzerinde bozulur ve problemler doğurur. [2]

5 KONVERJANS VE AYAK TAHKİMATI

Konverjans, tavan inmesi, taban kabarması ve kömür tabakasının sıkışmasının toplamından oluşur .

Ayak tahkimatının görevi, çalışılan bölgenin üzerinde bulunan tabaka katlarından en alttakinin göçmesini ve üst tabakalardan ayrılmasını önlemektir.

Ayakta oluşan konverjans değeri, ne yapılırsa yapılsın kullanılan tahkimat sistemi ile sifıra indirilemez ancak tavan tabakalarının özelliklerine göre bir minimum konverjans daima elde edilir.

Genel düşünce, ayağın ilerleme hızı arttıkça konverjansın oluşmak için vakit bulamayacağı ve konverjansın çoğunun ayak tahkimatları ilerledikten sonra oluşacağıdır. Uzun ayakta, tavanın durumu ve tabaka kontrolü ; konverjans değerine, tavan ve tabanın birbirine göre hareketine, tahkimat üzerine gelen yük yoğunluğuna ve tahkimatın karakteristiğine bağlıdır.

Uzun ayağın yüzeyden derinliğinin, konverjans üzerine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür.[2]

6. TAHKİMAT ÜZERİNE GELEN YÜK, TAHKİMAT - TAVAN - TABAN İLİŞKİSİ

Tahkimat direkleri üzerine gelen yükler zamana bağlı olarak değişiklik gösterir ve aynı zamanda her direk tarafından tahkim edilen alan kömür kazısı, tahkimatların' söküm ve dikimi sırasında değişir. Bu nedenle, tahkimatların üzerine gelen yükler zaman ve alan ağırlığı unsurlarını da içine alan ortalama yük yoğunluğu (OYY) ile tanımlanır.

Ortalama yük yoğunluğu ile konverjans arasındaki ilişki tabaka denetiminde en önemli unsurlardan birisidir. Konverjans, ortalama yük yoğunluğu arttıkça azalır.[2]

Ayakta kullanılan tahkimat daima yeterli kapasitede olmalıdır. Ancak, yeterinden fazla bir güvenlik katsayısının seçilmesi hem ekonomik olmayacak hem de fazla yük ; zayıf, sağlam olmayan tavan tabakasını bozacak, ters etki yapacaktır.

7.ORTALAMA YÜK YOĞUNLUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Ortalama yük yoğunluğu, yalnız tahkimat direklerinin anma(nominal) yük kapasitelerine bağlı değildir . Anma yük kapasitesi kadar önemli başka faktörler de vardır. Yükün tahkimat üzerine biniş hızı ayaktan ayağa farklı olabilir. Tahkimatların yük -

gömülme karakterinin değişik olması yanında, tahkimat üzerine konan ahşap kamalar ve tahkimat altında kalan kömür, parçacıkları, tahkimat direklerinin anma yüklerine erişinceye kadar oluşması beklenen tavan – taban hareketi konverjansı artırır ve süreyi uzatırlar.[2]

Yukarıda açıkça belirtildiği üzere, ayağın esas durumu ve çalışma sistemi, ortalama yük yoğunluğuna etki etmektedir. Bu nedenle, uygulamada en geçerli yöntem, ortalama yük yoğunluğunun yerinde yapılacak ölçümlerle bulunmasıdır.

Tahkimat direkleri tiplerinin, yük-gömülme veya yük-deformasyon karakteristikleri farklıdır. Bu farklılık yalnız tipler arasında olmayıp, aynı tipteki tahkimat direkleri arasında da vardır. Ağaç tahkimatların ayak içinde tavan ve taban ile ilişkisi ve bunların birbirlerine olan etkileri üzerine çalışma yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni, birçok ülkelerde bu tahkimat sisteminin yıllar önce ayak tahkiminde terk edilmiş olmasıdır.

Sıkılama yükünden anma yüküne yavaş yavaş yada birden erişildiği tahkimat sistemlerinin tabaka kontrolü açısından etkileri ayrıntıları ile açıklanamamıştır. İstenilen ortalama yük, yoğunluğunun elde edilmesini garanti altına almak için tahkimatların ilk sıkılama yüklerinin (ön gerilme) ortalama yük yoğunluğu değerine eşit olarak alınması önerilmiştir. Dikkat edilmesi gereken husus, sıkılama yükünün zayıf tavanı bozmayacak değerde tutulması ve optimum koşulun sağlanmasıdır.[2]

8. TABAKA DENETİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE PARAMETRELER

1. Tabakaların homojen olmaması, bölgesel farklılıklar göstermesi nedeni ile her bölgede ayrıntıları ile incelenmeli, araştırılmalı ve belirli bir bölge için gerek güvenlik ve gerekse ekonomi açısından optimum koşulların bulunması,
2. Uzun ayaklarda tabaka denetiminin en büyük unsurları, ortalama yük yoğunluğu (OYY) ile konverjans ve bu iki faktörün birbirleri ile olan ilişkisi,
3. Ortalama yük yoğunluğunun, yalnız tahkimat direklerinin anma yük kapasitelerine bağlı olmaması. Ayağın durumu ve çalışma sisteminin de ortalama yük yoğunluğuna etki etmesi,
4. Ortalama yük yoğunluğu ve konverjans ilişkisinin , tabakaların durumuna ve özelliklerine göre ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişebilmesi,
5. Sıkılama ve anma yük kapasitelerinin değerleri,
6. Sıkılama yükünün etkisi ile alınacak güvenlik katsayısı değerinin bölgesel olarak incelenmesinin gerekliliği,
7. Değişik ayak gerisi tahkiminin tabaka kontrolüne ve tavan koşullarına etkisi, gibi faktörlerdir.[2]

9. YÜRÜYEN AHŞAP TAHKİMAT

Türkiye Taşkömürü Kurumunda uzun ayaklarda ahşap tahkimatin (domuzdamının) etkinliğinin arttırılması amacıyla müesseseler ile ortak yaklaşık 2,5 yıl süren bu proje tamamlanarak uygulamaya konulmuştur. Domuzdamlarındaki fire miktarının ortalama % 1 değerinde olması nedeniyle tahkimata - Madencileri belki güldürecek ama - “ **Yürüyen Ahşap Tahkimat**” denilmiştir.

Yer altı madenciliğinde ilk defa kullanılan, yeni bir domuzdamı tasarımı ve ayak içi tahkimatı olan ön gerilmeli bu sistemde;

- Ön gerilme ile domuzdamlarının tavan yükünü eşit bir şekilde taşımaları,
- Tavan kontrolünün etkinliği,
- Kuruldukları anda yük taşıma kabiliyetlerinin olması,
- Ayak arkasının düzgün bir hat şeklinde keserek göçertilmesi,
- Ayakta her an domuzdamı yükünün ölçülebilmesi,
- Bilgisayar ortamında sadece okunan basınç değerini vererek domuzdamı mekanik davranışlarının (kesme, eğilme ve ezilme) görülebilmesi,
- Ayak yük diyagramının çizilebilmesi,
- Damar kalınlığına ve tavan taban şartlarına göre ortalama yük yoğunluğunun hesaplanabilmesi, sağlanmış ayak tahkimatının güvenliği artırılmıştır.

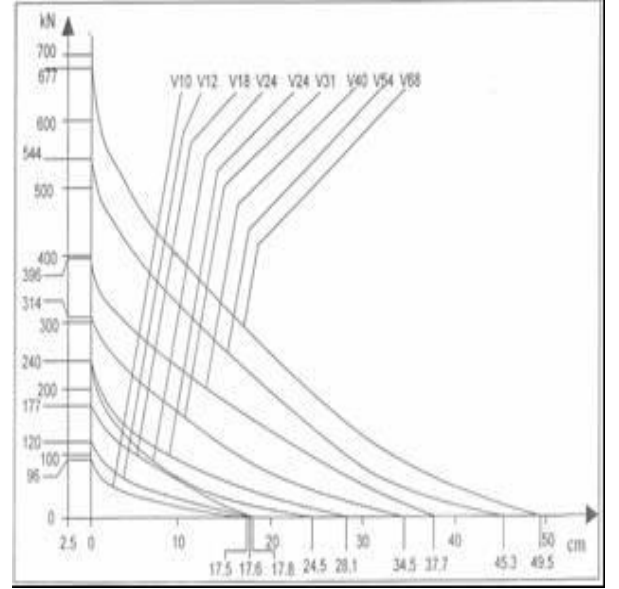
Domuzdamlarında yük taşıyan yüzeylerin paralel olması duraylılık (Stabilité) açısından çok önemlidir.Bu özellik göz önüne alınarak ahşap domuzdamları,20x15 cm kesitli,120cm eşit uzunlukta,kesme ve eğilme mukavemet değerleri yüksek olan kayın ve meşe ağaçlarından özel şekil verilerek piyasada imal ettirilmiş ve paketlenmiş olarak teslim alınmıştır.

Bir uçta ayak içi tahkimatının temel bir unsuru olmak ve diğer uçta da tavan göçükleri ya da boşalmalarında boşlukları doldurmak gibi geniş bir yelpazede görev yapan domuzdamlarına artık,işlevlerine paralel büyük bir önem verilmeye başlanmıştır.

Domuzdamlarının “**Yeraltının mobilyası**” dedirtecek şekilde özenle imal ettirilmiş olması, kurulma ve sökülme sürelerini en aza indirmiş,işçiye çok büyük kolaylıklar sağlamıştır. Özetle,güvenilir bir sistemdir.Tavan yük değerleri ile ayak içi yük dağılımı dolayısıyla regresyon eğrisi çizilebilir, bu da bize göçüklerin tamamen kontrol altına alınabileceğini ve olmaması için de önceden gerekli olan önlemlerin alınabileceğini gösterir.

10. ÖN GERİLME ELEMANI

Ön gerilme elemanının resmi Şekil –4 de, farklı tiplerdeki ön gerilme elemanlarına ait yükseklik- taşıma kapasiteleri grafiği Şekil –5 de, projede kullanılan ön gerilme elemanına ait özellikleri ise aşağıda verilmiştir.



Resim-4 Ön gerilme elemanı

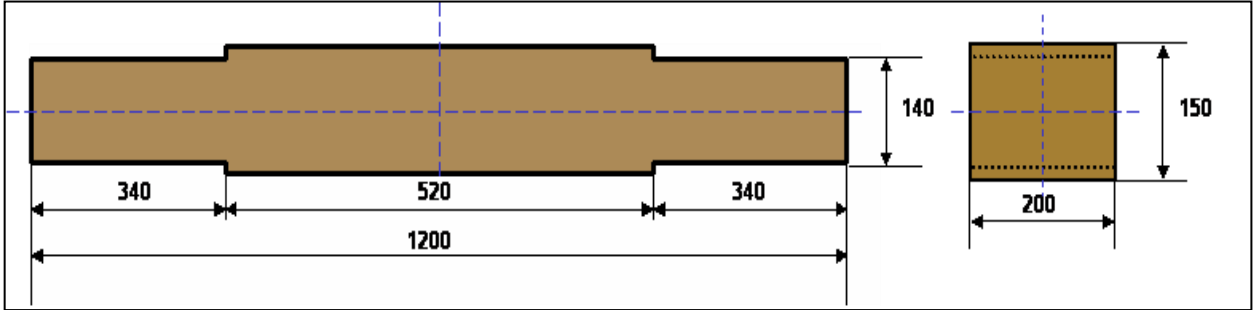
Şekil-5 Modellere göre şişme yüksekliği- taşıma kapasitesi grafiği

“ARAMID” katkılı (Aramid doku ile kuvvetlendirilmiş) ön gerilme elemanının bazı özellikleri : [4]

- Tipi : V68
- Kaldırma kuvveti,max : 677000 N
- Kaldırma yüksekliği : 52 cm
- Büyüklük : 95x95 cm
- Kalınlık : 2,5 cm
- Normal iç hacim : 161,9 litre
- Hava ihtiyacı(8 bar da) : 1457,1 litre
- İşletme Basıncı : 8 bar
- Test Basıncı : 12 bar
- Patlama Basıncı : 32,5 bar
- Ağırlık : 21,9 kg.

