

**NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİĞDE İLİ ÇEVRESİNDEKİ İNŞAAT MALZEMELERİNİN
BETON ÜRETİMİNDE KULLANIMI, BU MALZEMELERDEN ELDE EDİLEN
BETONLARIN ÖZELLİKLERİNİN VE OPTİMAL KARIŞIMLARININ
ARAŞTIRILMASI**

FATİH ÖZCAN

90823

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 1999

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

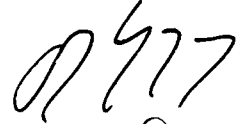
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne;

Bu çalışma jürimiz tarafından İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :Prof.Dr. Zarife HANMEHMETOVA (Niğde Üniversitesi)



Üye :Doç.Dr. Fahri U. ÖZBAYOĞLU (Niğde Üniversitesi)



Üye :Doç.Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU (Niğde Üniversitesi)



ONAY:

Bu tez, 21/05/1999 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulu' nca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu' nun kararıyla kabul edilmiştir.

21/05/1999



Doç.Dr. Emine Erman KARA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

**NİĞDE İLİ ÇEVRESİNDEKİ İNŞAAT MALZEMELERİNİN BETON ÜRETİMİNDE
KULLANIMI, BU MALZEMELERDEN ELDE EDİLEN BETONLARIN
ÖZELLİKLERİNİN VE OPTİMAL KARIŞIMLARININ ARAŞTIRILMASI.**

ÖZCAN, Fatih

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Müh. Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Zarife HANMEHMETOVA

Mayıs, 1999. 105 sayfa

Bu çalışmada, Niğde bölgesindeki yapı malzemeleri ile üretilen betonlar ve bu betonların özellikleri incelenmiştir. Tez çalışmasının bir bölümü D.P.T. tarafından desteklenen 98 K 122430 no.' lu proje çalışmaları çerçevesinde yürütülmüştür. Bu araştırmaların çerçevesinde, Niğde ilinde hazır beton üreten fabrikalarda kullanılan malzemeler ile üretilen betonların özelliklerini karşılaştırmak amacı ile, yeni kullanıma açılan ocaklardan alınan malzemeler ile yapılan betonların özellikleri araştırılmıştır. Aynı zamanda, Niğde bölgesindeki hafif beton malzemeleri olan pomza ve perlitin, beton üretiminde kullanım imkanları da bu araştırmanın kapsamına girmiştir.

Anahtar Sözcükler: Niğde. Pomza. Perlit Yapı Malzemeleri.Hafif Beton. Ocak.

SUMMARY

**THE USAGE OF CONSTRUCTION MATERIALS OF NIGDE AND ITS VICINITY
IN PRODUCING CONCRETE SEARCHING PROPERTIES OF THIS CONCRETE
AND DETERMINING THE OPTIMAL MIXTURE RATIO.**

ÖZCAN, Fatih

Niğde University

Graduate School of Natural and Applied Science Department of Civil Engineering.

Süperviser: Prof. Dr. Zarife HANMEHMETOVA

May, 1999. 105 pages.

In this study, concrete produced with construction materials around Niğde and the properties of this concrete have been investigated. Some part of this concrete have been carried out by the D.P.T. with 98 K 122430 numbered project. With in this frame work of the features of concrete made of construction materials taken from quarry which has been newly started exploiting has been studied to compare the properties of concretes produced with the materials already by the ready - concrete factories in Niğde. In addition, application areas of pumice and perlite known as light concrete materials in the region of Niğde, are included in the research.

Key Words: Niğde. Pumice. Perlite. Construction Materials. Light Concrete. Quarry.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmada, danıőmanlıęını üstlenerek gerek konu seiminde, gerekse alıőmalarımın yrtlmesi sırasında katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr. Zarife HANMEHMETOVA' ya teőekkr etmeyi bir bor bilirim.

Ayrıca, malzeme temininde her türlü fedakarlıkta bulunan Niğbaş A.Ő. ve Oysa imento fabrikası alıőanlarına teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİxi
SİMGE VE KISALTMALAR	xiii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. BETONUN TANIMLANMASI VE ÖZELLİKLERİ	3
2.1. Betonun Tanımı.....	3
2.2. Betonun Özellikleri.....	4
2.3. Betonun Avantaj ve Dezavantajları.....	4
2.3.1. Betonun avantajları.....	4
2.3.2. Betonun dezavantajları.....	5
2.4. Betonun Çeşitleri.....	5
2.4.1. Ağır betonlar.....	6
2.4.2. Normal betonlar.....	6
2.4.3. Hafif betonlar.....	7
2.4.3.1. Taşıyıcı hafif betonlar.....	7
BÖLÜM 3. BETONU OLUŞTURAN MALZEMELER	9
3.1. Bağlayıcılar.....	9
3.1.1. Çimentolar.....	9
3.1.2. Puzolanlar.....	10
3.2. Agregalar.....	12
3.2.1. İri agregalar.....	12
3.2.2. İnce agregalar.....	13
3.3. Su.....	14

BÖLÜM 4. NIĞDE BÖLGESİ İNŞAAT MALZEMELERİ.....	16
4.1. Normal Beton Üretiminde Kullanılan Malzemeler.....	16
4.1.1. Çimentolar.....	16
4.1.2. İri agregalar.....	16
4.1.3. İnce agregalar.....	18
4.2. Niğbaş A.Ş.'nin Beton Üretiminde Kullandığı Malzemeler.....	18
4.2.1. Agregaların fiziksel özellikleri.....	18
4.2.2. Agregaların mekanik özellikleri.....	18
4.3. Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler.....	20
4.4. Hafif Beton Üretiminde Kullanılabilecek Malzemeler.....	23
4.4.1. Perlit.....	23
4.4.1.1. Perlitin geliştirilmesi.....	24
4.4.1.2. Perlitin kullanım alanları.....	26
4.4.1.3. Niğde bölgesinde perlit yatakları ve özellikleri.....	27
4.4.2. Pomza.....	28
4.4.2.1. Niğde bölgesinde pomza yatakları ve özellikleri.....	29
4.5. Niğde Bölgesi Normal Beton Üretiminde Kullanılan Malzemeler ile Hazırlanan Betonların Özellikleri.....	30
4.5.1. Niğbaş A.Ş.'de üretilen betonların özellikleri.....	30
4.6. Niğde Bölgesi Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler ile Üretilen Betonların Özellikleri	33
BÖLÜM 5. NORMAL BETON ve HAFİF BETON KARIŞIM HESAPLARININ ARAŞTIRILMASI.....	34
5.1. Normal Beton Karışım Hesabı.....	34
5.1.2. Agregada danelerinin en büyük boyutu D' nin belirlenmesi.....	34
5.1.3. Hava miktarının seçilmesi.....	35
5.1.4. Agregada karışımının granülometri bileşimi.....	35
5.1.5. Karma suyu miktarının belirlenmesi.....	35
5.1.6. Su - çimento oranının seçilmesi.....	37

5.1.7. Kıvam seçilmesi.....	38
5.1.8. Karışım hesabının yapılması.....	38
5.2. Hafif Beton Karışım Hesapları.....	40
5.2.1. Malzeme karışım oranlarının seçilmesi.....	40
5.2.2. Kıvam seçilmesi.....	40
5.2.3. Agregası.....	41
5.2.4. Çimento.....	41
5.2.5. Gerekli suyun saptanması.....	42
5.2.6. Hava katkısı.....	42
5.2.7. Deney karışımları.....	42
BÖLÜM 6. DENEY SONUÇLARININ SUNULMASI.....	45
6.1. Niğbaşı ve Özçağlar A.Ş. 'nin Ürettiği Betonların Mukavemetleri.....	45
6.2. Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler ile Üretilen Betonların Mukavemetleri.....	46
6.3. Normal Beton Malzemeleri ve Hafif Beton Malzemeleri ile Üretilen Betonların Mukavemetleri.....	46
BÖLÜM 7. SONUÇLAR.....	49
KAYNAKLAR.....	51
EK A. Laboratuvarında hazırlanan numunelerin basınç kuvveti - zaman grafikleri.....	53
EK B. Deney numunelerinin resimleri.....	100
EK C. Niğde İli inşaat malzemesi ocaklarının haritası.....	104

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Muhtelif puzolanların kimyasal bileşimleri.....	11
Çizelge 3.2. Çakılların boyutlarına göre sınıflandırılması.....	13
Çizelge 4.1. Türk çimento standartlarında fiziksel ve mekanik özellikler.....	14
Çizelge 4.2. Niğbaş A.Ş.'nin beton üretiminde kullandığı agregaların fiziksel özellikleri.....	16
Çizelge 4.3. Perlitin kimyasal özellikleri.....	21
Çizelge 4.4. Genleştirilmiş perlitin kullanım alanları.....	23
Çizelge 4.5. Niğde bölgesi perlitlerinin kimyasal analizi.....	24
Çizelge 4.6. Niğde bölgesi perlitlerinin fiziksel özellikleri.....	25
Çizelge 4.7. Asidik ve bazik pomzanın kimyasal bileşimi.....	26
Çizelge 4.8. Niğde bölgesi pomzalarının kimyasal özellikleri.....	27
Çizelge 4.9. Niğbaş A.Ş.' de üretilen BS 160 betonunun karışım oranları.....	28
Çizelge 4.10. Niğbaş A.Ş.' de üretilen BS 225 betonunun karışım oranları.....	28
Çizelge 4.11. Niğbaş A.Ş.' de üretilen BS 300 betonunun karışım oranları.....	29
Çizelge 4.12. Niğde bölgesi normal beton üretiminde kullanılmayan malzemelerin karışım oranları.....	30
Çizelge 5.1. Muhtelif yapı türlerinde D değerleri.....	32
Çizelge 5.2. Yerleştirilmiş 1 m ³ betonda kullanılacak karışım suyu miktarları.....	33
Çizelge 5.3. 28 günlük beton basınç dayanımlarına göre su / çimento oranları.....	34
Çizelge 5.4. Çeşitli yapı türleri için uygun çökme değerleri.....	35
Çizelge 5.5. Agrega cinslerine göre yoğunluk değerleri.....	36
Çizelge 5.6. Hafif agrega ile üretilen betonlar için öngörülen çimento miktarları.....	38

Çizelge 6.1. Niğbaş ve Özçağlar A.Ş.' nin ürettiği betonların mukavemet değerleri.....	41
Çizelge 6.2. Niğde bölgesi normal beton üretiminde kullanılmayan malzemeler ile üretilen betonların mukavemetleri.....	42
Çizelge 6.3. Normal beton ve hafif beton malzemeleri ile üretilen betonların karışım oranları.....	43
Çizelge 6.4. Normal beton ve hafif beton malzemeleri ile üretilen betonların basınç mukavemetleri ve birim hacim ağırlıkları	44



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Çamardı- Dokuzgöz mevkii malzemelerinin elek analizi.....	20
Şekil 4.2. Çamardı- Yalakçay mevkii malzemelerinin elek analizi.....	21
Şekil 4.3. Horoz Deresi mevkii malzemelerinin elek analizi.....	21
Şekil 4.4. Altunhisar mevkii malzemelerinin elek analizi.....	22
Şekil 4.5. Kırkgeçit mevkii malzemelerinin elek analizi.....	22
Şekil A.1. K 1 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	54
Şekil A.2. K 1 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	55
Şekil A.3. K 1 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	56
Şekil A.4. K 1 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	57
Şekil A.5. K 2 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	58
Şekil A.6. K 2 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	59
Şekil A.7. K 2 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	60
Şekil A.8. K 2 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	61
Şekil A.9. K 3 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	62
Şekil A.10. K 3 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	63
Şekil A.11. K 3 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	64
Şekil A.12. K 4 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	65
Şekil A.13. K 4 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	66
Şekil A.14. K 4 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	67
Şekil A.15. K 5 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	68
Şekil A.16. K 5 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	69
Şekil A.17. K 5 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	70
Şekil A.18. K 5 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	71
Şekil A.19. K 6 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	72
Şekil A.20. K 6 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	73
Şekil A.21. K 6 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	74

Şekil A.22. K 6 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	75
Şekil A.23. K 7 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	76
Şekil A.24. K 7 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	77
Şekil A.25. K 7 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	78
Şekil A.26. K 7 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	79
Şekil A.27. K 8 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	80
Şekil A.28. K 8 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	81
Şekil A.29. K 8 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	82
Şekil A.30. K 8 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	83
Şekil A.31. K 9 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	84
Şekil A.32. K 9 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	85
Şekil A.33. K 9 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	86
Şekil A.34. K 9 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	87
Şekil A.35. K 10 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	88
Şekil A.36. K 10 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	89
Şekil A.37. K 10 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	90
Şekil A.38. K 10 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	91
Şekil A.39. K 11 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	92
Şekil A.40. K 11 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	93
Şekil A.41. K 11 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	94
Şekil A.42. K 11 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	95
Şekil A.43. K 12 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	96
Şekil A.44. K 12 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	97
Şekil A.45. K 12 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	98
Şekil A.46. K 12 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.....	99
Şekil B.1. Deneylerde kullanılan malzemelerin görüntüleri.....	101
Şekil B.2. Deneylerde kullanılan malzemelerin görüntüleri.....	101
Şekil B.3. 15x15x15 cm ³ ebatlarındaki deney numunesinin görüntüsü.....	102
Şekil B.4. Deney numunesinin basınç presi kırılması.....	102
Şekil B.5. Deney numunesinin basınç presinde kırılmış hali.....	103

SİMGE VE KISALTMALAR

- D.P.T. : Devlet Planlama Teşkilatı.
N.Ü. : Niğde Üniversitesi.
T.S. : Türk Standartları.
B.S. : Beton sınıfı.
°C. : Santigrat derece.
mm. : Milimetre.
cm. : Santimetre.
dm. : Desimetre.
m. : Metre.
km. : Kilometre.
kgf. : Kilogram kuvvet.
L. : Litre.
N. : Newton.
D. : En büyük dane boyutu.
d_o. : En küçük dane boyutu.
X-R.F.: X- Ray floresan.
C. : Karışıma giren çimento ağırlığı.
W. : Karışıma giren suyun hacmi.
W_a. : Karışıma giren agreganın ağırlığı.
A. : Betondaki toplam hava miktarı.
W/C. : Su- çimento oranı.
γ_a. : Agreganın yoğunluğu.
γ_c. : Çimentonun yoğunluğu.
D.K.Y.Ö.A.: Doygun kuru yüzey özgül ağırlık.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Beton, bulunuşundan bu yana uzun zaman geçmiş olmasına rağmen hala güncelliğini koruyan ve gittikçe gelişerek kullanım alanı yaygınlaşan bir yapı malzemesidir. Bunda en büyük etken şekil verebilme kolaylığı, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı, ekonomik oluşu ve üretimindeki kolaylığıdır. Son yıllarda beton teknolojisindeki gelişmelerle birlikte basınç dayanımı 1000 kgf/cm^2 nin üstüne çıkabilen, katkı maddeleri ile özellikleri istenen yönde değiştirilebilen, öngerme yöntemi ile büyük açıklıkların geçilmesini sağlayan, çeşitli tekniklerin uygulanmasıyla, ısı, ses ve suya karşı geçirimsiz betonlar üretilmiştir. Teknolojideki bu gelişmelere bağlı olarak betonun kullanım alanları gelişmiş ve kullanım amacına uygun nitelikte beton üretebilme sorununu da beraberinde getirmiştir.