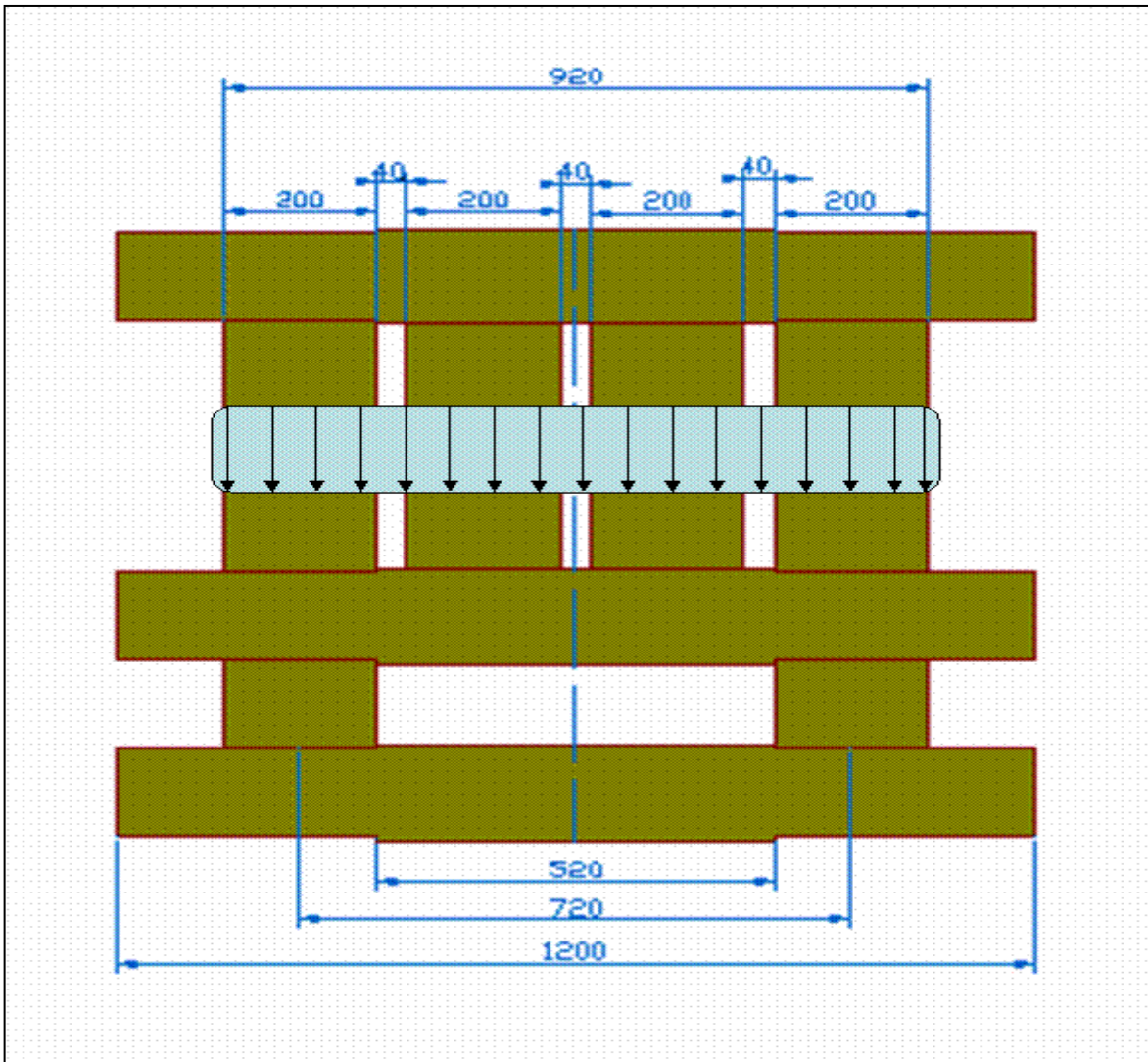
11. YENİ AHŞAP DOMUZDAMI BOYUTLARI

Yeni ahşap domuzdamının boyutları Şekil-6 da verilmiştir.



Şekil-6 Yeni domuzdamı

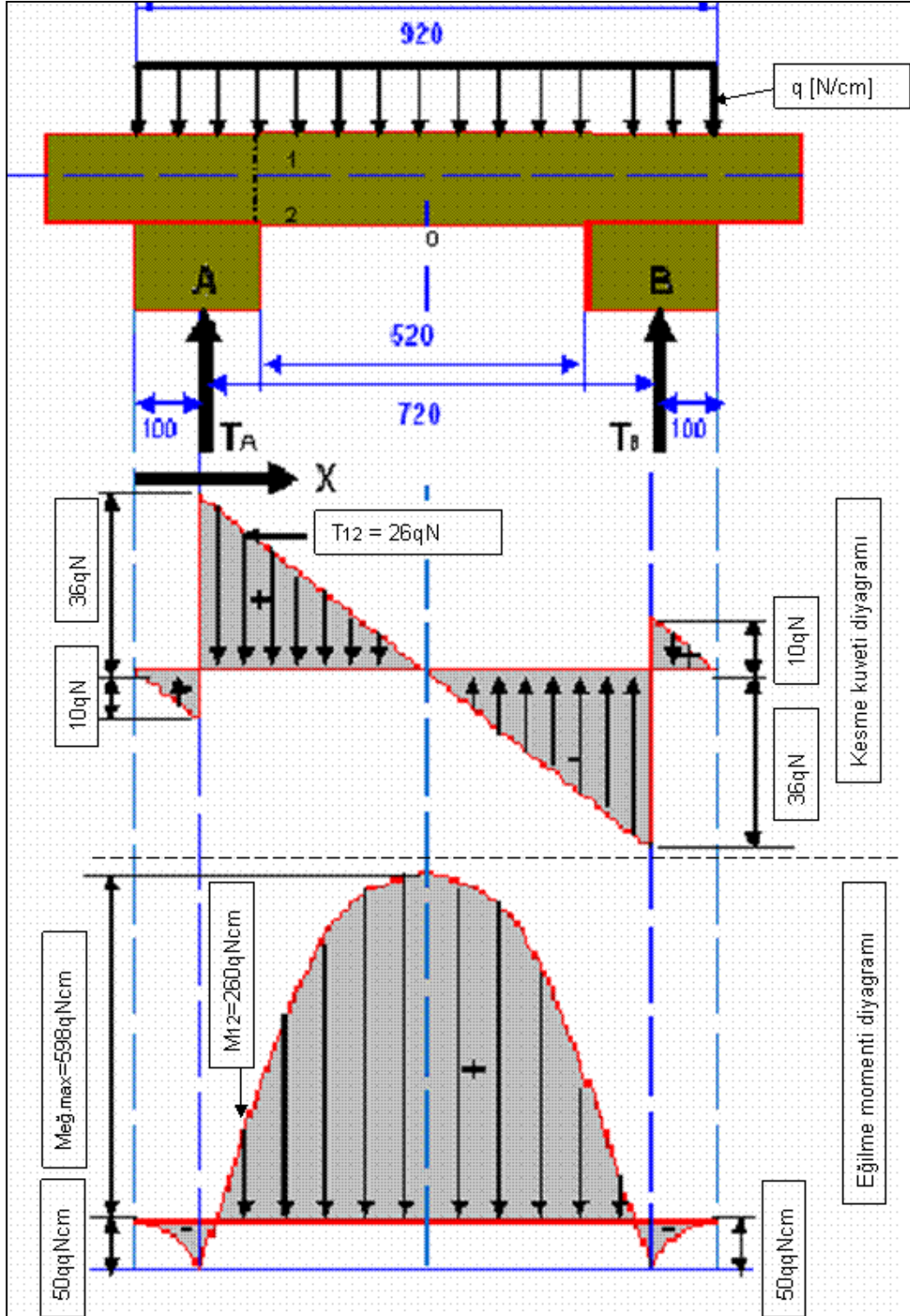
Yeni ahşap domuzdamlarını kullanarak sıkırma yastıklı (ön gerilme elemanı) domuzdamı sistemi Şekil-7 de gösterilmiştir.



Şekil -7 Yeni domuzdamı sistemi ve boyutları

12. YENİ AHŞAP DOMUZDAMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Sistemde kiriş gibi çalışan domuzdamı A ve B mesnetlerine serbestçe oturmuş olup (Şekil-8) , sıkırma yastığı veya ön gerilme elemanının q N/ cm'lik eşit yayılı yüküne çalışmakta dolayısıyla (1-2) kesitinde kesmeye ve 0 kesitinde eğilmeye zorlanmaktadır. Öyleyse önce kirişin kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramlarını çizelim.

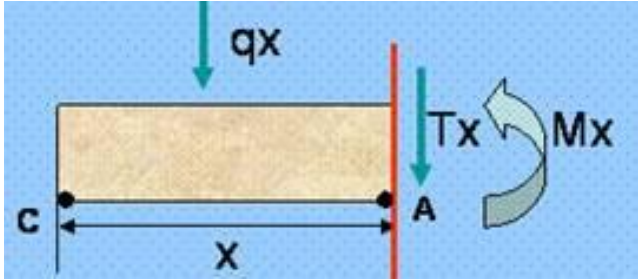


Şekil- 8 Yeni domuzdamının kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları.

Sistem simetrik olduğu için mesnetlerde meydana gelen reaksiyonlarda simetrik olacaktır.

$$T_A = T_B = qL/2 = q \text{ N/cm} * 92[\text{cm}] / 2$$

$$T_A = T_B = 46 q \text{ N}$$



- $0 \leq x \leq 10 \text{ cm}$ için:

$$T_x = -qx$$

$$M_x = -qx(x/2)$$

$$M_x = -qx^2/2$$

$$T_{x=0} = 0$$

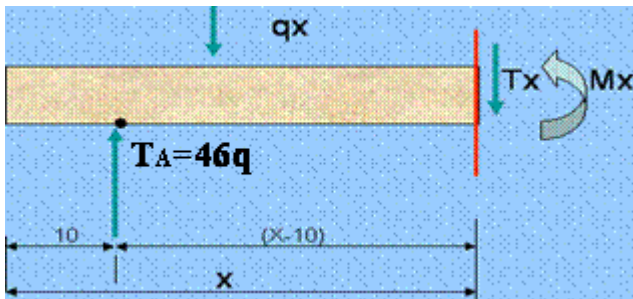
$$T_x = 10 = -10q \text{ N,}$$

$$M_{x=0} = 0$$

$$M_x = 10 = -q * 100 / 2$$

$$M_x = 10 = -50q \text{ Ncm}$$

- $10 \leq x \leq 82 \text{ cm}$ için:



$$T_x = 46q - qx$$

$$M_x = 46q(x-10) - qx^2/2$$

$$T_{x=10} = 46q - 10q$$

$$M_{x=10} = -qx^2/2$$

$$T_{x=10} = 36q \text{ N}$$

$$M_{x=10} = -50q \text{ N.cm}$$

$$T_{x=46} = 46q - 46q$$

$$M_{x=46} = 46q(46-10) - q(46)^2/2$$

$$T_{x=46} = 0$$

$$M_{x=46} = 598q \text{ N.cm}$$

$$T_{x=82} = 46q - 82q$$

$$M_{x=82} = 46q(82-10) - q(82)^2/2$$

$$T_{x=82} = -36q \text{ N}$$

$$M_{x=82} = -50q \text{ N.cm}$$

- (1-2) Kritik kesit için;

$$T_{12} = T_{x=20} = 46q - 20q$$

$$T_{12} = T_{x=20} = 26q \text{ N}$$

$$M_{12} = M_{x=20} = 46q(20-10) - q(20)^2/2$$

$$M_{12} = M_{x=20} = 260q \text{ N.cm}$$

M_x ' in 0 olduğu noktalar;

$$M_x = 46q(x - 10) - qx^2/2 = 0$$

$$92(x - 10) - x^2 = 0$$

$$x^2 - 92x + 920 = 0$$

$$X_1 = 11,4 \text{ cm}$$

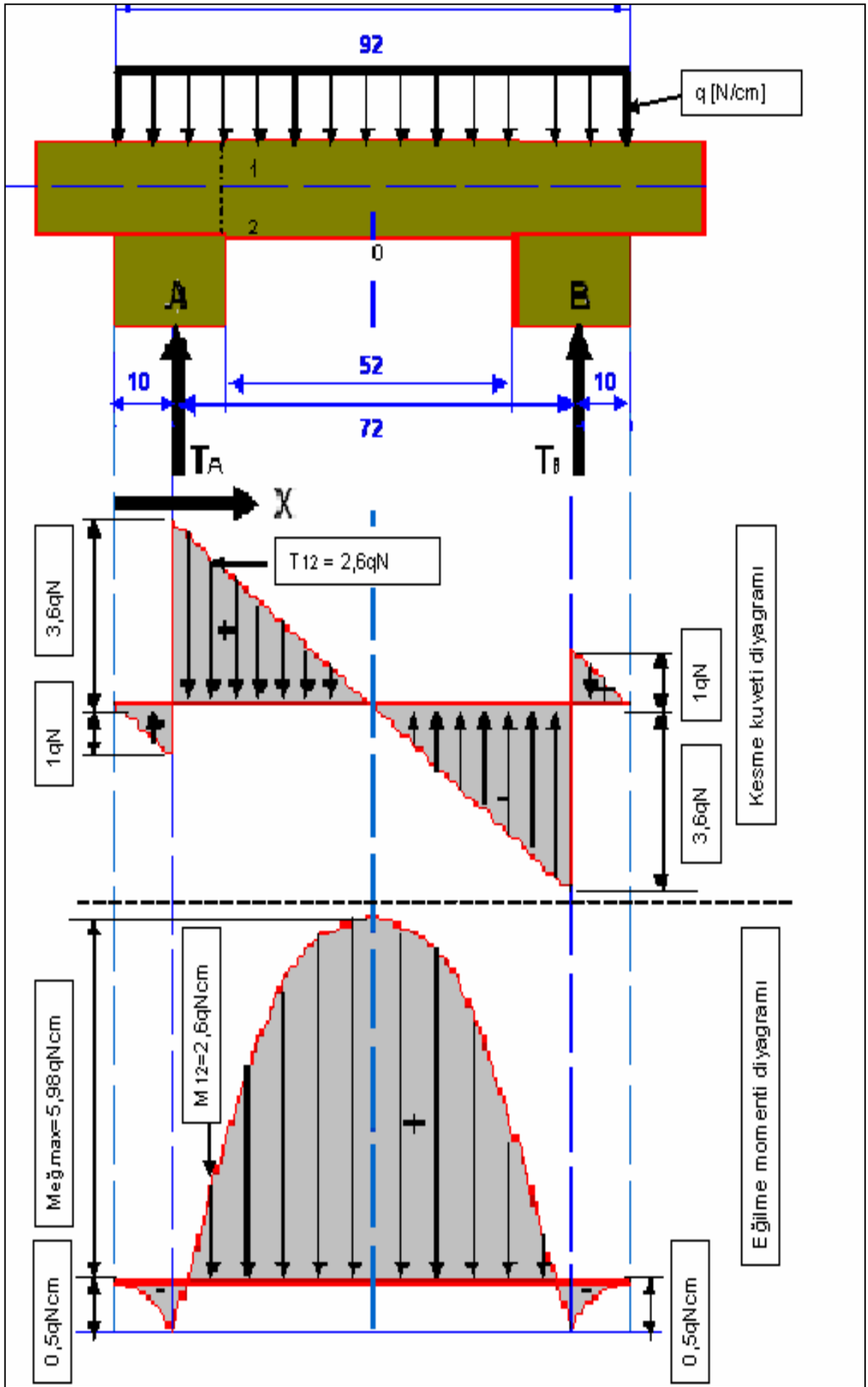
$$X_2 = 80,6 \text{ cm}$$

13. EMNİYET GERİLMELERİNİN ELDE EDİLMESİ

Kullandığımız domuzdamı ağaçları üzerinde yaptığımız deneylere göre:

13.1. Model domuzdamı ;

Model domuzdamı gerçek domuzdamının yapıldığı ağaç cinslerinden normal ve fırınlanmış olarak her boyutu 1/ 10 oranında küçültülerek elde edilmiştir. Model domuzdamı kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları Şekil- 9 da gösterilmiştir.

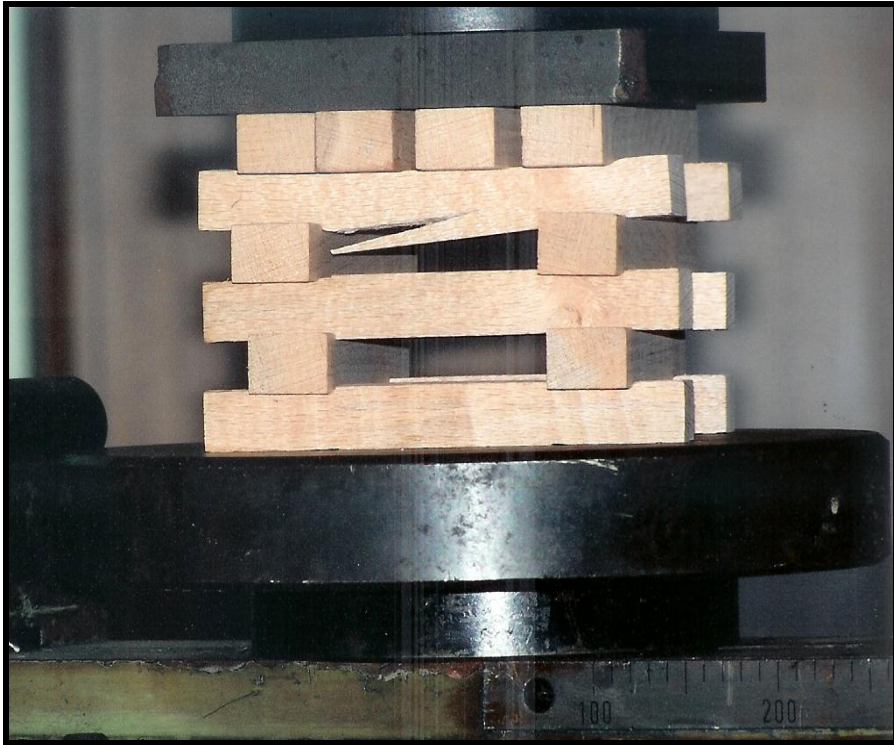


Şekil- 9 Model domuzdamı kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları

Model domuzdamları üzerinde yapılan basma deneyleri Şekil 10-11 de resimleri görülen deney setinde yapılmıştır.



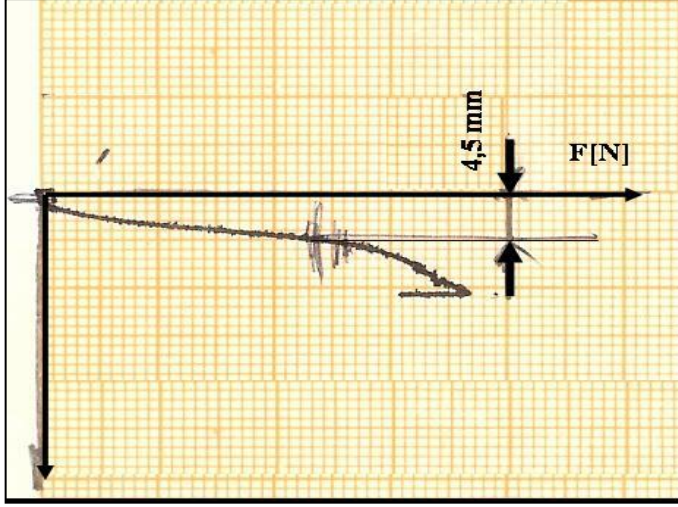
Şekil-10 MAZ Kalite Kontrol Baş Mühendisliği laboratuvarında çekme –basma deney seti



Şekil-11 MAZ Kalite Kon. Baş Müh. labratuvarında “Model domuzdamı” basma deneyi

Model domuzdamı üzerinde yapılan basma deneyleri aşağıdaki sonuçları vermiştir.

Malzeme : Kayın

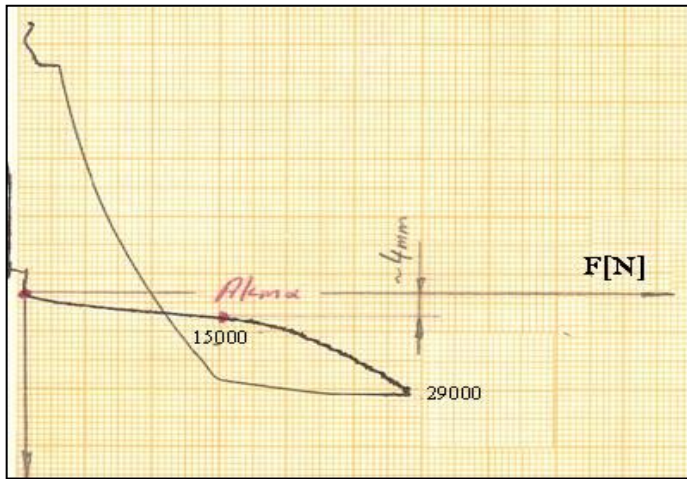


Şekil- 12 Kayın ağacıyla yapılan basma deneyi

- Ezilme toplam : 4,5 mm (Ezilme yüzey sayısı : 10)
- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 13000 N
- Çatlama kırılma başlangıcı : 16000 N
- Kırılma devam etme : 18500 N
- Akma sınırı : 13000 N (kabul)

Malzeme : Fırınlanmış Kayın

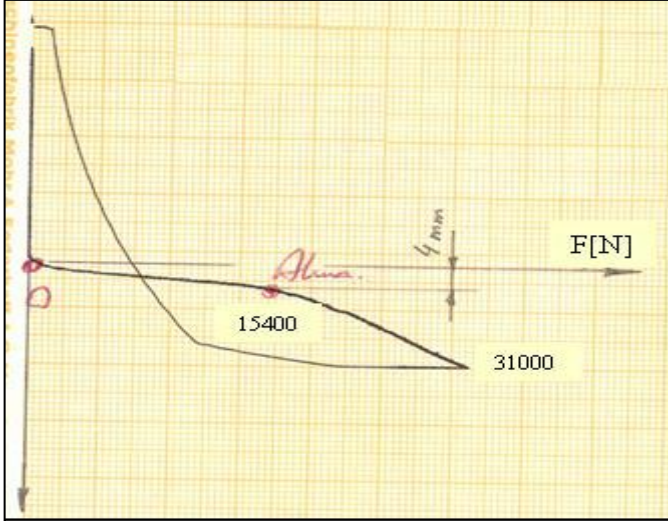
Deney 1



Şekil- 13 Fırınlanmış kayın ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 15000 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 26500 N
- Kırılma devam etme : 29000 N
- Ezilme toplam : 4 mm (5 sıra domuzdamı)

Deney-2

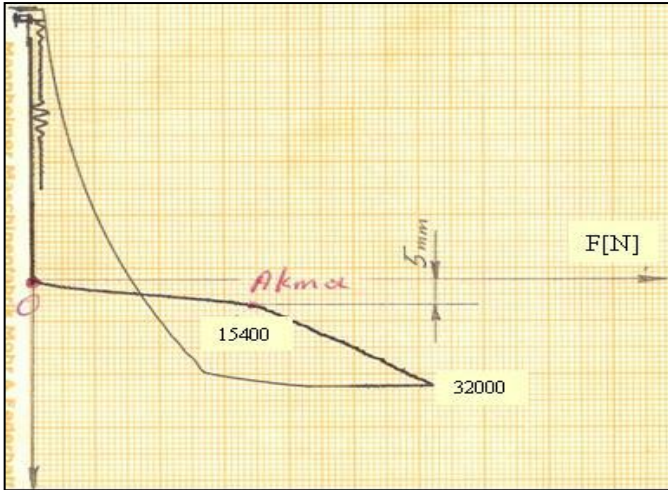


Şekil- 14 Fırınlanmış kayın ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 15400 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 25000N
- Kırılma devam etme : 31000N
- Ezilme toplam : 4 mm (5 sıra domuzdamı)

Malzeme : Meşe (Model ağırlığı : 30 gr) :

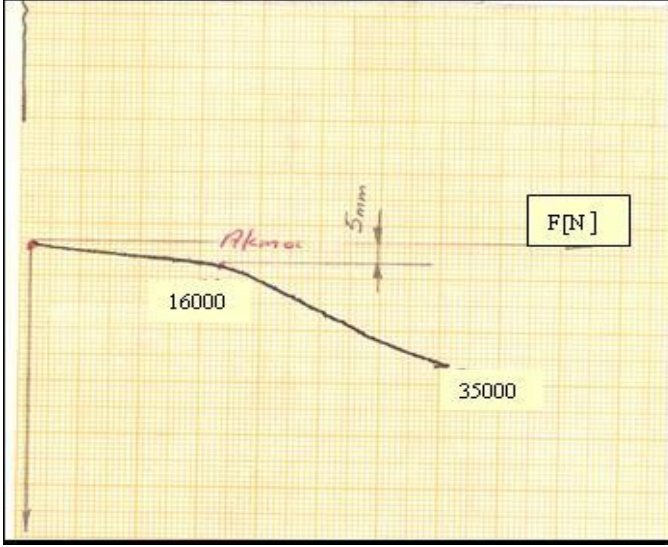
DENEY -1



Şekil- 15 Meşe ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 15400 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 23000N
- Kırılma devam etme : 32000 N
- Ezilme toplam : 4 mm (5 sıra domuzdamı)

DENEY- 2

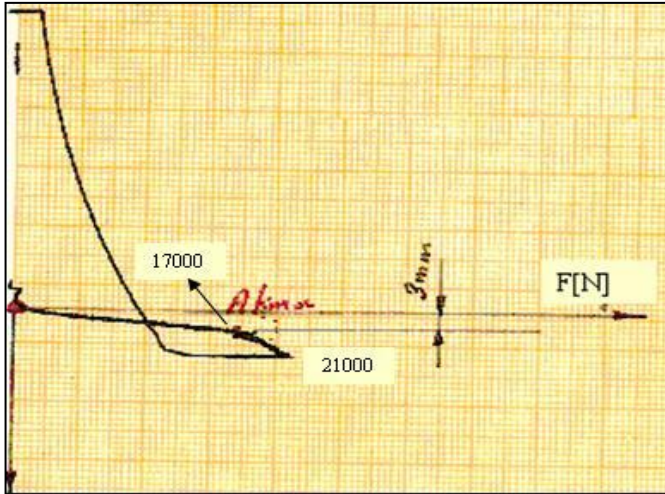


Şekil-16 Meşe ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 16000 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 27000 N
- Kırılma devam etme : 35000 N
- Ezilme toplam : 5 mm (5 sıra domuzdamı)

Malzeme Fırınlanmış Meşe (Model ağırlığı : 22,5 gr) :

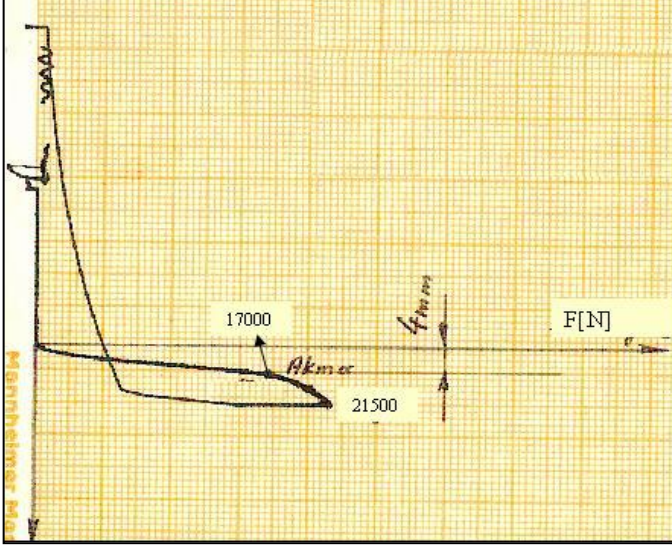
DENEY 1



Şekil-17 Fırınlanmış meşe ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 17000 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 18000N
- Kırılma devam etme : 21000 N
- Ezilme toplam : 3 mm (5 sıra domuzdamı)

DENEY 2



Şekil- 18 Fırınlanmış meşe ağacıyla yapılan basma deneyi

- Deformasyon (Akma) başlangıcı : 17000 N
- Kırılma (Çatlama) başlangıcı : 20000 N
- Kırılma devam etme : 21500 N
- Ezilme toplam : 4 mm (5 sıra domuzdamı)

13. 2- Gerçek domuzdamı ;

Model domuzdamları üzerinde yaptığımız basma deneyleri bize eğilme ve kesme emniyet gerilmeleri ile ilgili bilgiler vermesine rağmen yinede gerçek domuzdamları üzerinde deney yapıp kullandığımız ağaç cinsine göre emniyet değerlerini saptamayı ve hesaplarımızı ona göre yapmayı uygun bulduk.