Çeşitli alanlarda kullanılmakta olan beton, dayanımı, uzun ömürlü olması ve düşük maliyeti gibi faktörler nedeniyle tercih edilmektedir. Özellikle Türkiye gibi büyük ve gelişmekte olan bir ülke için maliyet faktörü daha da büyük önem kazanmaktadır. Bu düşünceden yola çıkılarak, inşaat sektörünün hızla büyüdüğü Niğde bölgesinde, beton üretiminde yer almamış olan yapı malzemelerinin, rasyonel bir şekilde beton üretiminde kullanılmasının araştırılması sözkonusu araştırmanın amacını oluşturmuştur.

Bu çalışmada, Niğde bölgesinde hazır beton üretiminde Niğbaş ve Özçağlar A.Ş. tarafından kullanılan malzemeler ve bu malzemeler ile üretilen betonlar, yeni ocak olarak Çamardı - Dokuzgöz ve Yalakçay, Kırkgeçit, Horoz Deresi ve Altunhisar ilçelerinden getirilen malzemeler ile üretilen betonlar incelenmiştir. Ayrıca bölgede bulunan pomza ve perlit ile çeşitli karışım oranlarını içeren beton numuneleri hazırlanmıştır. Labaratuarda toplam 12 adet deney serisi hazırlanarak her deney serisinden 6 adet numune hazırlanmıştır. Bu çalışma, Niğde bölgesi için bu yönde yapılan ilk çalışma niteliği taşımaktadır.

Alınan sonuçlar doğrultusunda Niğde İli Bayındırlık Müdürlüğü, müteahhit firmalara nakliye esas teşkil edecek ocak olarak Horoz Deresi ve Kırkgeçit ocaklarını göstermiştir.Yapılan bu tez çalışmasının, Niğde bölgesindeki mevcut ve potansiyel beton malzemelerinin en ekonomik bir şekilde kullanılmasına ışık tutması bizleri mutlu edecektir.



BÖLÜM 2

BETONUN TANIMLANMASI VE ÖZELLİKLERİ

2.1 .Betonun Tanımı

Beton; çimento, su, ve agregaların çeşitli oranlarda karıştırılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir. Betonun diğer bir tanımı ise, kum, çakıl, kırma taş veya hafif agreganın çimento ve suyun belirli oranlarda karıştırılması ile istenen şekli alabilecek plastik bir malzemedir[2]. Elde edilen plastik kıvamdaki bu malzeme kalıplara yerleştirilerek sertleşmeye bırakılır.

Sertleşmeye çimento ile su arasında oluşan kimyasal reaksiyonlar sebep olmaktadır ve sertleşme olayı uzun zaman devam etmektedir. Sertleşme olayının devam edebilmesi için belirli bir sıcaklığa ve neme ihtiyaç vardır. Bunu temin edebilmek için betonlar belli bir yaşa kadar kür'e (bakıma) tabi tutulmalıdır[3]. Betonların mukavemetleri, durabiliteleri ve diğer özellikleri karışım içerisinde bulunan malzemelerin özelliklerine, karışım içindeki malzemelerin oranına, karışım şekline, sıkıştırma metoduna ve kürüne (bakımına) bağlıdır[9]. Beton gibi anizotrop bir kütleye etkiyen yük, çok eksenli gerilme halini meydana getirir. Gerilmeler büyük agregalarda ve boşluklarla zayıflamış bölgelerde toplanır. Basınç yükünün etkimesi sırasında, boşluklara yakın bölgelerde basınç ve çekme gerilmeleri oluşur. Beton için klasik dayanım teorileri uygulanmaz. Çünkü bu tarifler, idealize edilmiş malzemeler için geliştirilmiştir. Beton dayanımı ve deformasyonu konusundaki yorumlar çok sayıda deneylere dayanmaktadır. Betonun gerilme halinin incelenmesini, zamanla oluşan röt ve sünmeden meydana gelen gerilme halleri de zorlaştırmaktadır[1]. Bu kadar kompozit bir malzeme olan betonu popüler yapan, beton karışımında kullanılan malzemelerin her yerde mevcut olmasıdır. Ayrıca taze iken

istenilen biçimin verilmesini sağlayan plastik kıvamda olması ve bu malzemelerin karıştırılarak ihtiyaçları karşılayabilecek kalitede beton elde edilebilmesidir.

2.2.Betonun Özellikleri

Önemli olan betonu oluşturan malzemeleri belirli oranlarda karıştırarak plastik kıvamda bir kütle elde etmek değil, elde edilen bu betonun plastik ve sertleşmiş durumunda istenilen özellikleri yerine getirebilmesidir. Plastik durumda beton gerekli çalışmayı sağlamalı ve segregasyon oluşturmamalıdır. Sertleşmiş beton ise, yüksek mukavemet ve durabiliteye, minimum boyut değişimine ve geçirgenliğe sahip olmalıdır. Genelde betonların en önemli özelliği basınç mukavemetleri olarak kabul edilir. Diğer özelliklerinin ise, basınç mukavemeti ile ilgili olduğu kabul edilir. Betonların sınıflandırılması genelde basınç mukavemetlerine göre yapılır[4,5]. Türk Standartları Enstitüsünde ise bu sınıflandırma BS160, BS225, BS300 gibi yapılmaktadır.

2.3. Betonun Avantaj ve Dezavantajları

2.3.1.Betonun avantajları

Betonu diğer yapı malzemelerinden daha önemli kılan özellikleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- a - Beton uzun vadede diğer malzemelere kıyasla daha ekonomik olması,
- b - Betonun yüksek basınç mukavemetine ve minimum korozyon ve dış etkilere sahip olması,
- c - Plastik durumda iken istenilen şeklin kolayca verilebilmesi,
- d - Yüksek basınç mukavemetine ve çelik ile birlikte (betonarme olarak) sınırsız kullanım alanına sahip olması,
- e - Çelik ile beton yaklaşık aynı ısı genişmesine sahip olduklarından, bunların birlikte kullanımları ideal bir kompozit malzeme oluşturması,
- f - Betondaki çatlakların çeşitli malzemeler ile (epoksi gibi) tamir edilebilmesi,
- g - Betonlar kolayca pompalandıklarından çok zor ve yüksek yerlere rahatlıkla yerleştirilebilmeleri,

- h - Dış etkilere ve ateşe karşı dayanıklı olmaları,
- i - Diğer yapı malzemelerine göre daha ucuz olmaları,
- j - Bazı endüstri atıklarının beton sanayisinde kullanılmasıdır.

2.3.2. Betonun dezavantajları

Sertleşmiş ve taze betonun kullanılmasının sakıncalarını şu şekilde sıralayabiliriz.

- a - Çekme gerilmeleri çok düşük olmasından dolayı , çekme gerilmelerinin oluşabileceği bölgelerde donatısız kullanılamaması,
- b - Taze betonda kuruma anında büzülme (rötre) oluşması ve serleşmiş betonlarda nem ile temaslarında genleşme oluşması. Bu durumun montaj noktalarında özel tedbirlerin alınmasını gerektirmesi,
- c - Isı değişimi ile betonlar büzülme ve genleşme gösterirler. Bu sebepten dolayı montaj noktalarında çatlaklar oluşur. Bu çatlakların oluşmasını önlemek için özel tedbirlerin alınmasının zorunluluğu oluşur,
- d - Kalıcı yükler altında sünme göstererek ön gerilmeli betonlarda gerilme kayıplarına sebep olmaları,
- e - Agrega - alkali reaksiyonunun oluşma ihtimalinin bulunması,
- f - Tamamen geçirimsiz bir malzeme olmaması ve içersinde bulunan çözünebilir tuzların çiçeklenmeye sebep olması,
- g - Sünek olmamasından dolayı depreme dayanıklı yapıların dizaynının çok zor olmasıdır.

2.4. Beton Çeşitleri

Betonlar genelde birim ağırlıklarına göre isimlendirilirler. Betonların birim ağırlıkları ise, beton üretiminde kullanılan malzemelerin birim ağırlıklarına bağlı olarak değişmektedir. Birim ağırlıklarına göre betonlar ağır, normal ve hafif beton olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

2.4.1. Ağır betonlar

Radyografi tesislerinde, atom pil ve reaktörlerinde meydana gelen öldürücü ışıklardan korunmak için birim ağırlığı $2,5 \text{ kg/dm}^3$ den büyük olan ağır betonların üretimi yönüne gidilir. Bu bakımdan cisimlerin içine girebilme kabiliyeti yüksek olan nötrön ışınları ile γ ışınları tehlikelidir. Ağır betonlar, ağır agrega kullanarak normal betondan pek az ayrılan bir şekilde üretilir. Bu amaçla iri agrega olarak kullanılan belli başlı malzeme magnetit, limonit ve barittir. Bu betonların üretiminde dikkat edilecek en önemli hususlar şunlardır.

a - Betonun homojenliğinin sağlanmasına daha fazla önem verilmelidir. Zira özgül ağırlığı büyük olan agregaların kullanılması homejenliğin bozulmasını kolaylaştırır.

b - Çatlaklar herhangi bir şekilde meydana gelmemelidir. Bunun için rötrenin büyük değerler almaması için gerekli önlemlerin hepsi alınmalıdır. Çimento dozajı 350 kg/m^3 ' den fazla olmamalı ve W/C oranı da daima 0,5'in altında kalmalıdır.

c - Beton en fazla 25 cm kalınlığında tabakalar halinde dökülmelidir. Betonun kalıbının yerleştirilmesinde yüksek frekanslı (dakikada frekansı 20.000 olan) vibratörlerle ağır agrega tanelerini harekete geçirmek mümkün olur.

Ağır betonların birim ağırlığı $3,2 - 4,0 \text{ kg/dm}^3$ arasında değişir. 350 dozlu ağır betonların 28 günlük silindir mukavemeti $250 - 340 \text{ kg/cm}^2$ arasında değerler alır.

2.4.2. Normal betonlar

Kum, çakıl, veya kırma taşın su ve çimento ile belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen, taze iken plastik kıvamda, sertleştiğinde rijit bir yapı kazanan yapı malzemesidir. Bu betonların birim ağırlıkları, kullanılan agreganın yapısına bağlı olarak 2400 ile 2600 kg/m^3 arasında değişmektedir. Dünyada en çok kullanılan beton çeşitidir. Bunların yoğunlukları fazla olduğundan ısı iletimleri ve basınç mukavemetleri diğer yapı malzemelerine göre daha yüksektir. Bundan dolayı bu betonlar daha ziyade taşıyıcı olarak kullanılırlar.

2.4.3.Hafif betonlar

Hafif beton, birim ağırlığı normal betonlardan belirli şekilde küçük olan beton olarak tarif edilmiştir. Genel olarak birim ağırlıkları 1800 kg/m^3 den küçük olan betonların hafif beton sınıfına gireceği belirtilmiştir[4]. Uluslararası standart beton üretim merkezi ise, hafif betonu, kuru birim ağırlığı 1200 ile 2000 kg/m^3 arasında değişen beton olarak tarif etmektedir[6]. Bu betonların birim ağırlıkları kullanım amacına göre değişmektedir. Örnek olarak; ısı yalıtımı amacı için kullanılan hafif betonların birim ağırlıkları 300 ile 800 kg/m^3 arasında değişmekte iken, taşıyıcı olarak kullanılan hafif betonların birim ağırlıkları 2000 kg/m^3 e kadar yükselebilmektedir. Bu betonların birim ağırlıkları ve ısı yalıtımları normal betonlara kıyasla oldukça küçük olduğundan, kullanıldıkları yapıların ısı kayıplarında ve ölü yüklerinde önemli derecede bir düşme sağlarlar.

2.4.3.1.Taşıyıcı hafif betonlar

28 günlük silindir mukavemeti 170 kgf/cm^2 değerinden küçük olmayan ve birim ağırlığı 1.85 kg/dm^3 değerini aşmayan betonlar, bir çok standartlar tarafından ve bu arada A.S.T.M. standardına göre, taşıyıcı beton olarak kabul edilmektedir. Bu tür betonların betonarme yapılarda kullanılmasıyla daimi yükün , % 25 gibi belirgin bir ölçüde azalması sağlanmaktadır. Bundan dolayı betonarme yapı tekniğinde taşıyıcı hafif beton kullanılması eğilimi gittikçe artmaktadır. O kadar ki evvelce yalnız binaların yapımında kullanılan bu tür betonlarla günümüzde 140 m . açıklığında betonarme köprülerin yapımına başlanmıştır. Bu tür malzemeye yönelmenin başlıca nedeni yapının tüm ağırlığının azaltılmasından yararlanarak taşıyıcı elemanlarının kesitlerini küçültmek ve böylelikle işin maliyetini düşürmektir. Taşıyıcı hafif betonlar, yapının maliyeti üzerindeki önemli katkısından başka biraz evvel belirtildiği gibi yapıların depreme dayanıklılığını arttırması bakımından çok yararlı işlev görmektedir.

Taşıyıcı hafif betonların muhtelif metotlarla elde edilmesi mümkündür. Bunlar arasında en ekonomik olanı doğal agregalar kullanılarak bu betonların yapılmasıdır. Ülkemizde çok

geniş doğal hafif agrega (pomza, perlit vb.) rezervleri (Bayındırlık Bakanlığınca yapılan araştırmalara göre 580 milyon m³ mertebesinde) bulunmaktadır. Bu bakımdan bizim için taşıyıcı hafif betonların elde edilmesinde doğal hafif agregalardan yararlanmak en doğru bir çözüm olarak gzlmektedir.

Doğal hafif agrega ile normal agregaların belirli oranlarda karıştırılması sonunda elde edilen bu betoların üretiminde bazı değişik yöntemlerin uygulanması gerekir. Bunlardan en önemlisi üretimden evvel hafif agregaya bir miktar su emdirilmesidir. Bu yapılmaz ise hafif agrega konulan suyun bir kısmını emecek, bunun sonunda imento hidrasyon için gerekli suyu bulamadığından dolayı beton mukavemeti beklenen değerin altında olacaktır. Burada şunuda belirtelim ki bu betonlara ait (su/imento) oranındaki su miktarı agregaya daha evvel emdirilmiş su miktarını içermez. Buradaki su miktarı karıştırma sırasında katılan su miktarıdır. Bundan dolayı hafif agregalı betonlarda yukarıdaki orana etkin (su/imento) oranı denilmektedir. Agregalara evvelden emdirilecek su miktarı yapılacak deneylerle saptanmalıdır. Diğer taraftan yine doğal hafif agregaların su emme kabiliyetinin fazla olmasından dolayı bu betonlarda agrega taneleri ile imento hamuru arasında kuvvetli bir aderans vardır. Doğal hafif agregalı betonlarında kırılmanın agrega tanesinin imento hamurundan ayrılması şeklinde olmayışı ve tanenin parçalanmasıyla, meydana gelmesi bunu açıkça kanıtlamaktadır.

BÖLÜM 3

BETONU OLUŞTURAN MALZEMELER

3.1. Bağlayıcılar

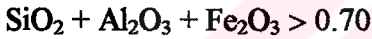
Bağlayıcı madde olarak bilinen ince ve toz (dane boyutu 90 mikrondan küçük) halinde bulunan bu malzemelere su ilave edilerek meydana gelen hamurun, başlangıçta sahip olduğu plastikliği zamanla kaybetme ve bunu izleyerekte sertleşme özelliği vardır. Bu özelliği sayesinde bağlayıcı maddeler, danelerden oluşan (taş, tuğla, briket, agrega vb..) çeşitli malzemeleri bağlamak suretiyle istenilen şekil ve boyutta yapı elemanlarının elde edilmesini sağlarlar. Yapılarda en çok kullanılan bağlayıcılar; çimento, kireç ve alçıdır[7].

3.1.1. Çimentolar

Çimentoların temel bileşenleri; kireç taşı, silis, alüminyum ve demir oksittir. Çimentoyu meydana getiren elemanlar fırında birbiriyle birleşmek suretiyle karmaşık bileşim denilen cisimler oluşur. Bu karmaşık bileşimlerin en önemlileri; silisin kireç ile birleşmesiyle meydana gelen kalsiyum silikatlar ile alüminin yine kireçle birleşerek oluşturduğu kalsiyum alüminatlarıdır[8]. Üretilen çimentolar içerisinde bulunan alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) maddelerin miktarı % 0.6' dan büyük olmamalıdır. Bu miktar % 0.6' dan büyük olduğu ve agregalar içerisinde aktif silis bulunduğu takdirde, aktif silisler ile çimentonun alkalileri reaksiyona girerek genişleme kabiliyetine sahip bir jelin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu jeller su emdikçe hacimlerinde bir genişleme oluşturmakta ve bu genişlemeler betonda çatlakların oluşmasına, basınç ve diğer mukavemetlerinin düşmesine sebep olurlar. Meydana gelen bu olay agrega - alkali reaksiyonu olarak bilinmektedir ve bu reaksiyonun oluşması birkaç yıl sürmektedir. Fakat ülkemizde üretilen çimentolarda $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ toplamı % 0.13-0.63 arasında değişmektedir[8].

3.1.2. Puzolanlar

Yalnız başlarına kullanıldıkları vakit bağlayıcı özellikleri olmayan fakat kireç veya çimento ile karıştırıldıkları vakit su ile yaptığı reaksiyon sonunda bağlayıcı madde özelliğini kazanan maddelere puzolan denilmektedir. Puzolan denilen maddelerin içinde fazla miktarda kolloidal halde silis ve alüminyum bulunmaktadır. Bu maddelerin kireçle yapmış olduğu reaksiyon sonucunda puzolanlar bağlayıcılık özelliğini kazanmaktadırlar. Bir puzolan reaksiyon sonunda tesbit ettiği kireç miktarı ne kadar fazla ise reaktivitesi o kadar fazla veya puzolanik özelliği o kadar yüksektir. Bir maddenin puzolanik özelliğini arttırmak için onu çok ince bir şekilde öğütmek gerekmektedir. Puzolanik özelliğini etkileyen diğer bir faktör de puzolanın içerdiği reaktif maddeler amorf veya camsı fazda bulunan Al_2O_3 ile SiO_2 ' dir. Kristal yapıdaki alümin ile silisin reaktif özellikleri yoktur. Diğer taraftan puzolanik özellik Al_2O_3 ile SiO_2 kireçle yaptığı reaksiyon sonunda meydana geldiğinden, bir puzolanda CaO ' nun az miktarda bulunması gerekmektedir. Bu açıklamalara göre, puzolan denilen maddelerde $SiO_2 + Al_2O_3$ fazla miktarda buna karşın CaO az miktarda yer almalıdır. A.S.T.M.'in C 618-72 no.lu standardına göre bir puzolanda;



koşulu gerçekleşmelidir. Diğer taraftan CaO miktarı da % 4' ü geçmemelidir. Yalnız, burada belirtilmesi gereken diğer bir husus, yukarıda belirtilen koşulun sağlanması, bir maddenin puzolan olduğunu göstermemesidir. Zira puzolanda silis ve alüminyum reaktif halde bulunması, içerdiği SiO_2 ve Al_2O_3 amorf yapıya sahip değilse o maddenin puzolanik özelliği göstermesi beklenemez. Şu halde kimyasal analiz sonuçlarının olumlu olması halinde yapılacak kimyasal ve mekanik deneyler ile maddenin puzolanik özelliğinin varlığı kanıtlanmalıdır.

Bu amaçla önerilen deneyin ilkesi şu şekildedir. Puzolanlı çimento (karışımın % 20 - 40 puzolandan ve % 80 - 60' da portland çimentosundan) belirli koşullar altında 7 gün su içinde bırakılır. Bu süre içinde puzolanın bir kısmı çimentonun hidratasyonu sonunda

oluşan Ca(OH)_2 ile birleşerek tesbit eder. Tesbit edilmeyen kısım çözülerek puzolanlı çimentonun içinde bulunduğu suda çözülür. Aynı deney puzolansız çimento için tekrarlanır. Deney sonunda puzolanlı ve puzolansız çimentoların içinde bulunduğu sulara çözülmüş Ca(OH)_2 miktarı saptanır. Puzolanlı çimento halinde kirecin bir kısmı tesbit edilmiş olduğundan Ca(OH)_2 miktarı daha az bulunacaktır. İki miktarının birbirine oranının (puzolanlı çimentodakinin puzolansız çimentodakine oranı) belirli bir değerden küçük olması halinde maddenin puzolanik özelliğe sahip olduğu kabul edilir. Esası bu olan deneyin ne şekilde yapılacağı ve sonuçların nasıl değerlendirileceği TS 26' da ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Puzolanları doğal ve yapay olmak üzere iki büyük gruba ayırmak mümkündür. Doğal puzolan olarak bilinen maddeler volkanik küller, killi şist, diatomit toprağı ve pomzalıdır. Bunlar dünyanın belirli bölgelerinde bulunmaktadır. Doğal puzolanların en önemlisi Almanya'da Ren vadisinden çıkarılan ve Tras adı verilen puzolandır. Bu puzolan gayet üstün özelliklere sahip olduğundan bir çok ülkede ve ülkemizde puzolan sözcüğünün yerini almış bulunmaktadır. Doğal puzolanlarda aranılan kimyasal özellikler TS 25'te belirtilmiştir. Bir fikir edinmek için muhtelif puzolanların kimyasal bileşimleri Çizelge 3.1 de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde her türlü puzolanda;



koşullarının pratik bakımdan yerine geldiği kolaylıkla görülmektedir.

Çizelge 3.1. Muhtelif puzolanların kimyasal bileşimleri

	Ren Trası	Santorin	İtalyan	Mecitözü	Uçucu kül	Pişmiş kil
SiO_2 (%)	52.4	63.2	55.7	64.47	42-50	50.2
Fe_2O_3 (%)	3.8	4.9	4.6	1.5	5-10	7.6
Al_2O_3 (%)	16.4	13.2	19.0	14.4	16-30	17.0
CaO (%)	3.8	4.0	5.0	4.73	2-4	5.1
MgO (%)	1.9	2.1	1.3	1.4	0.5-9	3.5
Diğer (%)	12.5	12.6	14.4	13.54	4-10	16.4

Yapay puzolan olarak bilinen maddelerin en önemlilerinden biri pişmiş kildir. Bu amaçla kil bileşimine bağlı olarak 600 - 900 °C arasında pişirilir. Elde edilen madde çimento inceliğinde öğütüldükten sonra çimentoya belirli oranlarda karıştırılarak kullanılır. Tuğla ve kiremit tozunun bir bağlayıcı madde ile karıştırılmasında aynı sonucu verir. Ülkemizde eski eserlerin, kışlaların, köprülerin yapımında tuğla tozu ve kireç karışımından ibaret Horasan denilen bu bağlayıcı madde oldukça geniş ölçüde kullanılmıştır. Bu bağlayıcı madde, yağlı kireçten çok üstün özelliklere sahip olmakta ve özellikle su karşısında çözülmemektedir. Bu bakımdan deniz yapılarında kullanılmaya elverişlidir. Nitekim çimento icat edilmeden 1786’ da inşaa edilen Cezayir limanında bağlayıcı madde olarak pişirilmiş kil ve kireç karışımı kullanılmıştır.

Diğer bir önemli yapay puzolan olan uçucu kül, termik santrallerde toz halinde özellikle huy maden kömürünün yanmasından geriye kalan malzemedir. Çimento inceliğinde olan bu malzemenin genel olarak puzolanik özelliği vardır. Fransa’da birçok barajların inşaatında uçucu kül % 15-30 oranında çimentoya karıştırılarak kullanılmış ve bu suretle bağlayıcı madde tüketimini azaltmak kabil olmuş, bunun sonundada önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanmıştır. Uçucu küllerin çok ilginç bir özelliği, bunların çimento inceliğinde olmasıdır. Daha ziyade küresel şekilde olan tanelerin boyutları 0.5 -200 mikron arasında değişir. Blaine özgül yüzeyi 2800-3800 cm²/gr arasındadır. Bu değerler uçucu külün çimento inceliğinde olduğunu ve herhangi bir öğütme işlemine gerek kalmadan kullanılabileceğini gösterir. Bu malzemenin özgül ağırlığı 1.90-2.4 gr/cm³ arasında değerler alır. Birim ağırlığı gevşek durumda 0.55 gr/cm³ sıkıştırılmış durumda 0.85 gr/cm³ mertebesindedir[8].

3.2 Agregalar

3.2.1. İri agregalar

İri agrega ile belirli bir boyuttan, TS 707’ ye göre 4 mm’den büyük taneleri önemli miktarda içinde bulunduran köşeli ve sert tanelerden ibaret agregalar anlaşılır. Bir agrega genel olarak d_0 en küçük boyutu ve D en büyük boyutu ile gösterilir. Boyutları bu sınırlar arasında kalan agrega D/ d_0 oranı ile belirtilir. İri agrega betonun içinde bulunan en iri

eleman olduğuna göre betonu oluşturan bütün taneler D' den küçüktür. İri agreganın en önemli karakteristiklerinden biri olan D' nin beton özellikleri üzerinde gayet önemli etkileri vardır. Bu karakteristik daha ziyade inşaa edilmekte olan yapı tipine ve yapı elemanlarına bağlı olarak belirli değerler almalıdır.

İri agreganın birbirinden farklı iki kökeni vardır. Bunlardan biri doğal iri agregaya yani çakıllardır. Yuvarlak tanelerden meydana gelen çakılları boyutları bakımından şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Çizelge 3.2. Çakılların boyutlarına göre sınıflandırılması

Boyutları	4- 30 mm arasında olanlar:	Çakıl
	32- 90 mm arasında olanlar	İri çakıl
	90 mm den büyük olanlar	Moellon

İri agregaların ikinci kökeni, büyük doğal taşların konkasörle parçalanması sonunda elde edilen kırmataştır. Konkasörün çeneleri arasındaki mesafe istenildiği şekilde ayarlanmak suretiyle muhtelif D/d_0 karakteristiklerine sahip iri agregaya elde etmek kabildir. Memleketimizde kırmataş agregasına D/d_0 değerine bağlı olarak aşağıdaki numaralar verilmektedir[4].

Kırmataş	No.	I	4-8 mm.
	No.	II	8-16 mm.
	No.	III	16-32 mm.