14 . GERÇEK DOMUZDAMININ BASMA DENEYİ

MAZ(Maden Makineleri Fabrika İşletme Müdürlüğü) su presinde yapılan basma deneyinde :

1. Deney;
 - Eğilme başlangıcı : 100 bar (=~1360 kN)
 - Kırılma (eğilme) devam etme : 120 bar (=~1630kN)
2. Deney;
 - Eğilme başlangıcı : 105 bar (=~1430 kN)
 - Kırılma (eğilme) devam etme : 130 bar (=~1760 kN)

Eğilme başlangıç değeri ortalama olarak 1400 kN

$$P \cdot L^2 = 1400000 \text{ N}$$

$$p \cdot 92^2 = 1400000$$

$$p \text{ eđ. den.} = 165 \text{ N / cm}^2 \text{ ve}$$

$$q \text{ eđ.} \cdot L = p \text{ eđ.} \cdot L^2 / 2$$

$$q \text{ eđ.} = \frac{1}{2} p \text{ eđ.} \cdot L$$

$$q \text{ eđ.} = \frac{1}{2} \cdot 165 \cdot 92$$

$$q \text{ eđ. den.} = 7590 \text{ N / cm}$$

$$\sigma \text{ eđ.} = M \text{ eđ.} / W \text{ eđ.}$$

$$\sigma \text{ eđ.} = 598 q \text{ eđ.} / (20 \cdot 15^2) / 6$$

$$\sigma \text{ eđ. den.} = 598 \cdot 7590 / (20 \cdot 15^2) / 6$$

$$\sigma \text{ eđ. den.} = 6052 \text{ N / cm}^2$$

Emniyet Katsayısı $n = 1,4$ [3]

$$\sigma \text{ eđ. em. den.} = \sigma \text{ eđ. den.} / 1,4 = 6052 / 1,4$$

$$\sigma \text{ eđ. em. den.} = 4323 \text{ N / cm}^2$$

dolayısıyla

$$q \text{ eđ. em. den.} = q \text{ eđ. den.} / 1,4$$

$$q \text{ eđ. em. den.} = 7590 / 1,4$$

$$q \text{ eđ. em. den.} = 5421 \text{ N / cm} \text{ veya}$$

$$\sigma \text{ eđ. em. den.} = 4323$$

$$\sigma \text{ eđ. em. den.} = 598 \cdot q \text{ eđ. em. den.} / 750$$

$$q \text{ eđ. em. den.} = 5421 \text{ N / cm aynı değeri çıkar.}$$

$$p \text{ eđ. em. den.} = p \text{ eđ. den.} / 1,4$$

$$p \text{ eđ. em. den.} = 165 / 1,4$$

$$p \text{ eđ. em. den.} = 118 \text{ N / cm}^2$$

veya

$$p_{\text{eğ. em. den}} = \frac{1}{2} p_{\text{eğ. em. den.}} \cdot L$$

$$5421 = \frac{1}{2} \cdot p_{\text{eğ. em. den.}} \cdot 92$$

$$p_{\text{eğ. em. Den}} = 118 \text{ N /cm}^2$$

aynı sonuç çıkar.

$$M_{\text{eğ. den.}} = 598 \cdot q_{\text{eğ. den.}}$$

$$M_{\text{eğ. den.}} = 598 \cdot 7590$$

$$M_{\text{eğ. den}} = 4538820 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{eğ. den.}} \approx 45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{eğ em.den.}} = 4538820 / 1,4$$

$$M_{\text{eğ. em. den.}} = 32,4 \text{ kN.m}$$

$$Q_{\text{top. eğ. den.}} = 140 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{top. eğ. den.}} = 1400 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{top. eğ.em. den.}} = 1400 / 1,4$$

$$Q_{\text{top. eğ.em. den.}} = 1000 \text{ kN}$$

veya

$$Q_{\text{top. eğ. em.den.}} = p_{\text{eğ. em den.}} \cdot L^2 = 118 \cdot 92^2$$

$$Q_{\text{top. eğ. em.den.}} \approx 1000 \text{ kN}$$

“Model” ve “Gerçek” domuzdamlarının basma deneylerinde kritik kesitte kesme olayı ile karşılaşılmamıştır. Kesme değeri olarak, ortalama eğilme kırılmasını alalım yani;

$$(163+176) / 2 = 1700000 \text{ N}$$

$$p \cdot L^2 = 1700000 \text{ N}$$

$$p \cdot 92^2 = 1700000$$

$$p_{\text{kes. den}} \approx 201 \text{ N /cm}^2$$

$$q_{\text{kes. den.}} \cdot L = p_{\text{kes. den.}} \cdot L^2/2$$

$$q_{\text{kes. den.}} = \frac{1}{2} p_{\text{kes. den.}} \cdot L$$

$$q_{\text{kes. den.}} = \frac{1}{2} \cdot 201 \cdot 92$$

$$q_{\text{kes. den.}} = 9246 \text{ N/cm}$$

$$\tau_{\text{kr. den.}} = T_{12}/F_{\text{kr.}}$$

$$\tau_{\text{kr. den.}} = 26q_{\text{kes. den.}} / (20 \cdot 14)$$

$$\tau_{\text{kr. den.}} = 26 \cdot 9246 / (20 \cdot 14)$$

$$\tau_{\text{kr. den.}} = 858 \text{ N/cm}^2$$

$$n = 1,4$$

$$\tau_{\text{kes. em. den.}} = \tau_{\text{kr. den.}} / 1,4$$

$$\tau_{\text{kes. em. den.}} = 858 / 1,4$$

$$\tau_{\text{kes. em. den.}} = 613 \text{ N/cm}^2$$

$$q_{\text{kes. em. den.}} = q_{\text{kes. em.}} / 1,4$$

$$q_{\text{kes. em. den.}} = 9246 / 1,4$$

$$q_{\text{kes. em. den.}} = 6604 \text{ N/cm}$$

veya

$$\tau_{\text{kes. em. den.}} = 26 \cdot q_{\text{kes. em. den.}} / (20 \cdot 14)$$

$$\tau_{\text{kes. em. den.}} = 613 \text{ N/cm}^2$$

$$q_{\text{kes. em. den.}} = \sim 6602 \text{ N/cm aynı sonuç çıkar.}$$

$$p_{\text{kes. em. den.}} = p_{\text{kes. den.}} / 1,4$$

$$p_{\text{kes. em. den.}} = 201 / 1,4$$

$$p_{\text{kes. em. den.}} = 143 \text{ N/cm}^2$$

veya,

$$q_{\text{kes. em. den.}} = \frac{1}{2} p_{\text{kes. den.}} \cdot L$$

$$6604 = \frac{1}{2} p_{\text{kes. den.}} \cdot 92$$

$$p_{\text{kes.em.den.}} = 143 \text{ N/cm}^2$$

$$T_{12 \text{ kes.den}} = 26 q_{\text{kes.den}}$$

$$T_{12 \text{ kes.den}} = 26 * 9246$$

$$T_{12 \text{ kes.den}} = 240396 \text{ N}$$

$$T_{12 \text{ kes.em.den.}} = T_{12 \text{ kes.den.}} / 1,4$$

$$T_{12 \text{ kes.em.den.}} = 240396 / 1,4$$

$$T_{12 \text{ kes.em.den.}} = 171711 \text{ N}$$

$$T_{12 \text{ kes.em.den.}} = \sim 172 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{top kes.den.}} = 170 \text{ ton} = 1700 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{top kes.em.den}} = 1700 / 1,4$$

$$Q_{\text{top kes.em.den}} = 1214 \text{ kN}$$

veya

$$Q_{\text{top kes.em.den.}} = p_{\text{kes.em.den.}} * L^2$$

$$Q_{\text{top kes.em.den}} = 143 * 92^2$$

$$Q_{\text{top kes.em.den}} = 1210 \text{ kN} \text{ aynı sonuç çıkar.}$$

Sonuç olarak,kullandığımız gerçek kayın domuzdamı üzerinde yaptığımız deneylere göre elde ettiğimiz ve mukavemet hesaplarında kullandığımız emniyet (müsaade edilebilir)değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

$$P_{\text{eğ.em.den.}} = 118 \text{ N/cm}^2$$

$$q_{\text{eğ.em.den.}} = 5441 \text{ N/cm}$$

$$M_{\text{eğ.em.den}} = 32,4 \text{ kN.m}$$

$$Q_{\text{top.eğ.em.den}} = 1000 \text{ kN}$$

$$p_{\text{kes.em.den}} = 143 \text{ N/cm}^2$$

$$q_{\text{kes.em.den}} = 6604 \text{ N/cm}$$

$$T_{12 \text{ kes.em.den.}} = 172 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{top kes.em.den}} = 1214 \text{ kN}$$

15. TTK OCAKLARINDA KULLANILAN DOMUZDAMLARINA AİT FOTOĞRAFLAR
Ocaklarında kullanılan domuzdamlarına ait fotoğraflar Şekil -19.20.21de gösterilmiştir.



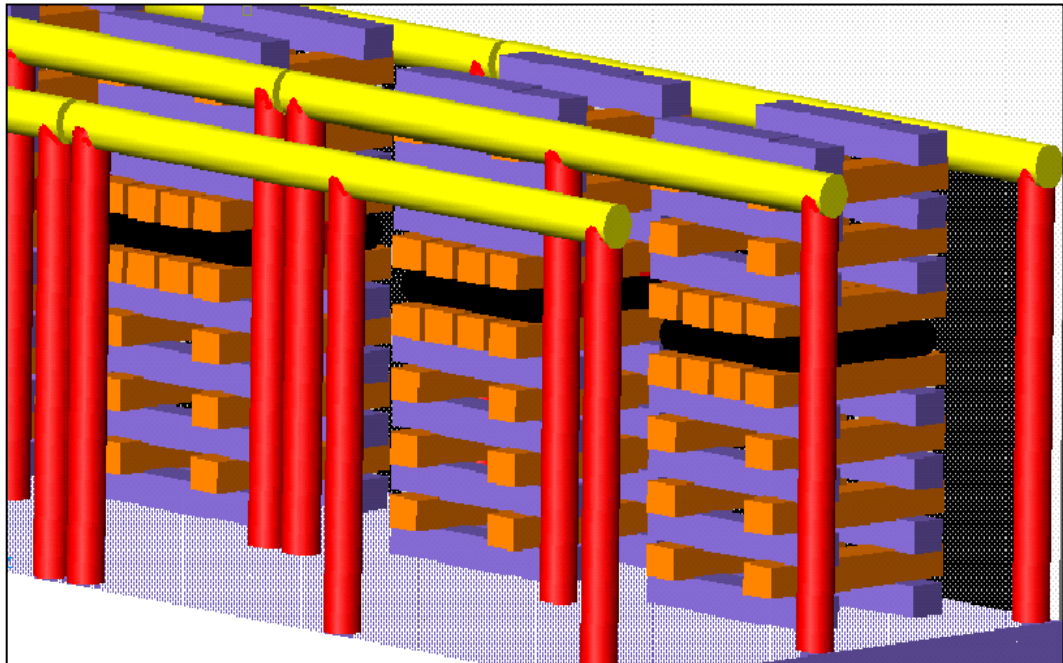
Şekil -19 Kurumumuza ilk gelen domuzdamları başında bir hatıra (Nisan-2007)