3.2.2.İnce agregalar

Kum, TS 707' ye göre boyutları 4 mm. ve daha küçük boyutta tanelerden oluşan agregaya grubudur. Kum için önemli olan karakteristik d_0 ile gösterilen minimum boyuttur. Bu alt sınır veya d_0 değeri de genellikle 0.074 mm olarak alınmaktadır. Burada terminoloji bakımından şu açıklamayı yapmak gerekli olabilir. Boyutları 100- 5 mikron arasında olan tanelere silt ve boyutları 5 mikrondan küçük tanelere kil denilmektedir. Eğer kırmataş

öğütülerek 74 mikrondan küçük taneler haline getiriliyorsa filler adını almaktadır. Çimento inceliğine sahip fillerde genel olarak 5 mikrondan küçük tane yoktur. Gerçekten kumun en küçük boyutu 0.1 mm olarak alınmaktadır. Fakat yapılarda kullanılan kumlarda bir miktar silt ve kil zorunlu olarak bulunmaktadır. Diğer bir deyişle kum olarak kabul edilen malzeme gerçekte bir kum ve silt veya kil karışımıdır. Burada özellikle dikkat edilecek husus, kum içinde silt veya kilin belirli bir miktardan fazla bulunmamasıdır. Aksi takdirde bu gayet ince tanelerin varlığı kum taneleri ile çimento hamuru arasındaki aderansı önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle içinde fazla miktarda kil ve silt bulunan kumların kullanılmasıyla üretilen betonların mukavemeti hiç bir zaman yüksek bir değer alamaz. Kum içinde bulunan ince tanelerin miktarı özel deneyler vasıtasıyla saptanmaktadır.

Kumun bileşimi ile kökeni arasında bir bağıntı kurmak kabildir. Doğal kumlar köken bakımından deniz kumu, dere kumu ve ova kumu olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Bu kumlar arasında özellikle beton üretiminde kullanılmaya elverişli olanlar daha ziyade silisten ibaret bulunan dere kumudur. Deniz kumu temiz ve homojen olmasına karşılık içinde tuz bulunur. Tuzun varlığı beton mukavemeti üzerine bir etki yapmazsa da, çelik donatıların paslanmasına neden olması bakımından zararlıdır. Ayrıca tuzun rutubet çekici bir özelliğide vardır. Bundan dolayı deniz kumunun kullanılması binaların rutubetli olmasına yol açar. Kaldı ki bu kumlar, içinde genel olarak ince taneler fazla miktarda bulunduğundan beton üretimine elverişli değildir. Ova kumları temiz olmalarına rağmen hemen hemen sadece ince tanelerden meydana gelmektedir ve bu bakımdan yapılarda kullanılması doğru değildir. Beton için en uygun dere kumudur. Bunlar granülometri bakımından gerekli koşulları yerine getirmeleri bakımından başka, içlerinde çimento ve diğer malzemeler için zararlı maddeleri genel olarak barındırmazlar[4].

3.3. Su

Karışımında kullanılacak çimento hamurunun bağlayıcılık özelliği, büyük ölçüde çimentonun kalsiyum silikat bileşenleri ile su arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan kalsiyum- silika hidrat jellerinin oluşumuna dayanmaktadır. Karışımında

kullanılacak suyun içersinde fazla miktarda bulunabilecek yabancı maddeler hidratasyon ürünlerinin oluşum hızını ve miktarını etkilediklerinden, çimento hamurunun katılma süresini ve bağlayıcılık özelliğini de etkilerler. Bu sebepten dolayı, karışım suyu içersinde taze ve sertleşmiş betona zararlı kimyasal etki yapabilecek miktarda kil, silt, organik madde, yağ, asit, klorür, sülfat ve endüstri atıklarına benzer yabancı maddeler bulunmamalıdır[10].



BÖLÜM 4

NİĞDE BÖLGESİ İNŞAAT MALZEMELERİ

4.1. Normal Beton Üretiminde Kullanılan Malzemeler

4.1.1. Çimentolar

Türkiye’ de ilk olarak 1911 yılında üretilen çimento, daha sonra artan ihtiyaçla birlikte kurulan fabrikalarla üreilmeye devam ederek şu anda 40 fabrika ve 12 öğütme - paketleme tesisi ile çimento üretiminde büyük gelişmeler göstermiştir. Türkiye, 1996 yılında 35, 1997 yılında 36 milyon ton üretimle Avrupa’ nın en fazla üretim yapan ülkelerinin başında yer alarak, buna paralel teknolojisini de geliştirmiştir. Gelişen bu teknoloji ile Türk Çimento Standartları son 1-2 yıl içinde tamamen Avrupa Standartlarının aynısını uygulama durumuna gelmiştir. Bu gelişme sonunda 1970-80’ li yıllara kadar daha çok tek tip ve ağırlıklı olarak portland çimento üretimi yapan ülkemiz daha sonra kullanım yerlerine göre çimento çeşitlerini üretmeye başlamıştır[11]. Üretilen bu çimentolardan bazılarının fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 4.1.’ de verilmiştir. Niğde ilinde çimento ihtiyacı, bu fabrikalardan biri olan OYSA Çimento Fabrikası’ndan karşılanmaktadır.

4.1.2. İri agregalar

Niğde ilinde agregaların bir kısmı Niğ-Kum şirketinin işletmeciliğini yaptığı Kayseri yolu üzerindeki tesislerden temin edilmektedir. Ovadan çıkartılan malzemelerin granülometrisi oldukça dağınık ve iri malzeme fazlalığı vardır. Bunun için konkasörlerle kırılıp yıkandıktan sonra sınıflara ayrılmaktadır (0-3, 3-7, 7-15, 15-30). Bir kısım agrega ihtiyacıda Bor-Pınarbaşı mevkiinden özellikle I., II., ve III. sınıf kırma taş getirilmektedir.

Çizelge 4.1. Türk Çimento Standartlarında fiziksel ve mekanik özellikler[11]

TS Numarası	İsmi	Priz Başlama. (min.dk)	Priz Sona Erm. (max.saate)	Hacim Genleşme (max.mm)	Özgül Yüze (min.cm ² /g)	Basınç Dayanımı (min. N/mm ²)		
						2 gün	7 gün	28 gün
TS 19	PÇ 32.5	60	10	10	2800	10	21	32.5
	PÇ 42.5	60			2800	20	31.5	42.5
	PÇ 52.5	60			2800	25	35.5	52.5
TS 20	CÇ 32.5	60	10	10	2800	10	16	32.5
	CÇ 42.5				2800	10	21	42.5
TS 21	BPÇ 32.5	45	10	10	2800	10	21	32.5
	BPÇ 42.5	45			2800	20	31.5	42.5
TS 22	Harç Çimentosu	60	24	10	2800	-	10	16
TS 26	Trashlı Çimento	60	10	10	2800	10	21	32.5
TS 640	Uçuşu Küllü Çim.	60	10	10	2800	10	21	32.5
TS 809	Süper Sülfat Çim.	45	10	5	4000	10	21	32.5
TS 3646	Erken Dayanımı Yüksek Çim.	45	6	10	3500	30	40	52.5
TS 10156	Katkılı Çim.	60	10	10	2800	10	21	32.5
TS 10157	Sülfatlara Dayanıklı Çim.	60	10	10	2800	10	21	32.5

4.1.3. İnce agrega

Niğde bölgesi kum ihtiyacının büyük bir kısmını Nevşehir- Kızılırmak' tan temin etmektedir. Bunun yanı sıra Çiftehan- Ömerli Deresinden dere kumu getirilmektedir. Niğ-Kum şirketinin eleme tesislerindeki kum da beton üretiminde kullanılmaya elverişlidir. İmrahor Köyü civarından ise, dere kumunun yanı sıra kireçtaşı - kırma taş ihtiyaç hasıl olduğunda getirilmektedir.

4.2. Niğbaş A.Ş.' nin Beton Üretiminde Kullandığı Malzemeler

Niğbaş A.Ş. beton üretiminde kullandığı malzemelerden çimentoyu OYSA Çimento Fabrikasından, kırma taşı Bor- Pınarbaşı tesislerinden, doğal agregayı ise Nevşehir-Kızılırmak' tan temin etmektedir.

4.2.1. Agregaların fiziksel özellikleri

Niğbaş' ın beton üretiminde kullandığı agregaların fiziksel özellikleri TS 707 ve TS 3526 'ya göre yapılarak Çizelge 4.2.' deki değerler bulunmuştur.

4.2.2. Agregaların mekanik özellikleri

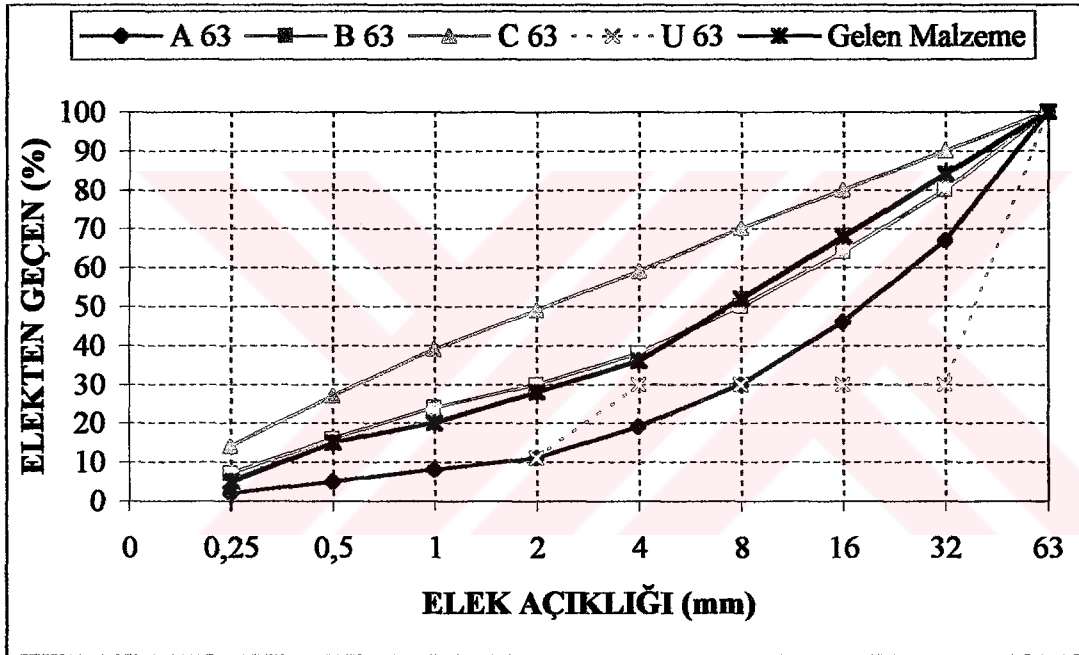
Agregalarda aranılan en önemli özelliklerden biri basınç mukavemetinin bilinmesidir. Eğer söz konusu malzeme kırmataş ise, bu agreganın elde edilmesinde kullanılan taş numunesinden gereği gibi çıkarılan küp şeklindeki numuneler üzerinde deney yapılarak basınç mukavemeti bulunur. İri agrega çakıl halinde bulunuyorsa mukavemet deneyinden farklı deneylerde elde edilen sonuçlardan faydalanarak basınç mukavemeti hakkında fikir edinilebilir. Agregaların mekanik mukavemetlerinin tesbitinde TS 3527, TS 3528, TS 3529, TS 3655, TS 3673, TS 3694' lerden faydalanılabilir.

Çizelge 4.2. Niğbaş A. Ş.'nin beton üretiminde kullandığı agregaların fiziksel özellikleri

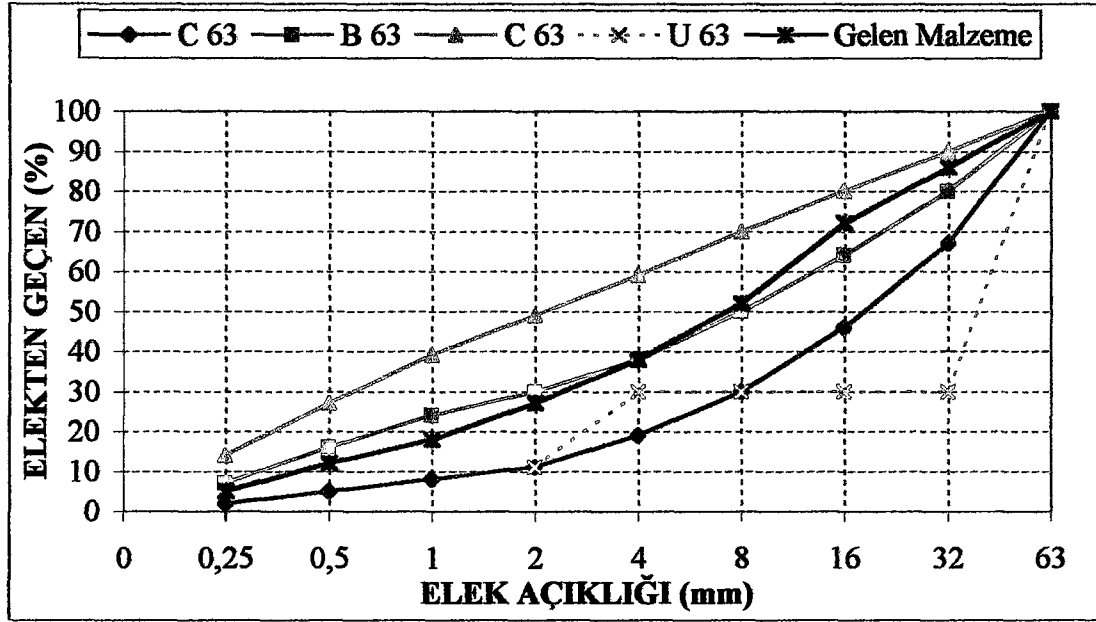
Deney Num.Tane Çapı	0-3	3-7	7-15	15-25
Ölçü Kabı Ağır.(gr)	377	-	-	-
500 ml'ye kadar dolu ölçü kabı Ağır.W4 (gr)	1020	-	-	-
Doygun Kuru Yüzey Ağır.W2 (gr)	800	2000	2000	2000
Ölçü Kabı ile Numune Ağır. (gr)	1167	-	-	-
Deney Num.Sudaki Ağırlığı W3 (gr)	-	1214	1244	2502
Kuru Ağırlık W1 (gr)	791	1946	1968	3976
Ölçü K.+Su+Deney Num. Ağır.W3 (gr)	1500	-	-	-
Kuru Özgül Ağır.(gr/cm ³)	2.46	2.47	2.60	2.65
D. K. Y Özgül Ağır.(gr/cm ³)	2.49	2.54	2.65	2.66
Görünen Özgül Ağır.(gr/cm ³)	2.54	2.65	2.72	2.70
Su Emme Oranı %	1.13	2.82	1.14	0.75