Şekil -20 Ocaklarımızda kullanılan ön gerilme elemanlı yeni domuzdamlarından bir görünüş



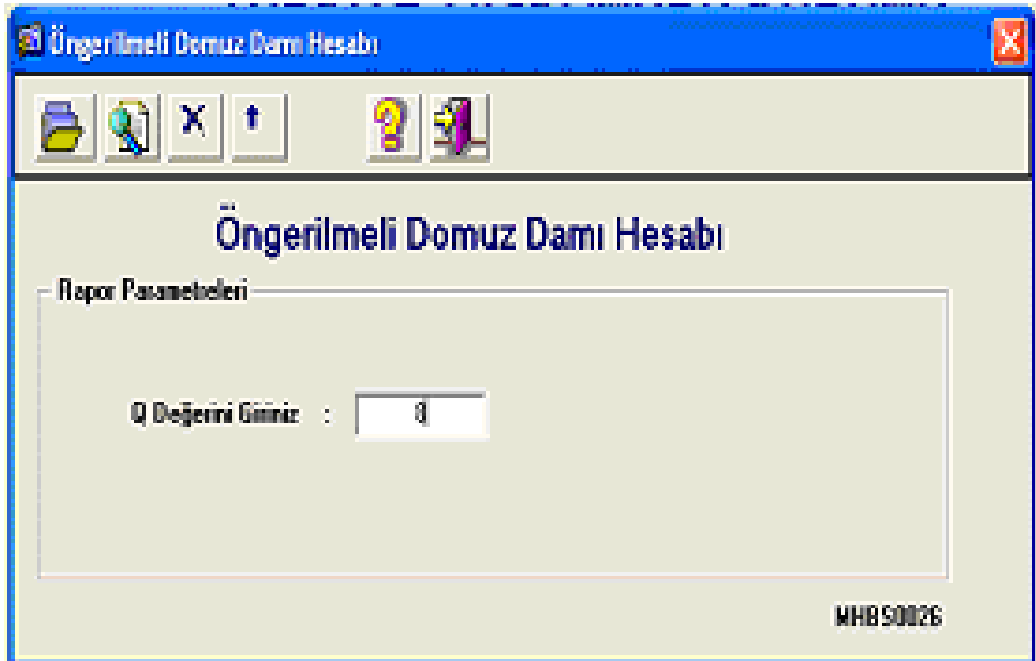
Şekil-21 Ocaklarımızda kullanılan ön gerilme elemanlı yeni domuzdamlarından bir görünüş



Şekil-22 Ön gerilme elemanlı domuzdamı tahkimatı

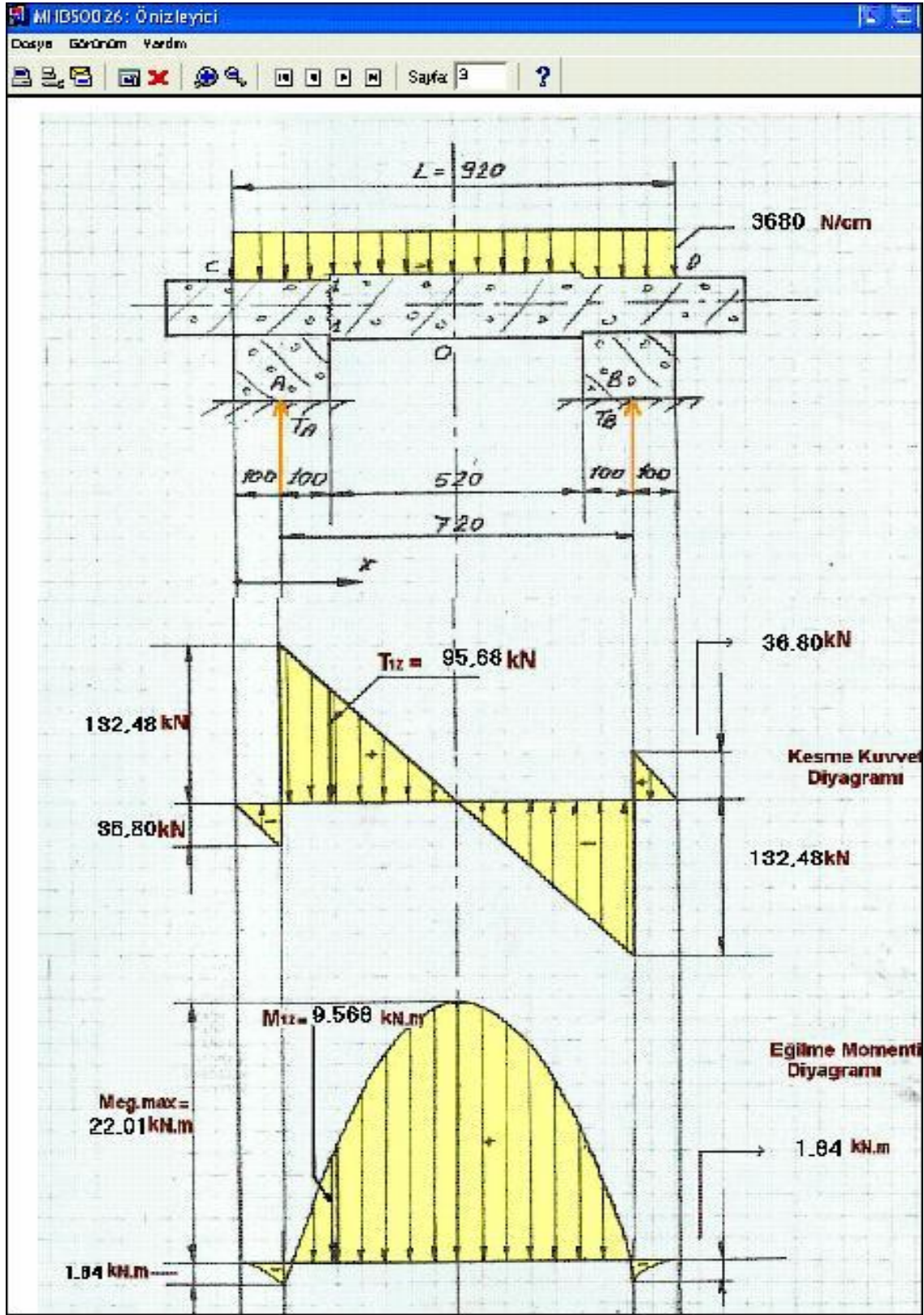
16. BİLGİSAYAR KULLANICI PROGRAMI

Üretilen yazılıma göre kullanıcının sadece ön gerilme elemanı üzerinde okunan basınç değerini girmesi ile domuzdamı üzerinde aşağıdaki bilgiler elde edilebilecektir.



Şekil- 23 Mühendislik bilgi sistemi programı

ÖRNEK 1 P= 8 bar girildiğinde



Şekil -24 P=8 bar için kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramlarında domuzdamı zorlanma değerleri

MHBS0026: Önizleyici	
Dosya Görünüm Yardım	
Sayfa: 4 ?	
Verilenler (Emniyet Değerleri)	
$P_{eğ.em.den.}$	= 118 N/cm ²
$q_{eğ.em.den.}$	= 5441 N/cm
$M_{eğ.em.den.}$	= 32,4 kN.m
$Q_{top.eğ.em.den.}$	= 1000 kN
$P_{kes.em.den.}$	= 143 N/cm ²
$q_{kes.em.den.}$	= 6604 N/cm
$T_{12 kes.em.den.}$	= 172 kN
$Q_{top.kes.em.den.}$	= 1214 kN
Hesaplamalar	
$P = 8 \text{ bar için :}$	
Toplam domuzdamı yükü :	
$Q_{top.}$	= 677.12 kN
Bir domuzdamı yayılı yükü :	
$q_{domuzdamı}$	= 3680 N/cm
$M_{eğ.max}$	= 22.0064 kN.m
T_{12}	= 95.68 kN

Şekil-25 Domuzdamı emniyet ve P= 8 bar için yük değerleri

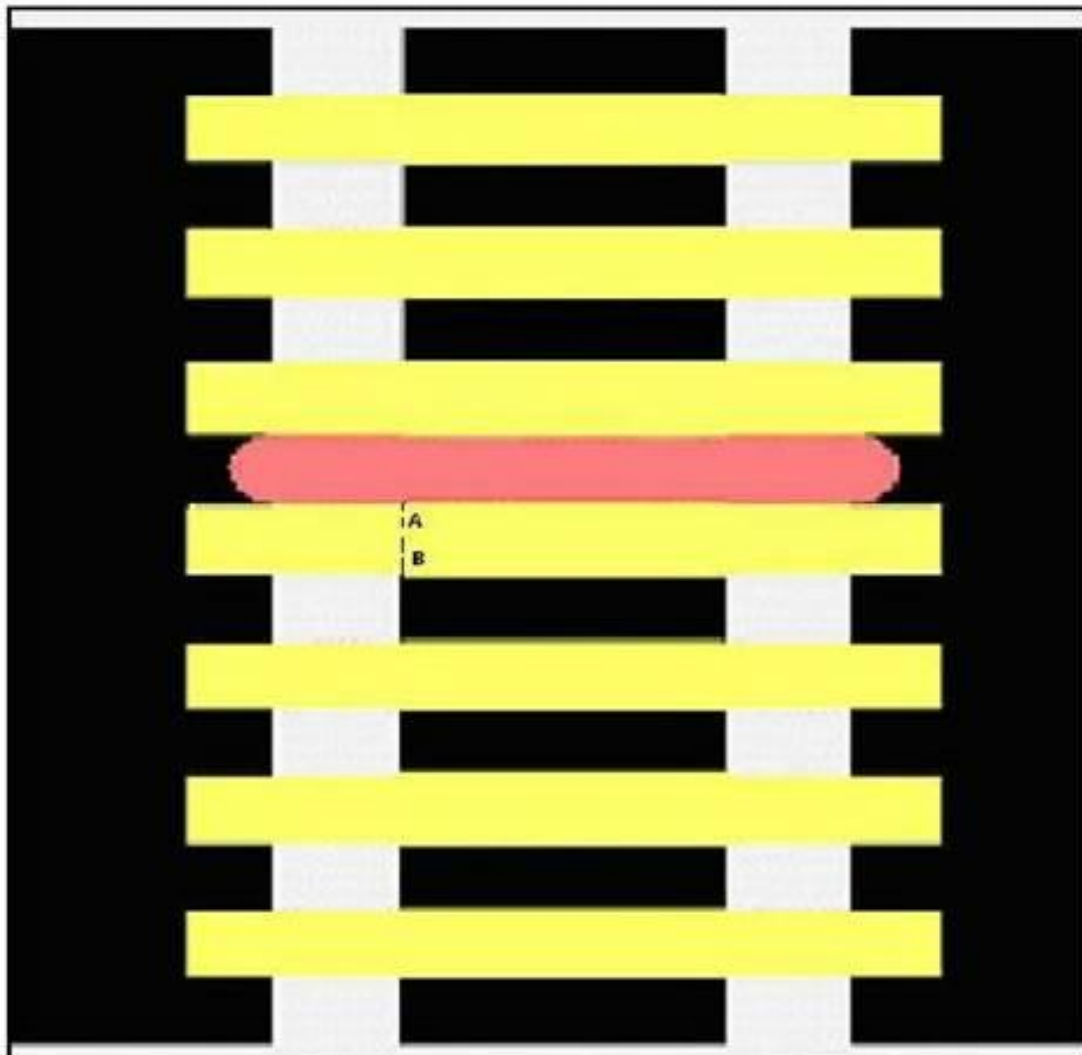
MIIBS0026: Önizleyici

Dosya Görünüm Yardım

Sayfa 5

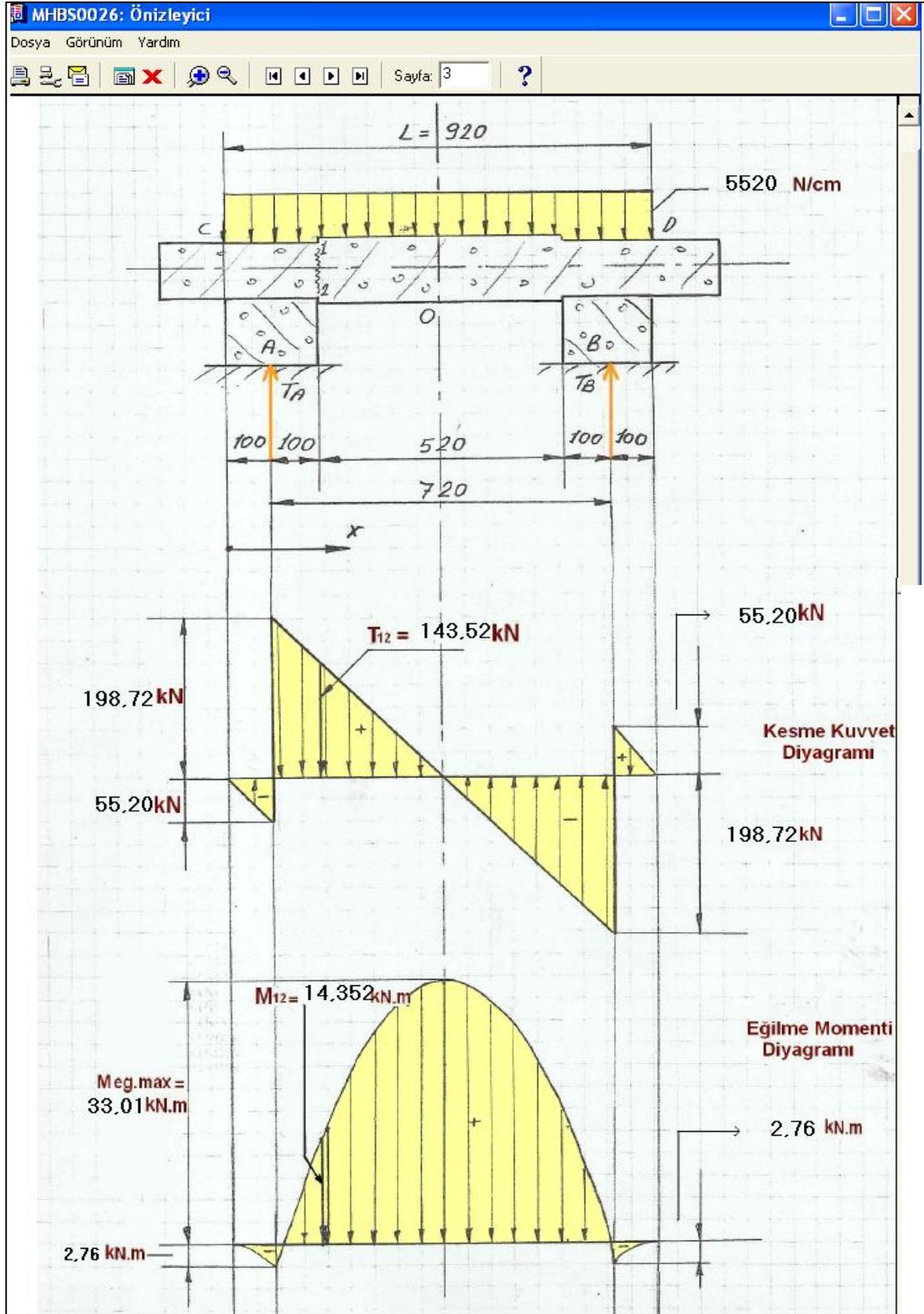
Kontrol :

$P (= 8 \text{ bar }) \leq P_{eğ.em.den.} (= 11,8 \text{ bar })$	UYGUNDUR
$q_{domuzdamı} (= 3680 \text{ N/cm }) \leq q_{eğ.em.den.} (= 5441 \text{ N/cm })$	UYGUNDUR
$M_{eğ.max.} (= 22,01 \text{ kN.m }) \leq M_{eğ.em.den.} (= 32,4 \text{ kN.m })$	UYGUNDUR
$Q_{top.} (= 677,12 \text{ kN }) \leq Q_{top.eğ.em.den.} (= 1000 \text{ kN })$	UYGUNDUR
$P (= 8 \text{ bar }) \leq P_{kes.em.den.} (= 14,3 \text{ bar })$	UYGUNDUR
$q_{domuzdamı} (= 3680 \text{ N/cm }) \leq q_{kes.emn.den.} (= 6604 \text{ N/cm })$	UYGUNDUR
$T_{12} (= 95,68 \text{ kN }) \leq T_{12.kes.em.den.} (= 172 \text{ kN })$	UYGUNDUR
$Q_{top.} (= 677,12 \text{ kN }) \leq Q_{top.kes.em.den.} (= 1214 \text{ kN })$	UYGUNDUR



Şekil-26 P=8 bar için domuzdamı kontrol değerleri

ÖRNEK 1 P= 12 bar girildiğinde;

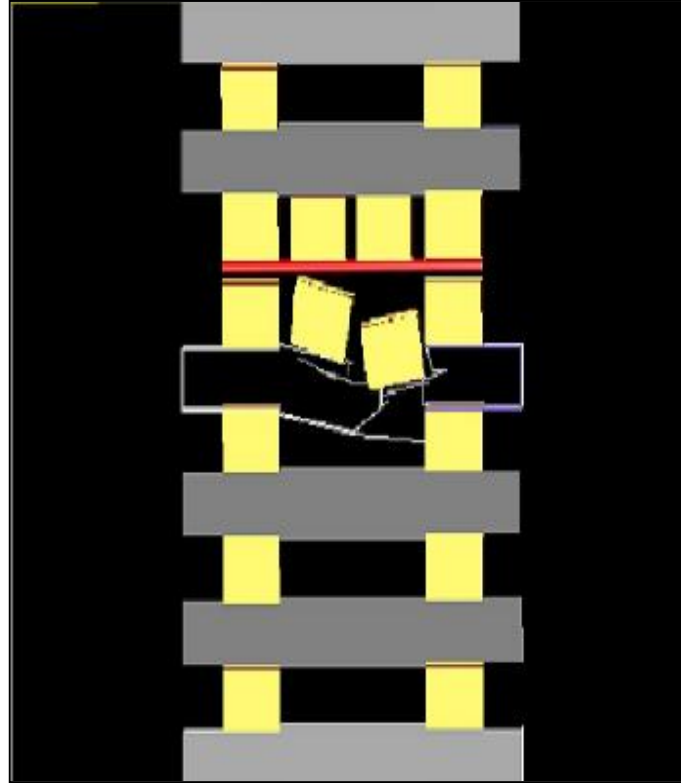


Şekil -27 P=12 bar için kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramlarında domuzdamı zorlanma değerleri

MHBS0026: Önizleyici	
Dosya Görünüm Yardım	
	
Verilenler (Emniyet Değerleri)	
$P_{eğ.em.den.}$	= 118 N/cm ²
$q_{eğ.em.den.}$	= 5441 N/cm
$M_{eğ.em.den.}$	= 32,4 kN.m
$Q_{top.eğ.em.den.}$	= 1000 kN
$P_{kes.em.den.}$	= 143 N/cm ²
$q_{kes.em.den.}$	= 6604 N/cm
$T_{12 kes.em.den.}$	= 172 kN
$Q_{top.kes.em.den.}$	= 1214 kN
Hesaplamalar	
$P = 12 \text{ bar için :}$	
Toplam domuzdamı yükü :	
$Q_{top.}$	= 1015,68 kN
Bir domuzdamı yayılı yükü :	
$q_{domuzdamı}$	= 5520 N/cm
$M_{eğ.max.}$	= 33,0096 kN.m
T_{12}	= 143,52 kN

Şekil-28 Domuzdamı emniyet ve P= 12 bar için yük değerleri

MHBS0026: Önizleyici		
Dosya Görünüm Yardım		
Sayfa: 5		
Kontrol :		
$P (= 12 \text{ bar}) \leq P_{eğ.em.den.} (= 11.8 \text{ bar})$		UYGUN DEĞİLDİR
$q_{\text{domuzdamı}} (= 5520 \text{ N/cm}) \leq q_{eğ.em.den.} (= 5441 \text{ N/cm})$		UYGUN DEĞİLDİR
$M_{eğ.max} (= 33.01 \text{ kN.m}) \leq M_{eğ.em.den.} (= 32.4 \text{ kN.m})$		UYGUN DEĞİLDİR
$Q_{\text{top.}} (= 1015.7 \text{ kN}) \leq Q_{\text{top.eğ.em.den.}} (= 1000 \text{ kN})$		UYGUN DEĞİLDİR
$P (= 12 \text{ bar}) \leq p_{\text{kes.em.den.}} (= 14.3 \text{ bar})$		UYGUNDUR
$q_{\text{domuzdamı}} (= 5520 \text{ N/cm}) \leq q_{\text{kes.emn.den.}} (= 6604 \text{ N/cm})$		UYGUNDUR
$T_{12} (= 143.52 \text{ kN}) \leq T_{12 \text{ kes.em.den.}} (= 172 \text{ kN})$		UYGUNDUR
$Q_{\text{top.}} (= 1015.7 \text{ kN}) \leq Q_{\text{top.kes.em.den.}} (= 1214 \text{ kN})$		UYGUNDUR



Şekil-29 P=12 bar için domuzdamı kontrol değerleri

17 . MALİYET

TTK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ SERT CİNS (KAYIN-MEŞE) VE HAZIR DOMUZDAMI MALİYET KARŞILAŞTIRMASI			
	<i>Birimi</i>	<i>Orman İşl. Alınan Sert Malzeme</i>	<i>Hazır Domuzdamı</i>
Malzeme Miktarı	m ³	6.760,657	759,918
Toplam Birim Maliyet	YTL/m ³	192,350	294,000
Toplam Tutar	YTL	1.300.412,374	223.415,892

Tablo- TTK nın 9 Aylık sert cins ahşap malzeme maliyet tablosu

Toplam tutardaki fark yeni domuzdamları ile yapılan tasarrufu ortaya koymaktadır.

18. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Ön gerilmeli yeni domuzdamı uygulaması Türkiye Taşkömürü Kurumunun tüm müessesese ve işletmelerinde başarı ile uygulanmaya başlanmış değişik ayak şartlarında (damar kalınlığı, tavan-taban taşı özellikleri, üretim yöntemi vb.) basınç ölçümleri yapılmıştır.

İlk uygulama Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi Kilimli İşletme Müdürlüğü 1. Ocak -360/ -460 Hacımemiş Batı ayak'ta uygulanmıştır. Uygulama ocağı ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

Üst lağım: - 360/ 51106 Lağımı

Alt Lağım: -460 / 51507 Lağımı

Damar adı.....: Hacımemiş

Pano adı: Batı

Damar Kalınlığı.....: 2-2,5 metre

Damar eğimi.....: 25°-30°

Kurulan domuzdamı sayısı..... : 35

Domuzdamı Kurulma Şekli..... : 1 sarmaya 2 domuzdamı

Sarma Boyu: 4 metre

Vardiyada çalışan sarma sayısı..... : 5

Üretim vardiya sayısı.....: 2

Günde değişen domuzdamı sayısı....: 20

Ayak başında 1 sarma sabit bırakılmış 3. sarmadan itibaren yeni ön gerilmeli domuzdamları kurulmuştur. Kurulan ön gerilmeli domuzdamları 01.06.2007 tarihinden 18.06.2007 tarihine kadar izlenmiş olup günde bir kez basınç ölçümü yapılmıştır. Basınç ölçüm değerleri Tablo-2 de verilmiştir.

Basınç ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucu uygulama ocağında domuzdamına gelen yükler (Tablo-3) hesaplanmış yüklerin genelde 15-55 ton aralığında olduğu görülmüştür.

Ortalama ;

- Maximum yük.....: 49 ton,
- Minimum yük..... : 18,4 ton,
- Ortalama yük: 32,2 ton olarak belirlenmiştir.(Tablo-4)

Ayrıca bazı domuzdamlarının 01.06.2007 tarihinden 18.06.2007 tarihine kadar ayak ilerleme yönünde basınç değerleri grafiği verilmiştir.(Tablo-5)



KARADON TİM KİLİMLİ İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ 1. OCAK HACİMİ MİŞ -360/460 BATI AYAKTA 1-18 HAZİRAN DOMUZ DAMI BASINÇ DEĞERLERİ (BAR)