4.3. Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler

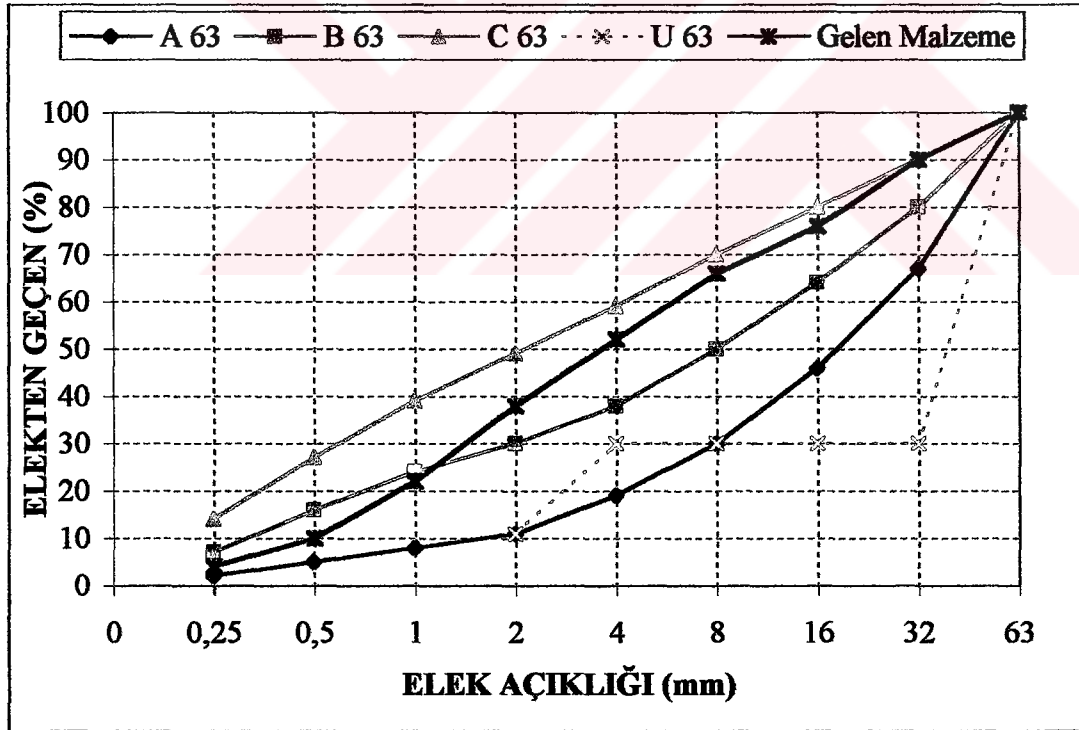
Niğde ili çevresinde normal beton üretiminde kullanılmak üzere malzeme ocakları araştırılmıştır. Böylelikle bu malzemelerin beton üretiminde kullanılıp kullanılmayacağı araştırılarak yeni malzeme ocaklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Çamardı- Dokuzgöz ve Yalakçay Mevkiinden, Horoz Deresinden, Altunhisar İlçesi çevresinden ve Kırkgeçit Mevkiinden tüvenan halde malzeme getirilmiştir. Bunların elek analizleri yapılarak her bir malzemenin granülometri eğrisi hazırlanmıştır.



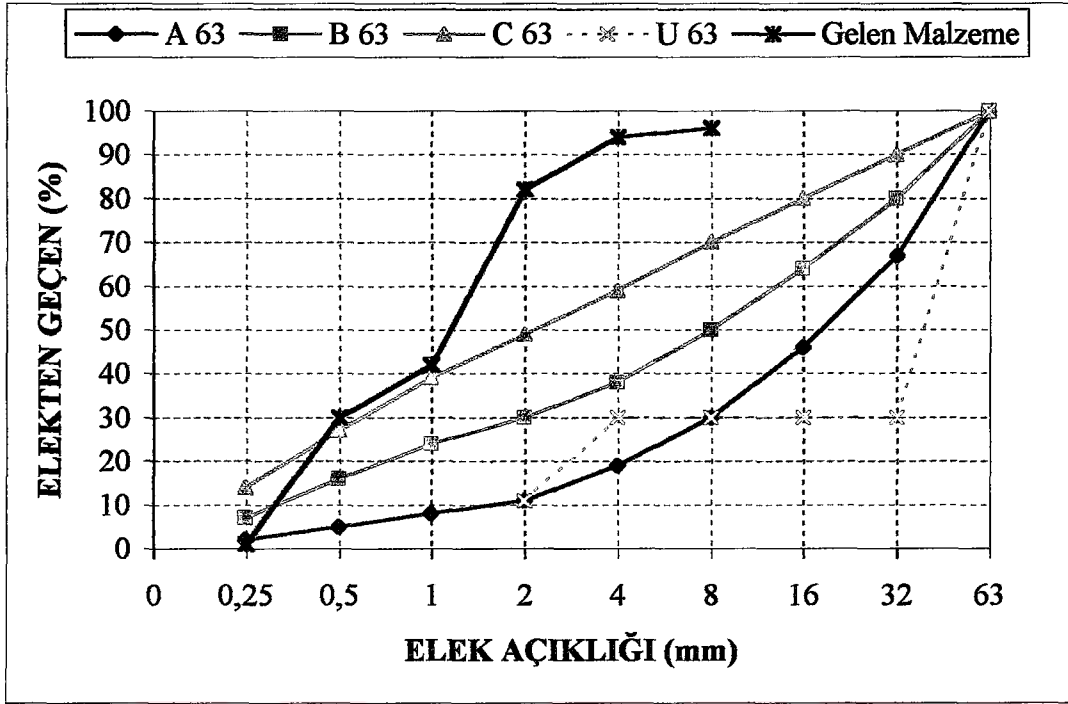
Şekil 4.1. Çamardı- Dokuzgöz Mevkii malzemelerinin elek analizi



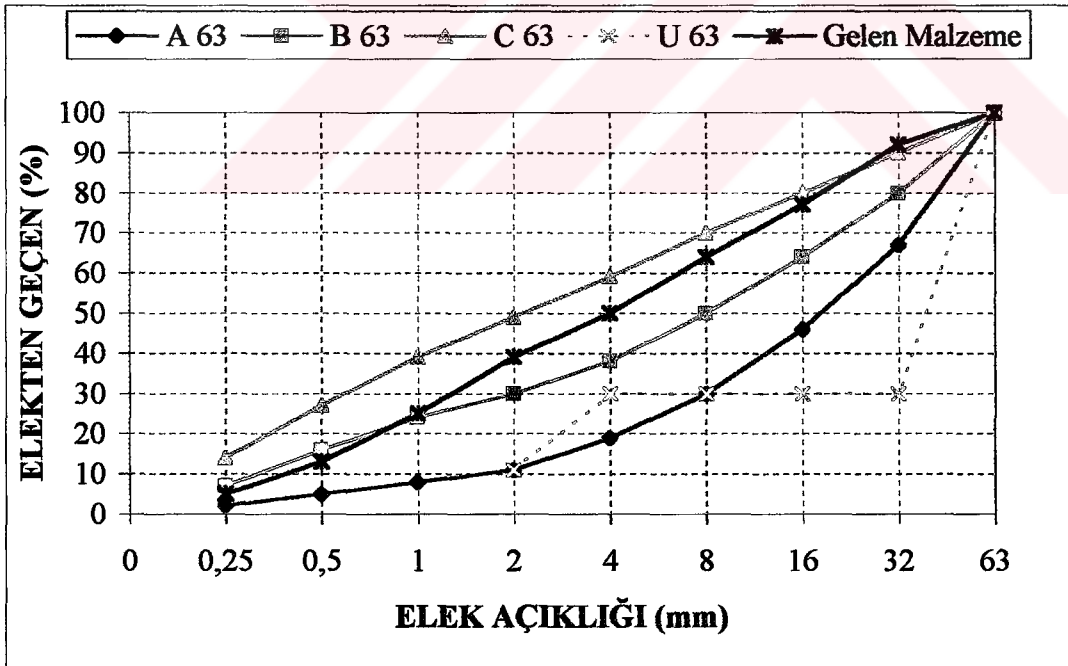
Şekil 4.2. Çamardı- Yalakçay Mevkii malzemelerinin elek analizi



Şekil 4.3. Horoz Deresi Mevkii malzemelerinin elek analizi



Şekil 4.4. Altunhisar İlçesi mevkii malzemelerinin elek analizi



Şekil 4.5. Kırkgeçit mevkii malzemelerinin elek analizi

4.4.Hafif Beton Üretiminde Kullanılabilecek Malzemeler

1990' lı yıllarda, özellikle ısı izalasyonu ve öz ağırlığı bakımından normal betona nazaran oldukça büyük avantajlara sahip olan hafif beton, gittikçe artan bir eğilimle kullanım alanı bulmaya başlamıştır. İnşaat sektörünün önemli problemlerinden biri olan bina ağırlıklarının azaltılabilmesi için günümüze kadar çok çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Bu malzemelerde hafifliğin temel unsur olmasının yanında, malzemenin doğal bir malzeme olması, yük taşıyabilmesi, yüksek sıcaklıklara karşı dayanabilmesi, gürültü kirliliği açısından ses izolasyonu sağlaması, ısısız konforu sağlaması açısından tercih edilmiş ve yoğun araştırmalar yapılmıştır. Bu özelliklere cevap verebilen ve inşaat sektörünün temel elemanı haline gelen tuğla yerine, inşaat sektörünün gelişmesi ve modern tekniklerin ortaya çıkması ile günümüzde yüksek dayanımlı, büyük boyutlu hafif bileşenlerin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Modern teknikler, bina elemanlarının ileri teknoloji ile iklim şartlarına bağlı kalmaksızın, inşaat bölgesinde ek işlemlere gerek duyulmayacak şekilde yüksek verimlilikte üretilmesini gerektirmektedir. Hafif malzemelerin, ucuz olmaları, teknoloji ithali ve büyük yatırımlar gerektirmemeleri, başta ısı yalıtımından sağlayacağı enerji tasarrufu olmak üzere işçilik, demir ve kereste tasarrufu vb. gibi konularda önemli avantajlar sağlamaktadır[12].

4.4.1.Perlit

Perlit, 'Perlstein' kelimesinden türemiş olup Almanca' da 'inci' anlamına gelmektedir. Çok sayıda konsantrik yarıklar içeren, asidik volkanik camsı bir kayadır. Perlitin kayalık olarak görünümü çok çeşitlidir. Kompakt, ince taneli, gözenekli (pomzalı perlit), gevşek, kolay kırılabilir, kum ve kumtaşı yapısında, el ile ufalabilir nitelikleri taşır. Ham perlitin rengi, şeffaf açık griden, parlak siyaha kadar değişir. Genleşen perlit ise tamamen beyaz veya grimsi renk alır. Kırılma indisi ortalama 1.5' tir. X ışını analizleriyle perlitin en çok % 4 serbest silis ihtiva ettiği tesbit edilmiştir. Yumuşama noktası 750°C - 1100°C, erime noktası 1250°C- 1350°C arasında değişmektedir. Özgül ağırlığı 2 - 2.2 gr/cm³ ve sertliği mohs cetveline göre 5.5 - 7 arasında değişmektedir[13,14].

Perlitteki suyun bir kısmı 350°C' ye kadar ısıtıldığında bünyeyi terk eder. Buna 'serbest su' denir. Geri kalan %1.2 kadar su, ancak 750°C - 1100°C arasında buharlaşır. Buna da ' efektif su' denir. Perlitin genleşme kabiliyeti, kimyasal bileşimine bağlı olduğu kadar, efektif su miktarında bağlıdır. Genellikle 750°C - 900°C arasında genleşen perlitlere ' Aktif Perlit', 750°C - 1100°C arasında genleşen perlitlere de ' Pasif Perlit' denir[14]. Yapılan birçok analizler sonucunda perlitin kimyasal bileşiminin Çizelge 4.3. de verilen değerlere yakın olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Perlitin kimyasal özellikleri[13]

PERLİTİN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	
SiO ₂	71.0 - 75.0
Al ₂ O ₃	12.5 - 18.0
Na ₂ O	2.9 - 4.0
K ₂ O	4.0 - 5.0
CaO	0.5 - 0.2
Fe ₂ O ₃	0.1 - 1.5
MgO	0.03 - 0.5
TiO ₂	0.03 - 0.2
Serbest Silis	0.0 - 0.2

4.4.1.1.Perlitin genleştirilmesi

İstenilen tane büyüklüğünde kırılan ham perlit, silindir şeklinde alevli fırın sistemi ile siklonlardan ibaret genleştirme tesislerinde genleştirilir[13]. Genleştirilmiş perlit, çok hafif olduğundan dolayı nakliyesi masraflıdır. Bu sebeple, perlit genleşme tesisleri, yatağın bulunduğu yerde değil ürünün kullanıldığı yerde kurulmalıdır[14].

Perlitin genleştirilmesinde dört faktör rol oynar:

- 1- Kullanılan perlitin cinsi
- 2- Gerekli ısıtma süresi

3 - Tane iriliği

4 - Genleşme sıcaklığı

Perlitin aktivitesinin ve içerdii efektif su miktarının genleşme oranına etkisi büyüktür. Aktif perlitlerin efektif su miktarları fazladır. Bir perlitin pasif olması, onun düşük kaliteli olduğu anlamına gelmez. Uygun bir teknikle her cins perlitten karakteristik bir numune elde edilir. Örneğin, pasif perlitlerden yüksek temperatur ısı ızalasyonu olarak kullanılan tipte genleşmiş perlit elde edilir[13,16].

Isıtma süresi ne kadar kısa olursa, perlit o kadar fazla genleşir. Ancak çok kısa sürede genleştirilen perlitin mukavemeti düşük olup, kolayca ufalanabilir. Pasif perlitlerin ısıtma süresi çok kısa olmalıdır. Ham perlitin tane iriliği de genleşmesine etki eder. İri tanelerin içine ısının nüfus etmesi için, nisbeten uzun sürede ısıtmak gereklidir. Bu sebeple, kısa ısıtma süreli pasif perlitler, aktiflere nazaran daha ince taneli olarak fırına verilmelidir. İnce ve iri taneli perlitlerin karışık olarak fırına verilmesi iyi sonuç vermez. Fırının ısıtma süresi ve temperatürü ince tanelere göre ayarlanırsa, ısıtma süresi uzun olacağından, ince tanelerin içindeki su, yumuşama noktasına ulaşılmadan kısmen uçar ve dolayısıyla tam genleşme sağlanamaz[15,16].

Fırın sıcaklığı da perlitlerin genleşmesinde rol oynar. Ham perlit, 766°C ile 1102°C arasındaki sıcaklıkta fırınlara atıldığı zaman hemen yumuşama noktasına erişir ve bir kısım kombine su buharlaşarak bünyeden ayrılır. Bu esnada cam kabarcıkları meydana gelerek patlar ve genleşmiş perlitin strüktürünü oluşturur. Genleşen perlit siklonlarda toplanarak tane boylarına göre ayrılır. Genleşme prosesi esnasında, genleşmeyen kısımlar fırının alt kısmında toplanır[14,16].

Perlitin cinsine ve elde edilecek ürünün kalitesine göre genleşme tesislerinde kullanılacak fırınların tipi değişir. Silindirik, kısa veya uzun, sabit veya döner, ön ısıtıcılı veya direkt ısıtıcılı fırınlar vardır. Genellikle de sabit dikey fırınlar kullanılmaktadır.

4.4.1.3. Niğde bölgesinde perlit yatakları ve özellikleri

Niğde yöresinde perlit yatakları, Niğde - Çiftlik karayolunun kuzeyinde Kömürcü - Kayırlı Köyleri arasında kalan Büyük ve Küçük Göllüdağ mevkiinde, Kayışkıran ve Bozdağ civarında yer almaktadır. Bu bölgelerdeki rezerv hesabı jeolojik rezerv olarak belirlenmiştir[17]. Buna göre, Kayışkıran ve Büyük Göllüdağ civarında jeolojik rezerv 300 milyon ton, Küçük Göllüdağ civarında 50 milyon ton olmak üzere toplam rezerv 350 milyon ton olarak belirlenmiştir.

Perlit numuneleri üzerinde yapılan kimyasal analizler ve SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , Na_2O , SO_3 ve MgO yüzdesinin tesbitine yönelik N.Ü. Müh. MİM. Fak. Jeoloji Bölümünde X- Ray Floresan ile yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.5.' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Niğde bölgesi perlitlerinin kimyasal analizi

Numune Yeri	% SiO_2	% Al_2O_3	% Fe_2O_3	% CaO	% K_2O	% TiO_2	% MgO	% Na_2O	% SO_3
Kırankaya	72.5	13.00	1.75	0.65	4.30	0.06	Eser	3.54	0.46
Kayışkiran	71.7	13.4	1.2	0.60	4.30	0.05	Eser	3.68	0.20
Kayışkiran	72.6	13.15	1.2	0.65	4.40	0.05	Eser	3.52	Yok
Bozdağ	71.0	12.85	1.0	1.0	4.45	0.02	0.25	4.16	0.48

Yapılan genleşme deneylerinde, perlitin kimyasal bileşiminin sabit kaldığı, sadece bağlı su içeriğinin değişim gösterdiği tesbit edilmiştir. Genleşmiş numunelerin hacim ağırlıkları ve genleşme oranları tesbit edilerek sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Niğde bölgesi perlitlerin fiziksel özellikleri

Numune Yeri	Ham Perlit Görünüşü	Ham Perlit Tane İriliği (mm)	Ham Perlit gevşek hacim ağırlığı (gr/cm^3)	Genleşmiş perlit gevşek hacim ağırlığı (gr/cm^3)	Genleşme oranı	Genleşen perlitlerin görünüşü
Kırankaya	Gri -	0.8 - 1.2	0.96	0.17	5.7	Beyaz- pembemsiye yakın ve sarımtırak
Kayışkıran	pembemsiye	0.8 - 1.2	1.08	0.24	4.5	
Kayışkıran	yakın -	0.8 - 1.2	0.91	0.30	4.46	
Bozdağ	sarımsı	0.8 - 1.2	0.92	0.36	2.6	

4.4.2. Pomza

Pomza, volkanik bir kayaç türü olup asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetler sonucu oluşmuştur. Volkanik camı bir yapıdadır. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanım türü olan asidik pomza, beyaz kirli, beyazımsı renkte olanıdır. Bazik pomza ise kahverengi olarak bilinen, siyahımsı renkteki pomza türüdür. Her iki pomza türünde oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmışlardır. Gözenekleri birbirleri ile bağlantılı değildir. Asidik pomzanın yoğunluğu bazik olanlara göre daha az olup $0.5 - 1 gr/cm^3$ arasında değişmektedir. Bazik pomzanın yoğunluğu daha fazladır ve $1 - 2 gr/cm^3$ arasında değişmektedir.

Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimlerine birer örnek Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Asidik ve bazik pomzanın kimyasal bileşimleri[12]

BİLEŞİM (%)	ASİDİK POMZA	BAZİK POMZA
SiO ₂	60-75	45
Al ₂ O ₃	13-15	21
Fe ₂ O ₃	1-3	7
CaO	1-2	11
MgO	1-2	7
Na ₂ O+K ₂ O	6-8	8
A.K.	4-5	1

Pomzanın fazla gözenekliliğinden dolayı ısı ve ses geçirgenliği oldukça düşüktür. Sertliği Mohs skalasına göre 5 - 6' dır[18].

4.4.2.1. Niğde bölgesinde pomza yatakları ve özellikleri

Niğde bölgesinde pomza yatakları, merkeze bağlı Altunhisar - Çiftlik - Kitreli yerleşim merkezleri hudutları içerisinde yer almaktadır. Bu bölgedeki Hasandağ - Melendiz dağı civarında irili ufaklı birçok pomza yatakları mevcut olup, bunların en büyüğü Niğde ili, Merkez ilçesi, Kitreli Köyü civarında yer alan Şah Madencilik A.Ş.' ye ait olan pomza yatağıdır. Yatak, ortalama 3 m kalınlığında, 400 m uzunluğunda ve 150 m genişliğindeki alanı kaplamaktadır. Rezerv durumu ise; 1.000.000 ton muhtemel, 500.000 ton işletilebilir miktardadır. Açık işletme ile yapılan madencilik faaliyetleri aralıksız olarak devam etmekte, yaklaşık 1- 10 m arasında örtü tabakası alındıktan sonra, ortalama 3 - 5 m' lik pomza seviyeleri kepçelerle alınmakta, çeşitli eleklerden geçirildikten sonra kullanıma sunulmaktadır[19].

Niğde bölgesi pomzalarının ortalama özgül ağırlığı 0.8 - 1.0 gr/cm³ arasında değişmekte olup, 6- 6.5 civarında sertliğe sahiptir. Pomza kütlelerinin % 60-70' ini tane boyları 2- 5 cm olan parçalar oluşturmaktadır. Yer yer çok ince taneli pomza seviyeleri oldukça yaygındır. Niğde yöresi pomzaları bu özellikleri ile sanayinin hemen hemen her dalında

kullanılabilir niteliklere sahiptir. Niğde yöresi pomzalarının XRF analiz değerleri çizelge 4.8.' de verilmiştir[19].

Çizelge 4.8. Niğde bölgesi pomzalarının kimyasal bileşimleri[19]

BİLEŞİM	%
SiO ₂	72.63
Al ₂ O ₃	12.14
Fe ₂ O ₃	0.89
MnO	0.07
MgO	0.01
CaO	0.27
Na ₂ O	1.62
K ₂ O	5.99
TiO ₂	0.03
PF.	5.17

4.5. Niğde Bölgesi Normal Beton Üretiminde Kullanılan Malzemeler ile Hazırlanan Betonların Özellikleri

4.5.1. Niğbaş A.Ş.' de üretilen betonların özellikleri

Niğde ilinde profesyonelce beton üretimi yapan iki şirket bulunmaktadır. Bu şirketler Niğbaş A.Ş. ve Özçağlar A.Ş.' dir. Her iki şirketin beton üretiminde kullandığı malzemeler aynı kaynaklardan gelmektedir. Bundan dolayı bu şirketlerin beton üretim tekniklerinde belirgin bir fark bulunmamaktadır. Buna dayanarak konu tekrarı olmaması için, Niğbaş' ın beton üretiminde kullandığı malzemeler ve beton karışım hesapları incelenmiştir.

Çizelge 4.9. Niğbaş A.Ş.' de üretilen 1 m³ BS160 betonunun karışım oranları

Beton Sınıfı		BS 160					
Malzeme	Çimento	Su	Hava	Agrega Çapları (mm)			
Cinsi	TÇ 32.5	Şehirsuyu	-	0-3	3-7	7-15	15-25
Yoğunluk (gr/cm ³)	3.15	1.0	-	2.59	2.6	2.65	2.64
Hacim (dm ³)	95	190	10	225.6	211.5	162.15	105.75
Karışım oranı (%)	-	-	-	32	30	23	15
Malzeme miktarı(kg)	300	190	-	585	550	430	280

Çizelge 4.10. Niğbaş A.Ş.' de üretilen 1 m³ BS225 betonunun karışım oranları

Beton Sınıfı		BS 225					
Malzeme	Çimento	Su	Hava	Agrega Çapları (mm)			
Cinsi	TÇ 32.5	Şehirsuyu	-	0-3	3-7	7-15	15-25
Yoğunluk (gr/cm ³)	3.15	1.0	-	2.59	2.6	2.65	2.64
Hacim (dm ³)	111.1	190	10	220.5	192.9	172.25	103.35
Karışım oranı (%)	-	-	-	32	28	25	15
Malzeme miktarı(kg)	350	190	-	575	505	460	275

Çizelge 4.11. Niğbaş A.Ş.' de üretilen 1 m³ BS300 betonunun karışım oranları

Beton Sınıfı		BS 300					
Malzeme	Çimento	Su	Hava	Agrega Çapları (mm)			
Cinsi	TÇ 32.5	Şehirsuyu	-	0-3	3-7	7-15	15-25
Yoğunluk (gr/cm ³)	3.15	1.0	-	2.59	2.6	2.65	2.64
Hacim (dm ³)	120.6	200	10	217.3	190.1	169.75	101.85
Karışım oranı (%)	-	-	-	32	28	25	15
Malzeme miktarı(kg)	380	200	-	550	480	440	265

4.6.Niğde Bölgesi Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler ile Üretilen Betonların Özellikleri

Bölüm 4.3.' de belirtilen malzemeler ile TS 802' deki beton karışım hesapları gözönüne alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda aşağıda Çizelge 4.12.' de belirtilen malzeme miktarları bulunmuştur. Bu malzemeler ile hazırlanan betonların mekanik özellikleri Çizelge 6.2.' de ayrı ayrı belirtilmiştir.

Çizelge 4.12. Niğde bölgesi normal beton üretiminde kullanılmayan malzemelerin karışım oranları

Deney No	Malzemenin Geldiği Yer	Malzeme Miktarları (kg)					
		TÇ 32.5	Su	Agrega			
				0-3	3-7	7-15	15-25
1	Çamardı- Dokuzgöz	3.6	2.3	7.0	6.6	5.2	3.4
2	Çamardı- Dokuzgöz	4.2	2.3	6.9	6.1	5.5	3.3
3	Çamardı- Yalakçay	3.0	2.0	5.9	5.6	4.3	2.8
4	Çamardı- Yalakçay	3.9	2.1	6.3	5.6	5.1	3.0
5	Çamardı- Yalakçay	4.2	2.2	6.1	5.3	4.8	3.0
6	Horozderesi	3.0	3.0	5.9	5.6	4.3	2.8
7	Altunhisar İlçesi	3.3	3.4	6.7	5.7	3.8	2.8
8	Kırkgeçit Mevkii	3.6	2.3	7.0	5.4	5.2	3.4

BÖLÜM 5

NORMAL BETON VE HAFİF BETON KARIŞIM HESAPLARININ ARAŞTIRILMASI

5.1. Normal Beton Karışım Hesapları

Beton üretiminde amaç, belirli miktar çimento kullanarak yerine dökülen betonun mukavemetinin maksimum olmasını sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için elimizde bulunan önemli vasıtalarından biri betonun bileşimini, başka bir deyişle 1 m³ betonu oluşturan malzeme miktarını (çimento, kum, agrega ve su miktarını) doğru bir şekilde saptamaktır. Beton bileşiminin saptanmasında mukavemetin düşmesine neden olacak bir hata yapılırsa bundan sonraki işlemlere ne kadar dikkat edilirse edilsin bu hatanın etkilerini ortadan kaldırmak mümkün olmayacaktır. Beton bileşiminde göz önünde tutulması gerekli ilke, betonun işlenebilme özelliğinin yerine gelmesi koşulu ile D' ye mümkün olduğu kadar en büyük değeri vererek iri agregayı fazla ve ince agregayı az miktarda kullanarak betonu üretmektir. Bu ilkeyi uygulayabilmek için bazı ön bilgilere sahip olmak gerekir. Bunlar;

- a- D'nin belirlenmesi
- b- Üretilecek betondaki boşluk miktarının yaklaşık olarak belirlenmesi
- c- Agrega granülometri bileşiminin saptanması
- d- Karma suyu miktarının bulunması veya belirlenmesi dir[9,20].