	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	DD7	DD8	DD9	DD10	DD11	DD12	DD13	DD14	DD15	DD16	DD17	DD18	DD19	DD20	DD21	DD22	DD23	DD24	DD25	DD26	DD27	DD28	DD29	DD30	DD31	DD32	DD33	DD34	DD35
01.06.2007	3,2	4,0	2,4	4,0	2,4	2,4	3,8	3,0	2,8	3,6	4,0	2,8	3,6	3,6	4,0	2,4	3,0	3,8	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	4,0	4,6	4,4	3,8	4,4	3,4	4,6	5,6	4,0	5,8	3,6	4,2
02.06.2007	3,8	2,8	2,0	3,4	3,4	3,4	4,0	3,4	2,8	3,2	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	2,2	2,4	3,8	3,6	4,0	3,4	4,0	4,0	3,8	5,8	4,4	4,0	4,8	4,0	5,2	4,0	3,0	6,0	4,4
04.06.2007	3,2	3,0	2,2	3,6	3,0	3,4	4,2	4,0	3,2	3,8	4,0	3,8	4,2	3,4	4,6	4,0	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,4	4,0	4,2	4,0	3,0	4,2	4,0	4,2	3,4	2,0	8,0	5,4	5,2	
05.06.2007	3,2	3,4	3,4	3,8	3,0	3,2	4,4	4,2	3,2	4,4	4,0	4,0	4,8	4,2	5,8	4,4	4,6	4,8	4,4	5,0	4,8	3,6	6,0	2,0	4,2	4,2	4,2	4,0	9,0	5,4	4,0	6,4	2,4	3,2	5,8
06.06.2007	3,0	3,6	2,6	4,0	3,2	3,4	4,4	4,6	3,6	5,0	4,6	3,8	5,2	4,8	6,4	4,6	4,6	4,8	4,0	5,0	3,0	6,6	2,0	4,0	4,2	4,4	4,2	4,0	3,8						
07.06.2007	2,4	3,6	2,6	4,0	2,6	3,0	4,2	4,6	2,4	4,8	4,0	3,2	5,0	4,2	4,8	4,0	4,0	4,0	3,2	5,0	2,2	6,2	1,4	3,4	4,0	4,8	4,2	3,6	3,4	3,0			3,4	5,0	5,0
08.06.2007	2,6	3,6	2,6	4,0	3,0	3,0	4,2	4,6	3,6	4,8	5,2	3,4	5,0	4,6	4,2	4,2	4,4	4,2	3,4	5,0	2,4	6,4	2,0	3,6	4,2	3,6	4,2	4,0	3,8	3,2			3,2	5,0	5,2
09.06.2007	2,4	3,6	2,6	4,0	2,4	3,0	4,0	4,6	3,4	4,8	4,0	3,4	4,8	4,0	4,6	4,0	3,8	4,0	3,2	4,8	2,4	3,6	2,3	3,6	4,2	4,6	4,2	8,6	8,4	3,2			3,4	5,0	5,0
11.06.2007	3,0	3,6	2,6	4,2	2,0	2,6	4,4	4,6	3,6	4,6	3,6	2,4	4,6	3,8	5,0	3,2	3,6	2,8	2,0	4,8	1,8	5,8	1,4	2,4	4,2	4,8	4,2	3,0	3,2	1,6			3,2	4,8	4,2
12.06.2007	1,8	3,8	2,6	4,2	2,0	2,4	4,4	4,6	3,6	4,4	3,4	2,0	4,6	3,6	5,2	3,0	3,4	2,6	1,8	4,8	1,6	5,6	1,4	4,2	4,0	4,8	4,2	2,8	3,0	1,4			3,0	4,8	4,0
13.06.2007	1,6	3,6	2,6	4,2	1,8	2,2	4,4	4,6	3,8	4,4	3,2	3,0	4,4	3,6	5,6	2,8	3,2	2,8	1,6	4,5	1,6	5,6	1,4	2,0	4,2	4,2	4,2	2,6	3,2	1,8			3,0	4,6	3,8
14.06.2007	1,6	3,8	2,6	4,4	1,6	2,0	4,4	4,8	3,6	4,4	3,0	1,8	4,2	3,4	5,4	2,6	3,0	2,0	1,4	4,6	1,4	5,4	0,2	1,8	4,6	5,0	4,2	1,0	2,8	0,4			3,6	4,4	3,4
15.06.2007	3,6	3,8	4,6	4,8	5,6	4,0	5,4			5,0	3,2			4,4	3,0	3,2	2,2	1,4	4,0	2,4	5,8	0,2	1,8	4,2	5,0	4,2	1,4	2,8	0,4	1,0	4,4	2,8			
16.06.2007	4,8	3,8	3,6	4,0	7,0	5,0	8,0	6,0		8,1	4,2		8,1	5,4	4,2	3,8	4,0	3,8	3,8	3,2	3,8	3,6	3,4	3,6	4,6	4,6	4,6	1,8	3,2	3,8			4,0	6,0	
18.06.2007	3,2	3,2	4,2	3,4	4,0	4,0	4,0	3,8		2,2	4,0	2,6	2,8	3,6	4,0	3,0	3,6	4,0	3,6	3,4	3,6	1,6	2,8	5,2	5,8	4,4	2,0	2,8							

Tablo – 2 Ölçülen basınçlar tablosu

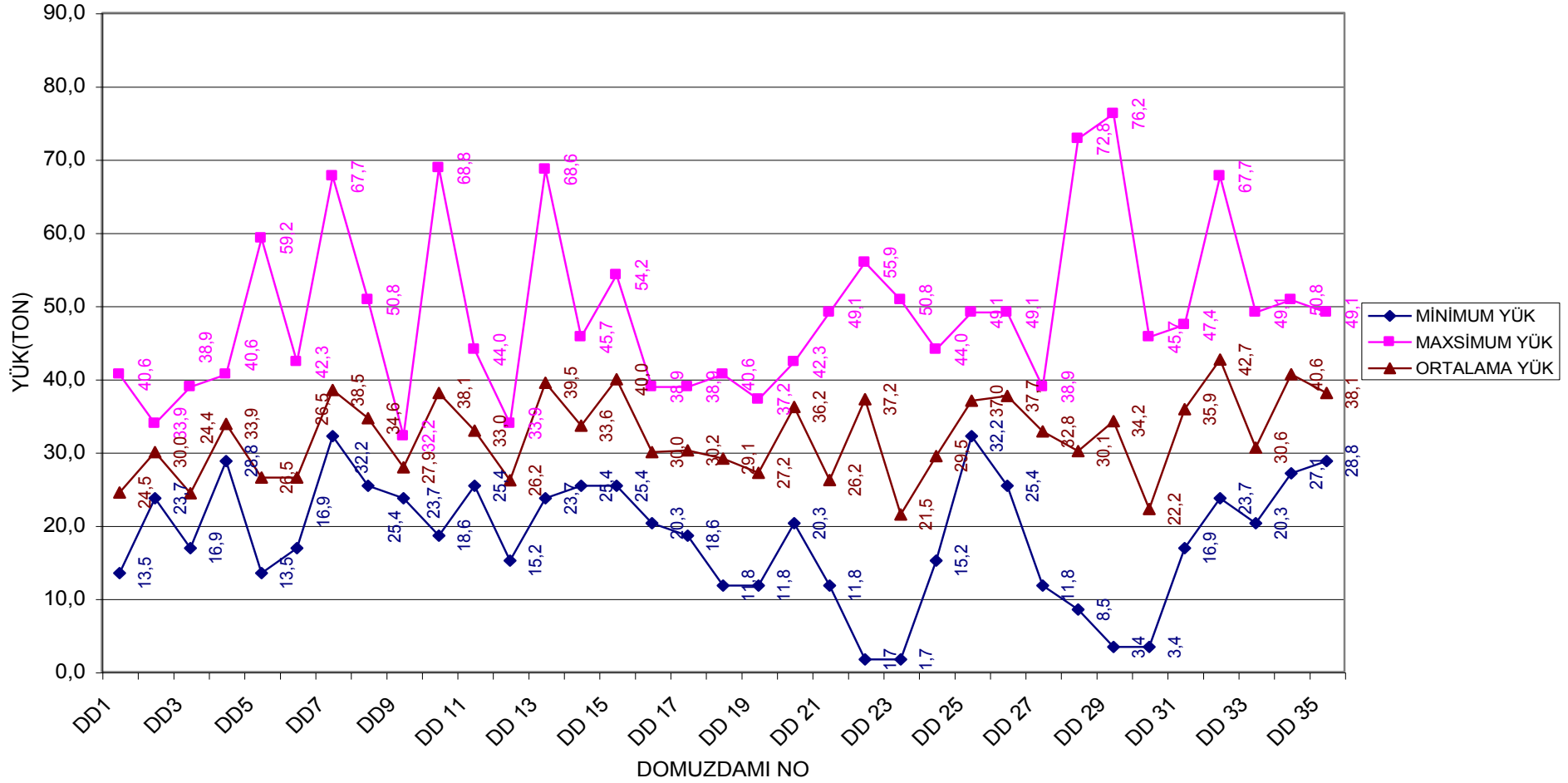
KARADON TİM KİLİMLİ İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ 1. OCAK HACİMİMİŞ -360/-460 BATI AYAK 1-18 HAZİRAN DOMUZDAMI YÜKLERİ (TON)

	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	DD7	DD8	DD9	DD 10	DD 11	DD 12	DD 13	DD 14	DD 15	DD 16	DD 17	DD 18	DD 19	DD 20	DD 21	DD 22	DD 23	DD 24	DD 25	DD 26	DD 27	DD 28	DD 29	DD 30	DD 31	DD 32	DD 33	DD 34	DD 35
01.06.2007	27,1	33,9	20,3	33,9	20,3	20,3	32,2	25,4	23,7	30,5	33,9	23,7	30,5	30,5	33,9	20,3	25,4	32,2	32,2	32,2	32,2	33,9	33,9	33,9	38,9	37,2	32,2	37,2	28,8	38,9	47,4	33,9	49,1	30,5	35,5
02.06.2007	32,2	23,7	16,9	28,8	28,8	28,8	33,9	28,8	23,7	27,1	33,9	33,9	33,9	25,4	33,9	33,9	18,6	20,3	32,2	30,5	33,9	28,8	33,9	33,9	32,2	49,1	37,2	33,9	40,6	33,9	44,0	33,9	25,4	50,8	37,2
04.06.2007	27,1	25,4	18,6	30,5	25,4	28,8	35,5	33,9	27,1	32,2	33,9	32,2	35,5	28,8	38,9	33,9	33,9	35,5	35,5	35,5	35,5	37,2	33,9	35,5	33,9	25,4	35,5	33,9	35,5	28,8	16,9	67,7	45,7	44,0	
05.06.2007	27,1	28,8	28,8	32,2	25,4	27,1	37,2	35,5	27,1	37,2	33,9	33,9	40,6	35,5	49,1	37,2	38,9	40,6	37,2	42,3	40,6	30,5	50,8	16,9	35,5	35,5	35,5	33,9	76,2	45,7	33,9	54,2	20,3	27,1	49,1
06.06.2007	25,4	30,5	22,0	33,9	27,1	28,8	37,2	38,9	30,5	42,3	38,9	32,2	44,0	40,6	54,2	38,9	38,9	40,6	33,9	42,3	25,4	55,9	16,9	33,9	35,5	37,2	35,5	33,9	32,2						
07.06.2007	20,3	30,5	22,0	33,9	22,0	25,4	35,5	38,9	20,3	40,6	33,9	27,1	42,3	35,5	40,6	33,9	33,9	33,9	27,1	42,3	18,6	52,5	11,8	28,8	33,9	40,6	35,5	30,5	28,8	25,4			28,8	42,3	42,3
08.06.2007	22,0	30,5	22,0	33,9	25,4	25,4	35,5	38,9	30,5	40,6	44,0	28,8	42,3	38,9	35,5	35,5	37,2	35,5	28,8	42,3	20,3	54,2	16,9	30,5	35,5	30,5	35,5	33,9	32,2	27,1			27,1	42,3	44,0
09.06.2007	20,3	30,5	22,0	33,9	20,3	25,4	33,9	38,9	28,8	40,6	33,9	28,8	40,6	33,9	38,9	33,9	32,2	33,9	27,1	40,6	20,3	30,5	19,5	30,5	35,5	38,9	35,5	72,8	71,1	27,1			28,8	42,3	42,3
11.06.2007	25,4	30,5	22,0	35,5	16,9	22,0	37,2	38,9	30,5	38,9	30,5	20,3	38,9	32,2	42,3	27,1	30,5	23,7	16,9	40,6	15,2	49,1	11,8	20,3	35,5	40,6	35,5	25,4	27,1	13,5			27,1	40,6	35,5
12.06.2007	15,2	32,2	22,0	35,5	16,9	20,3	37,2	38,9	30,5	37,2	28,8	16,9	38,9	30,5	44,0	25,4	28,8	22,0	15,2	40,6	13,5	47,4	11,8	35,5	33,9	40,6	35,5	23,7	25,4	11,8			25,4	40,6	33,9
13.06.2007	13,5	30,5	22,0	35,5	15,2	18,6	37,2	38,9	32,2	37,2	27,1	25,4	37,2	30,5	47,4	23,7	27,1	23,7	13,5	38,1	13,5	47,4	11,8	16,9	35,5	35,5	35,5	22,0	27,1	15,2			25,4	38,9	32,2
14.06.2007	13,5	32,2	22,0	37,2	13,5	16,9	37,2	40,6	30,5	37,2	25,4	15,2	35,5	28,8	45,7	22,0	25,4	16,9	11,8	38,9	11,8	45,7	1,7	15,2	38,9	42,3	35,5	8,5	23,7	3,4			30,5	37,2	28,8
15.06.2007	30,5	32,2	38,9	40,6	47,4	33,9	45,7			42,3	27,1			37,2	25,4	27,1	18,6	11,8	33,9	20,3	49,1	1,7	15,2	35,5	42,3	35,5	11,8	23,7	3,4	8,5	37,2	23,7			
16.06.2007	40,6	32,2	30,5	33,9	59,2	42,3	67,7	50,8		68,6	35,5		68,6	45,7	35,5	32,2	33,9	32,2	32,2	27,1	32,2	30,5	28,8	30,5	38,9	38,9	38,9	15,2	27,1	32,2			33,9	50,8	
18.06.2007	27,1	27,1	35,5	28,8	33,9	33,9	33,9	32,2		18,6	33,9	22,0	23,7	30,5	33,9	25,4	30,5	33,9	30,5	28,8	30,5	13,5	23,7	44,0	49,1	37,2	16,9	23,7							

 Minimum yük
 Maksimum yük

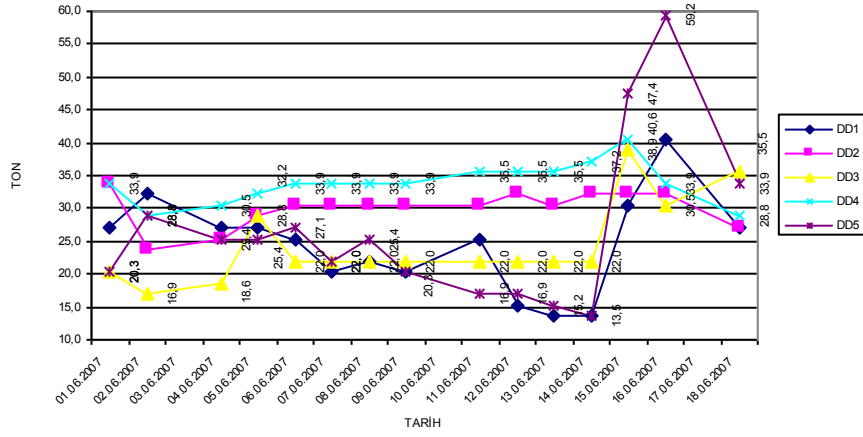
Tablo- 3 Hesaplanan yükler tablosu

KARADON TİM . KİLİMLİ İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ 1. OCAK -360/460 HACİMEMİŞ BATI AYAK 1-18 HAZİRAN DOMUZDAMI
YÜK GRAFİĞİ

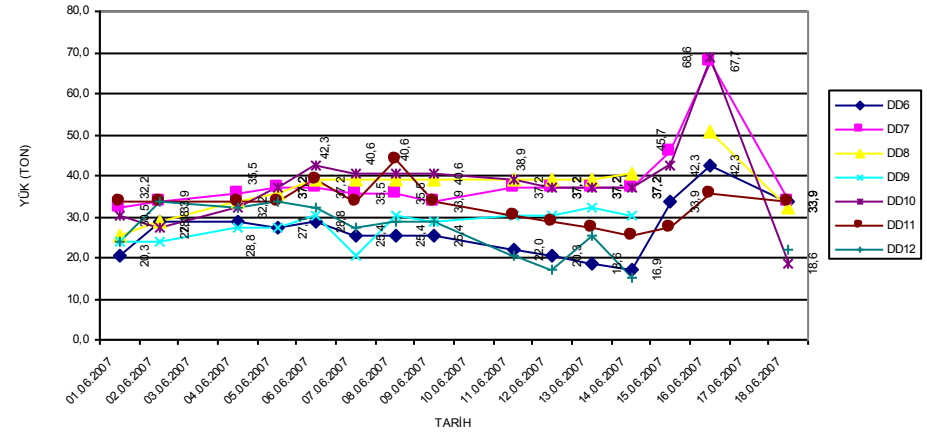


Tablo-4 Maximum , minimum ve ortalama yük grafiği

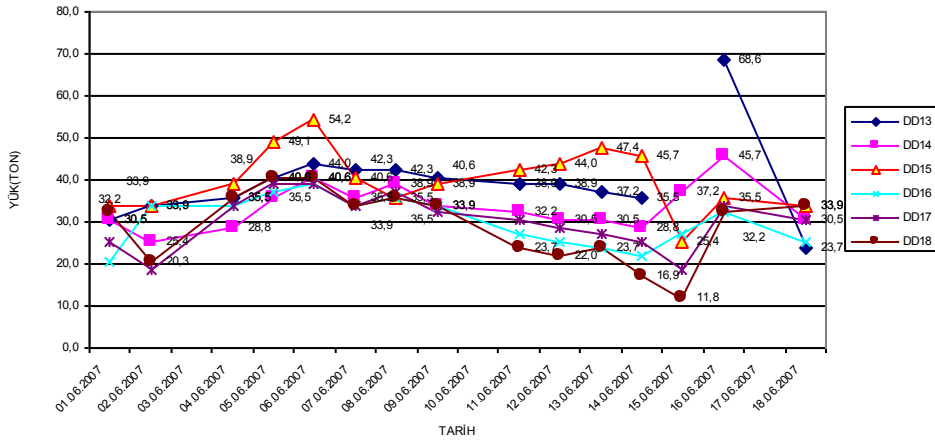
KARADON TİM KİLİMLİ İŞL. 1. OCAK HACİMİŞ BATI AYAK 1-18 HAZİRAN DD1-DD5 YÜK GRAFİĞİ



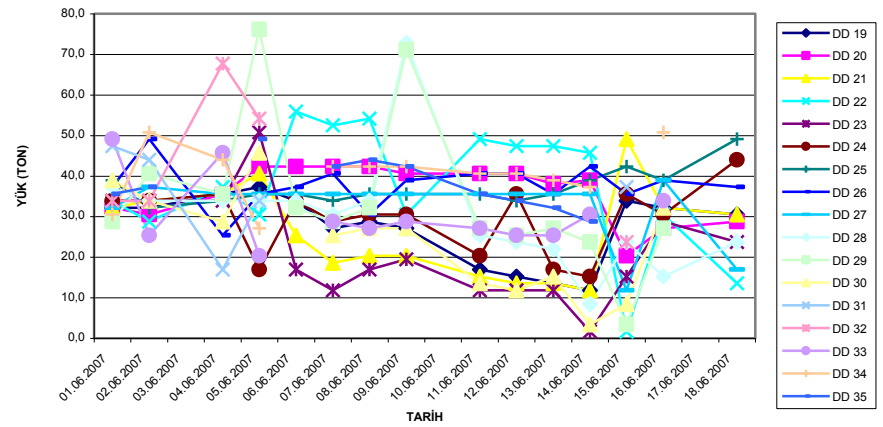
KARADON TİM KİLİMLİ İŞL. 1. OCAK HACİMİŞ AYAK 1-18 HAZİRAN DD6-DD12 YÜK GRAFİĞİ



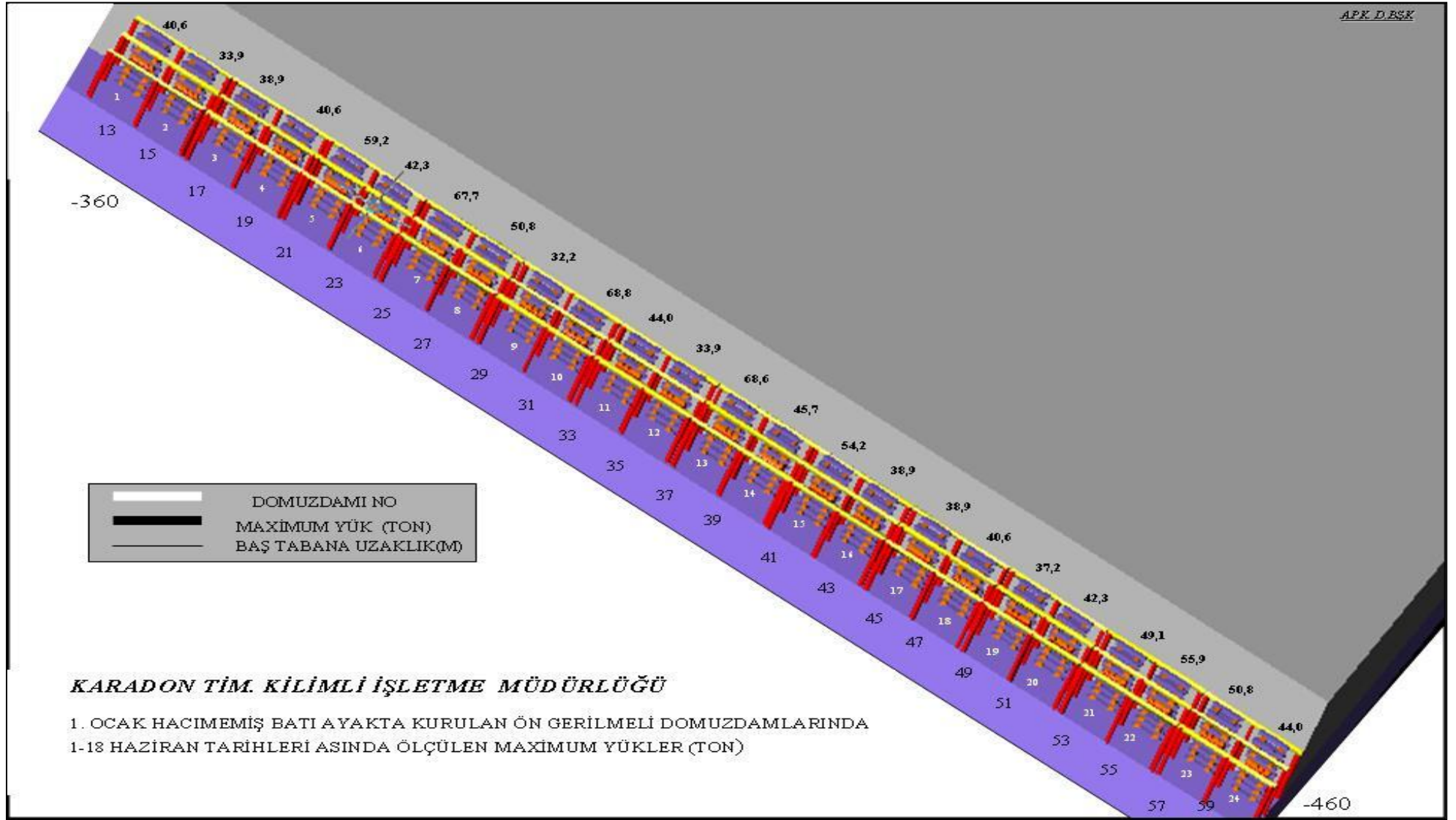
KARADON TİM KİLİMLİ İŞL. 1. OCAK HACİMİŞ BATI AYAK 1-18 HAZİRAN DD13-DD18 YÜK GRAFİĞİ



KARADON TİM KİLİMLİ İŞL. HACİMİŞ BATI AYAK 1-18 HAZİRAN ARASI YÜK DD19-DD35 ÖLÇÜLERİ



Tablo-5 Domuzdamlarına ayak ilerleme yönünde gelen yük grafikleri



Şekil-30 KRTİ Kilimli İşletmesi uygulama ayağı şematik görünümü

19. SONUÇLAR

Taşkömürü Havzasında Jeolojik koşulları mekanize kazıya olanak vermemesi nedeniyle üretim insan gücüne dayanmakta ayak içi tahkimatı da ahşap tahkimat kullanımına bağlı olarak yürütülmektedir.

Ön gerilmeli yeni ahşap domuzdamı uygulaması ile ayaklarda ahşap tahkimatın etkinliği arttırılmıştır. Domuzdamlarındaki fire miktarının ortalama % 1 değerine düşürülmesi, , tavan yükünün eşit bir şekilde taşınması, kuruldukları anda yük taşıma kabiliyetlerinin olması, ayak arkasının düzgün bir hat şeklinde keserek göçertilmesi, ayakta her an domuzdamı yükünün ölçülebilmesi, damar kalınlığına ve tavan taban şartlarına göre yük değerlerinin ölçülebilmesi, sağlanmıştır.

Bu proje uygulaması ile üretim maliyeti içindeki işçilik ve malzeme girdilerindeki azalma nedeniyle tasarruf, iş güvenliğinde ise artış sağlanmıştır.

20. KAYNAKLAR

1. **DAĞDELEN, R.,ÖZKAN, T., ÜNLÜ, T. :**Ahşap Domuzdamlarının Çalışma Performanslarının İyileştirilmesi.
2. **PAŞAMEHMETOĞLU, A.G.:** Uzun Ayaklarda Tabaka Kontrolü
3. **BİRÖN ,C. :** Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı
4. **Manfred Vetter GmbH & Comp.:** Kataloğu
5. **Mustafa İNAN . :** Cisimlerin Mukavemeti
6. **Esin Ergintan İNAN.:** : Cisimlerin Mukavemeti- Çözümlü Problemler
7. **Türk Standartları :** TS 647/Kasım 1979
8. **DIN Standardı :** DIN 1052
9. **Kişisel görüşmeler:**
 - **Fazlı UNCU** İş. Güv. D. Bşk. Baş Mühendisi
 - **Rıza ÖZDEMİR** KRTİ Kilimli İşl .Üretim Başmühendisi
 - **Nusret ÖZTÜRK** ÜTİM Asma İşl. Ocak Mühühendisi
 - **Cüneyt YAMUDİ** KTİ Ocak Mühendisi
 - **Ümit DEĞİRMENCİ** KTİ Ocak Mühendisi
 - **Nihat KAYABALI** KTİ İşl. Müdürü
 - **Ali Hekim** ÜTİM Üretim İşl.Müdürü
 - **Baki AY** ARTİ Üretim İşl. Müdürü
 - **Yusuf ÇALIK** KRTİ. Kilimli İşl. Müdürü
 - **Mustafa İSTEK** KRTİ Gelik İşl. Üretim Baş Mühendisi
 - **Ramazan KARAASLAN** İş. Güv. D.Bşk. Ar-Ge Şb. Müdürü
 - **Ahmet KIRNAPCI** ARTİ Ocak Mühendisi
 - **İsmet KAYA** APK D. Bşk. Yazılım Şb. Müdürü
 - **Tevfik BAŞ** İşletmeler D.Bşk.Direk işleri B.Mühendisi
 - **Muharrem KİRAZ** Makine İkmal D. Bşk. Uz. Mühendis
 - **Dursun DİKMEN** APK D. Bşk. Programcı