5.1.2. Agrega tanelerinin en büyük boyutu D' nin belirlenmesi

Beton bileşiminde saptanacak metod ne olursa olsun ilk yapılacak işlem betonun döküleceği kalıbın ve donatının durumunu göz önünde tutarak D' ye mümkün olan en büyük değerin verilmesidir. TS 500' deki esaslara göre D' nin en büyük boyutu seçilmelidir[21]. Burada şunu da belirtelim ki, D için bulunan değer elek sistemindeki

duruma göre değiştirilerek uygulanır. Örneğin D için bir yapıda 25 mm gibi bir değer bulunuyor ise, elek göz açıklıkları 8, 16 ve 32 mm olarak tesbit edilmiş olduğundan D için 16 mm değeri alınarak beton üretilir. Muhtelif yapı türlerinde D' nin alabileceği en uygun değerler çizege 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Muhtelif yapı türlerinde D değerleri[20]

Yapının Cinsi	D max. mm
Betonarme	16-32
Yol ve hava meydanları inşaatı	63-90
Barajlar	90-250
Not:D örgü elekleri ile saptanmaktadır.	

5.1.3. Hava miktarının seçilmesi

Hava miktarı, Çizelge 5.2' de verilenlere uygun olarak seçilmelidir.

5.1.4. Agrega karışımının granülometri bileşimi

Betonu oluşturacak agreganın tane dağılımı, en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak TS 706' da belirtildiği gibi şeki 1-2-3-4' de gösterilen 3 ve 4 numaralı bölgelerde bulunacak şekilde seçilmelidir. 3 numaralı bölgeye düşecek tane dağılımları, uygun bölge olduğu için tercih edilmelidir. Bunun mümkün olmaması halinde 4 numaralı kullanılabilir bölgeye düşen tane dağılımları kullanılmalıdır. Zorunlu durumlarda 2 numaralı bölgeye düşen kesikli tane dağılımlarında kullanılabilir[21].

5.1.5. Karma suyu miktarının bulunması

Betona konulan suyun şu üç fonksiyonu görmesi istenir. Bunlardan birincisi, çimentonun hidratasyonunu sağlamak, ikincisi agregatanelerinin yüzeylerini ıslatmak, üçüncüsü ve sonuncusu betonun işlenebilme özelliğini istenilen düzeye yükseltmek. Diğer taraftan su miktarının gerekenden fazla olmasında betonun mukavemetini büyük ölçüde azalttığı

bilinmektedir. Bu itibarla yukarıda ifade edilen üç fonksiyon kabil olduğu kadar az miktarda su kullanılarak gerçekleştirilmelidir. İşte bu bakımdan betonlar için gerekli karma suyu miktarının bulunması ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konu uzun süreden beri ele alınmışsa da su miktarını etkileyen ve belirtilmesi güç faktörlerin bulunmasından dolayı, çok olumlu sonuçlar elde edilememiştir. Su miktarının bulunması üzerinde yapılan çalışmalar sonunda birbirinden farklı 40 civarında değişik formülün veya metodun ileri sürülmüş olması bu alanda bir görüş birliğine varılmadığını ortaya koymaktadır. Çizelge 5.2' de yerleştirilmiş 1 m³ hava katkısız betonun karışım hesabında kullanılabilecek yaklaşık değerler verilmiştir. Hava katkılı betonun hesabında kullanılacak karışım suyu miktarları için TS 802' ye bakılmalıdır[20].

Çizelge 5.2. Yerleştirilmiş 1 m³ betonda kullanılacak karışım suyu miktarları

Çökme Değerleri (cm)	BELİRTİLEN TANE DAĞILIMLARI İÇİN KARIŞIM SUYU MİKTARLARI (L)											
	HAVA KATKISIZ BETON											
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	8	8	8	16	16	16	32	32	32	63	63	63
2	158	177	196	138	158	182	132	151	172	122	139	182
4	160	180	200	140	160	185	135	155	175	125	140	165
6	168	188	207	147	166	190	138	159	178	127	146	170
7	158	190	208	147	167	191	138	160	179	128	147	171
10	175	195	216	155	175	200	145	165	190	135	155	175
12	188	207	231	166	188	213	155	177	202	145	165	198
13	190	210	233	168	190	215	157	181	205	147	168	193
15	195	215	240	175	195	220	165	185	215	150	176	200
17	202	224	248	179	203	229	169	194	221	157	180	209
Hava %	3			2			1			0.5		

5.1.6. Su- Çimento oranının (W/C) seçilmesi

Su/ çimento oranı, betonun sınıfı ve karşı karşıya kalacağı dış etkilerin şiddeti ile ilişkilidir. 28 günlük beton basınç dayanımlarına göre su/çimento oranlarında aşağıdaki çizelgeye göre belirlenebilir[20].

Çizelge 5.3. 28 günlük beton basınç dayanımlarına göre Su/ Çimento oranları

28 günlük beton basınç dayanımları		Su - Çimento Oranı (ağırlık esasına göre) W/C	
kgf/cm ²	N/ mm ²	Hava katkısız beton	Hava katkılı beton
450	45	0.38	-
400	40	0.43	-
350	35	0.48	0.40
300	30	0.55	0.46
250	25	0.62	0.53
200	20	0.70	0.61
150	15	0.80	0.71

Çizelgede verilen basınç dayanımları 28 günlük basınç dayanımı 325 kgf/cm² olan çimento kullanılarak hazırlanmış, en büyük tane büyüklüğü 32 mm, tane dağılımları uygun betonların 150 mm x 300 mm silindir dayanımlarıdır. Küp dayanımları bu değerden yaklaşık %20 kadar daha büyük olarak kabul edilebilir.

Aynı su- çimento oranı için elde edilecek basınç dayanımları 325 kgf/cm² den büyük çimento kullanıldığında çizelgede verilen değerlerden fazla, en büyük tane büyüklüğü büyüdükçe çizelgede verilen değerlerden az olacaktır[20].

5.1.7. Kıvam seçilmesi

Beton kıvamı, randımanlı döküm ve homejen bir kütle oluşmasını sağlayacak en düşük değerde olmalıdır. Çeşitli yapı elemanları için uygun çökme değerleri Çizelge 5.4' de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Çeşitli yapı elemanları için uygun çökme değerleri[20]

Yapı Elemanları	Çökme Değerleri (cm.)	
	Maksimum	Minimum
Betonarme Temeller	8	3
Donatısız beton temeller, ve alt yapı duvarları, kanal betonları	7	2
Döşeme, kiriş, kolon, perde, kemer betonları	10	5
Yol kaplama betonları, köprü ayakları	5	3
Tünel taban kaplama betonları	5	2

5.1.8. Karışım hesabının yapılması

1 m³ sıkıştırılmış betonda bulunacak karışım malzemelerinin miktarı aşağıdaki bağıntı ile bulunur;

$$C/\gamma_c + W + W_a/\gamma_a + A = 1000 \quad (\text{dm}^3) \quad (5.1)$$

Burada;

C= Karışıma girecek çimentonun kütlesi (kg)

γ_c = Çimentonun yoğunluğu (kg/dm³)

W= Karışıma girecek suyun hacmi (dm³)

W_a= Karışıma girecek agreganın kütlesi (kg)

γ_a = Agreganın yoğunluğu (kg/dm³)

A = Betondaki toplam hava miktarı (dm³)

Su-çimento oranı Çizelge 5.2 ve su miktarı Çizelge 5.3' e uygun olarak bulunduktan sonra karışıma girecek çimento miktarı olan C aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$C = W / (W/C) \quad (5.2)$$

C = Karışıma girecek çimentonun kütlesi (kg)

W = Karışıma girecek su kütlesi (kg)

W/C = Su-çimento oranı

Karışımında çimento, su ve havadan arta kalan hacim agregası tarafından doldurulacaktır.

Denklem 5.1' de bulunan değerler yerine konulduğu takdirde W_a / γ_a değeri (agreganın hacmi) hesapla bulunur. Agreganın kütlece hesaplanabilmesi için γ_a ' nın belirlenmiş olması gereklidir. γ_a ' nın karışım hazırlanırken agreganın ayrılacağı her tane sınıfı için ayrı ayrı belirlenmiş olması gerekir. Ancak agregası tane sınıflarına ayrıldığında yoğunlukları arasında hesapta etkili olacak düzeyde farklılık tesbit edilemiyorsa aynı alınabilir. Bu nedenle meydana gelecek hata önemsizdir. Doydun kuru yüzey halde bulunan bazı agregası cinsleri için hesapta aşağıdaki yoğunluklar kullanılabilir.

Çizelge 5.5. Agregası cinslerine göre yoğunluk değerleri[9]

	Cinsi	Yoğunluk- γ_a - (kg/ dm ³)
İnce Agregası (0/4)	Kuvars Kumu	2.64
	Yoğun Kalker Kumu	2.70
Kalın Agregası (> 4)	Granit	2.62
	Gnays	2.67
	Kalker	2.70
	Porfir, Diabaz	2.85
	Diorit	2.90

Karışım hesaplarına esas olarak alınan ve beton özelliklerini çok etkileyen tane dağılımı, su/çimento oranı ve su miktarı için yukarıda verilen sınır değerler çok sayıdaki deney sonuçlarından elde edilmiş değerler olup kesin değerler değildir. Bu nedenle karışım hesabı sonucu elde edilen agrega, su, çimento, hava ve katkı maddesi miktarları kullanılarak hazırlanacak beton numuneleri deneylere tabi tutularak, hesaba esas teşkil eden özelliklere sahip olup olmadığı tespit edilmelidir. Öngörülen özellikler ile deneyde bulunacak özellikler arasında fark çıktığı takdirde, karışım hesabı girdileri uygun şekilde değiştirilerek tekrarlanmalıdır[20].

5.2. Hafif Beton Karışım Hesapları

Beton karışım hesabı, istenen işlenebilme özelliğinde, yeterli dayanım ve dayanıklılıkta ekonomik betonun malzeme oranlarının tespitidir.

5.2.1. Malzeme karışım oranlarının seçimi

Çoğunlukla, hafif agregalı betonların net su/çimento oranı, karışım hesabına esas olabilecek yeterli doğrulukta hesaplanmadığından hafif agregalı beton karışımları şart koşulan kıvamda, çimento dozu esasına göre bir seri deney karışımı yaparak hesaplanmalıdır. Beton karışım hesabı yapılırken betonun kullanılacağı yapı elemanının boyutları, istenilen dayanım, karşılaşılabilecek etkiler gözönünde bulundurulmalıdır[22].

5.2.2. Kıvam seçimi

Beton, randımanlı bir tarzda dökülebilecek, homejen bir kütle teşkilini ve işlenebilirliği sağlayacak en düşük kıvamda olmalıdır. Özellikle hafif agregalı betonların ayrışmayı önlemek için çökme değeri 10 cm.'yi geçmemelidir. Hafif agregalı betonun aynı işlenebilirlikteki normal betona göre daha düşük çökme değeri vereceği gözönünde bulundurulmalıdır.

5.2.3. Agregas

Taşıyıcı hafif beton agregası TS 1114' e uygun olmalıdır. Hafif agreganın özgül ağırlığı tane büyüklüğüne bağlı olarak değişebileceğinden TS 1114 Çizelge-2'deki granülometri limitleri hacim esasına göre uygulanmalıdır. Genellikle 1 m³ beton imali için 1.1- 1.2 m³ arasında kuru gevşek hafif agregas gereklidir[23]. Maksimum birim ağırlık yöntemi uygulanarak, ince ve iri agreganın oranları için iyi bir seçim yapılmalı ve miktarlar agregas karışımında maksimum birim ağırlık sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu durumda genellikle, en büyük tane boyutu 16 mm olan agregas için kum yüzdesi, kuru gevşek hacim esasına göre %40- %60 arasında olmalıdır. Agreganın en büyük boyutu azaldıkça ince agregas oranı artar. Hava katkısı kullanılıyorsa veya çimento dozu yüksekse normal olarak daha düşük bir ince agregas yüzdesi kullanılmalıdır. %40- %60 limitleri arasında boşluk yüzdesinde pek az değişme görülür. İnce agregas iyi bir işlenebilirlik sağlamak şartıyla minimum miktarda kullanılmalıdır. İnce agreganın tamamının doğal malzeme olması halinde işlenebilirlik artacağından, ince agregas hacmi toplam agregas hacmine göre %10 azaltılabilir.

5.2.4. Çimento

Çeşitli hafif agregaların özellikleri arasında büyük değişiklikler görüldüğünden, belirli bir dayanım elde edilebilmesi için gereken çimento miktarı da geniş sınırlar arasında değişir. Çizelge 5.6, ön karışımlar hazırlanırken çimento miktarının ilk tahmini için kullanılabilir.

Çizelge 5.6. Hafif agregas ile üretilen betonlar için öngörülen çimento miktarları

Beton Sınıfı	Çimento Miktarı, kg/m ³
B 160	300- 450
B 225	325- 500
B 300	350- 500

Rötre yönünden sakıncalı olabileceğinden çimento dozu mümkün mertebe 450 kg/m³' ün üzerine çıkmamalıdır.

5.2.5. Gerekli suyun saptanması

İstenen kıvamı sağlayacak net su miktarı yeterli deneyi ile saptanmalıdır. Çeşitli agregalarla yaklaşık 5 cm çökme değeri verecek kıvamda 1 m³ beton için gerekli net su miktarı 180 kg ile 270 kg arasında değişir. İnce agregalar hafif agregalar yerine normal kum kullanıldığında su ihtiyacı %10-%15 kadar azalır. Hava katkısı kullanılıyorsa katılan havanın her % 1' i için su ihtiyacında genellikle %2- %3 azalma görülür.

5.2.6. Hava katkısı

Hava katkısı işlenebilirliği, hava koşullarına dayanıklılığı artırması, kasma ve bozuk gradasyondan gelebilecek eksiklikleri azaltması bakımından genellikle arzu edilir bir uygulamadır. Dış etkilere dayanıklılık gerektiğinde hafif agregalı betonlarda en büyük tane boyutu 16 mm ise en az %6 ± % 1.5, en büyük tane boyutu 8 mm ise en az % 7.5± % 1.5, hava katılması tavsiye edilir. Sadece işlenebilirlik için optimum hava miktarı % 4- %8 arasında değişir.

5.2.7. Deney karışımları

Agreganın özgül ağırlık ve su emme değerlerini yeterli bir şekilde belirlemedeki zorluklardan dolayı bu değerleri içermeyen bir yöntem kullanmak gerekir. Agregaların özgül ağırlıkları yerine, değişik nem durumlarındaki özgül ağırlık faktörleri kullanılacaktır. TS 707' de verilen özgül ağırlık deney yöntemleri ile iri ve ince agreganın özgül ağırlıkları, etüvde kurumuş agreganın nem durumundan başlanarak beklenebilecek maksimum nem yüzdesine kadar değişen nemlilik dereceleri için bulunmalıdır. Özgül ağırlık faktörlerinin hesabında , TS 707' de iri ve ince agreganın doymuş kuru yüzey özgül ağırlığı için verilen denklemler kullanılmalıdır.

Karışım hesabında agregaların suda 10 dakika beklenerek bulunan özgül ağırlık faktörleri kullanılmalıdır. Uzun mesafeye taşınacak hazır beton uygulamalarında, agregalar daha uzun süre su emeceğinden çökme değerinde beklenen düşmeyi karşılamak için bir miktar suya

daha gerek duyulacaktır. Bu betonların karışım hesabı da 10 dakikalık özgül ağırlık faktörleri kullanılarak yapılmalıdır. Ancak beklenen kaybı karşılamaya gerekli su miktarı hakkında bir fikir edinmek için karışım oranları, daha uzun bir süre su emdirmeye tekabül eden özgül ağırlık faktörleri ile ikinci bir defa daha hesaplanmalıdır.

Dayanım ile çimento dozu arasındaki bağıntıyı saptamak için deney karışımları kullanılmalıdır. En az üç değişik çimento dozu ile deney yapılmalıdır. Her deney karışımı birim ağırlığının tayini, en az 6 adet basınç dayanım numunesinin dökülmesi ve gerektiğinde hava miktarının belirlenmesine yetecek miktarda olmalıdır. Dayanım deneyleri yapıldıktan sonra, sonuçlardan dayanım ile çimento miktarı arasındaki bağıntıyı verecek bir grafik çizilmeli ve gerekli dayanımı sağlayacak çimento dozu saptanmalıdır. Deney karışımlarının karışım oranlarından faydalanarak seçilen çimento dozu için karışım oranları tam olarak bulunur. Deney karışımları şantiyede uygulandığında tekrar ayarlamalar yapmak gerekir. İnce agreganın bir kısmı veya tamamı normal ağırlıkta ise, karışım hesapları kumun doygun kuru yüzey özgül ağırlığı veya kullanıldığı nemlilikteki özgül ağırlığı esas alınarak yapılır[22,24,25].

Bazı durumlarda, ince agrega miktarı çökme değeri ve hava oranında ufak değişiklikler istenebileceğinden verimi ve diğer özellikleri sabit tutmak için karışım oranlarında bazı ayarlamalar yapılmalıdır. Bu ayarlamalar için aşağıdaki kurallar geçerlidir.

1 - İnce agreganın toplam agregaya oranında meydana gelen her %1' lik artış veya düşüş için 1 m³ deki su miktarı yaklaşık 1.5 kg. çimento dozu da %1 kadar artırılır veya eksiltir.

2 - Çökmedeki her 2.5 cm' lik artış veya düşüş için her m³' de su miktarı ortalama 6 kg ve çimento dozu da %3 artırılır veya eksiltir. İlk çökme değeri 7.5 cm' den küçük olması halinde bir miktar daha fazla su ve buna bağlı olarak bir miktar fazla çimentoya gerek duyulur.

3 - Hava miktarındaki her %1' lik artış veya düşüş için, 1 m³' deki su miktarı yaklaşık 3 kg azaltılır veya arttırılır ve 1 m³' deki çimento dozu %2 arttırılır veya eksiltilir. Zayıf karışımlarda çimento dozu için daha küçük bir ayarlama yapılabilir.

Ayarlamaların hesapları, kuru agregalara ait karışım miktarı üzerinde yapılmalıdır. İri agregayı sabit tutarak çimento, hava veya su yukarda verilen kurallardan yararlanarak çoğaltılır veya azaltılır. Bu ayarlamalar toplam hacimde bir artışa veya eksilmeye sebep olabilir. İlk hacmi sabit tutabilmek için, buna göre ince agregası oranı azaltılır veya çoğaltılır[22].

BÖLÜM 6

DENEY SONUÇLARININ SUNULMASI

Bu bölümde tez çalışmasının esasını teşkil eden deneysel çalışmaların sonuçları sunulmuştur.

6.1.Niğbaş ve Özçağlar A.Ş.' nin Ürettiği Betonların Mukavemetleri

Niğbaş ve Özçağlar A.Ş.' nin beton üretiminde kullandığı malzemeler ile üretilen betonların ortalama mukavemet değerleri Çizelge 6.1' de sunulmuştur.

Çizelge 6.1. Niğbaş ve Özçağlar A.Ş.' nin ürettiği betonların mukavemet değerleri

BETON SINIFI	NUMUNE YAŞI			
	7 GÜNLÜK		28 GÜNLÜK	
	Basınç Dayanımı (Kg/cm ²)	Kırılma Yüğü (Kg)	Basınç Dayanımı (Kg/cm ²)	Kırılma Yüğü (Kg)
BS 160	140	30297	210	45445
BS 225	175	37870	254	54966
BS 300	215	46526	325	70330

6.2.Normal Beton Üretiminde Kullanılmayan Malzemeler ile Üretilen Betonların Mukavemetleri

Çizelge 4.12' de sunulan malzemeler ile hazırlanan 15x15x15 cm³' lük beton numunelerin basınç dayanımları Çizelge 6.2.' de sunulmuştur.

Çizelge 6.2. Niğde bölgesi normal beton üretiminde kullanılmayan malzemeler ile üretilen betonların mukavemetleri

Deney No	Malzemenin Geldiği Yer	Beton Sınıfı	7 Günlük Dayanım		28 Günlük Dayanım	
			Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Kırılma Yüğü (kg)	Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Kırılma Yüğü (kg)
1	Çamardı-Dokuzgöz	BS 160	167.3	36140	-	-
2	Çamardı-Dokuzgöz	BS 225	160.6	37140	279.5	62910
3	Çamardı-Yalakçay	BS 160	168.6	29807	-	-
4	Çamardı-Yalakçay	BS 225	-	-	252.7	56877
5	Çamardı-Yalakçay	BS 300	275.0	48610	-	-
6	Horoz Deresi	BS 160	128.1	26607	-	-
7	Altunhisar İlçesi	BS 160	31.8	7150	-	-
8	Kırkgeçit Mevkii	BS 160	173.3	30606	-	-

6.3.Normal Beton Malzemeleri ve Hafif Beton Malzemeleri ile Üretilen Betonların Mukavemetleri

Şu ana kadar beton üretiminde kullanılan malzemeler, Niğde bölgesinde üretilen betonlar ve günümüzde kullanılmayan ocaklardan getirilen malzemeler ile hazırlanan betonların özellikleri detaylı olarak açıklandı. Ayrıca bölgede bulunan hafif beton malzemelerinin özellikleri üzerine detaylı bir çalışma yürütüldü. Bu çalışmaların doğrultusunda normal beton malzemeleri ve hafif beton malzemeleri ile birlikte beton karışımları yapıldı. Hazırlanan bu karışımlarda kullanılan malzeme miktarları Çizelge 6.3' de sunulmuştur.

Çizelge 6.3. Normal ve hafif beton malzemeleri ile üretilen betonların karışım oranları

Deney No	MALZEME MİKTARLARI (gr)											
	Çimento TC 32.5	Su	AGREGALAR				PERLİT		POMZA			
			0-3	3-7	7-15	15-25	Genleştirilmiş Perlit	Öğrütülmüş Perlit	Doğal Pomza	Öğrütülmüş Pomza		
K1	4100	2600	7900	7400	5800	3800						
K2	4100	3000	7900	7400						2798		
K3	4100	3300		7400	5800	3800	505					
K4	4100	3500		7400			505			2752		
K5	2050	2600	7900	7400	5800	3800						2050
K6	2050	3100	7900	7400	5800	3800	225					
K7	2733	2600	7900	7400	5800	3800						1367
K8	2733	3000	7900	7400	5800	3800	160					
K9	4100	3500	7900	7400						2800		
K10	4500	3500	7900	7400						2800		
K11	4100	3000		7400						7400		
K12	4500	3500		7400						7400		

Her deney serisinin 7 günlük ve 28 günlük basınç mukavemet değerleri ve birim hacim ağırlıkları Çizelge 6.4' de sunulmuştur.

Çizelge 6.4. Normal ve hafif beton malzemeleri ile üretilen betonların basınç mukavemetleri ve birim hacim ağırlıkları

DENEY NO	NUMUNE YAŞI				BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (gr/cm ³)
	7 GÜNLÜK		28 GÜNLÜK		
	BASINÇ DAYANIMI (kgf/cm ²)	KIRILMA YÜKÜ (kg)	BASINÇ DAYANIMI (kgf/cm ²)	KIRILMA YÜKÜ (kg)	
K1	124.6	28002	193.8	43600	2.3
K2	132.8	29890	138.4	31145	1.85
K3	61.4	13820	84.3	18971	2.04
K4	54.53	12270	80.6	18135	1.49
K5	41.4	9320	46.9	10550	2.3
K6	18.4	4130	34.6	7230	2.15
K7	57.9	13040	81.7	18400	2.3
K8	34.8	7830	52.3	11775	2.2
K9	76.6	17230	101.8	22895	1.82
K10	88.5	19915	117.2	26360	1.85
K11	71	15928	101	22698	1.94
K12	66.6	14956	106	23844	2.01

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

1. Çamardı - Dokuzgöz, Çamardı - Yalakçay ve Kırkgeçit mevkiinden getirilen malzemeler ile üretilen betonların basınç mukavemetleri öngörülen 160 kgf/cm^2 hesap dayanımının üzerinde çıkmıştır.
2. Horoz deresinden getirilen malzemenin elek analizi kullanılabilir bölgede çıkarak BS 160 betonunda kullanılabilir niteliktedir.
3. Altunhisar İlçesinden getirilen malzemenin elek analizi kullanılabilir bölgenin üzerinde çıkmasından dolayı beton üretiminde kullanılamaz niteliktedir.
4. Labaratuarda hazırlanan numuneler içersinde BS 160' a en yakın mukavemet değerine iri agregası pomza olan K 2 karışımı yaklaşmıştır. Birim hacim ağırlığı 1.85 gr/cm^3 olan bu karışımı birim hacim ağırlığı yönünden hafif beton sınıfına dahil etmek mümkün olsa da, TS 2511'e göre (en az 160 kgf/cm^2 olmalıdır) mukavemet değeri bakımından yetersiz kalmaktadır. K 2 karışımı bu haliyle yığma yapılarda, dış duvar panolarında ve zeminlerde kullanılabilir.
5. En düşük birim hacim ağırlığına ince agregaya yerine genleştirilmiş perlit ve kum, iri agregaya yerine pomza kullanılan K 4 karışımı ulaşmıştır. Birim hacim ağırlığı 1.49 gr/cm^3 olan K 4 karışımı 2 katlıya kadar olan yığma yapılarda ve ara duvar bölmelerinde kullanılabilir.
6. Hazırlanan karışımlar içersinde en sünek kırılmaya basınç mukavemetleri düşük olan K 3 ve K 6 karışımlarının sahip olduğu gözlenmiştir. Oldukça sünek ve hafif olan bu betonlar temel altı kaplama betonu olarak kullanılabilir.
7. Hazırlanan karışımlar içersinden K 2 ve K 9 karışımları incelendiğinde su/çimento oranı azaldıkça basınç dayanımının arttığı gözlenmiştir.

8. Alınan numuneler üzerinde yapılan genişleme deneylerinde bölgede yer alan perlitlerin genel olarak, düşük bir genişleme oranına sahip oldukları ve 'pasif perlit' niteliği taşıdıkları anlaşılmıştır. Pasif perlitler sıva agregası, çatı yalıtım levhalarında ve filtre yardımcı maddesi olarak kullanılabilir.
9. Çamardı -Dokuzgöz ve Yalakçay Mevkiindeki malzemelerin beton üretiminde kullanılabilir nitelikte olmasından dolayı, bölgeye hizmet verecek, azami kapasitesi 100 m³/gün olan bir beton santrali kurulabilir.
10. Sıva kumu olarak, günlük kapasitesi 200 m³/gün olan Altunhisar ilçesindeki kum ocağı kullanılabilir.
11. İri ve ince agreganın Niğde- Merkez'e mesafesi 110 km olan Nevşehir - Kızılırmak yerine 69 km' lik mesafede bulunan Çamardı - Dokuzgöz ve Yalakçay mevkiinden getirilmesi Niğde ve bölge ekonomisine katkıda bulunacaktır.
12. Niğde bölgesindeki perlit yataklarının herbirinden, Kayseri' de bulunan perlit geliştirme tesislerinde değişik dane çaplarında numuneler geliştirilerek, yatakların kullanıma açılıp açılmayacağına karar verilmelidir.

KAYNAKLAR

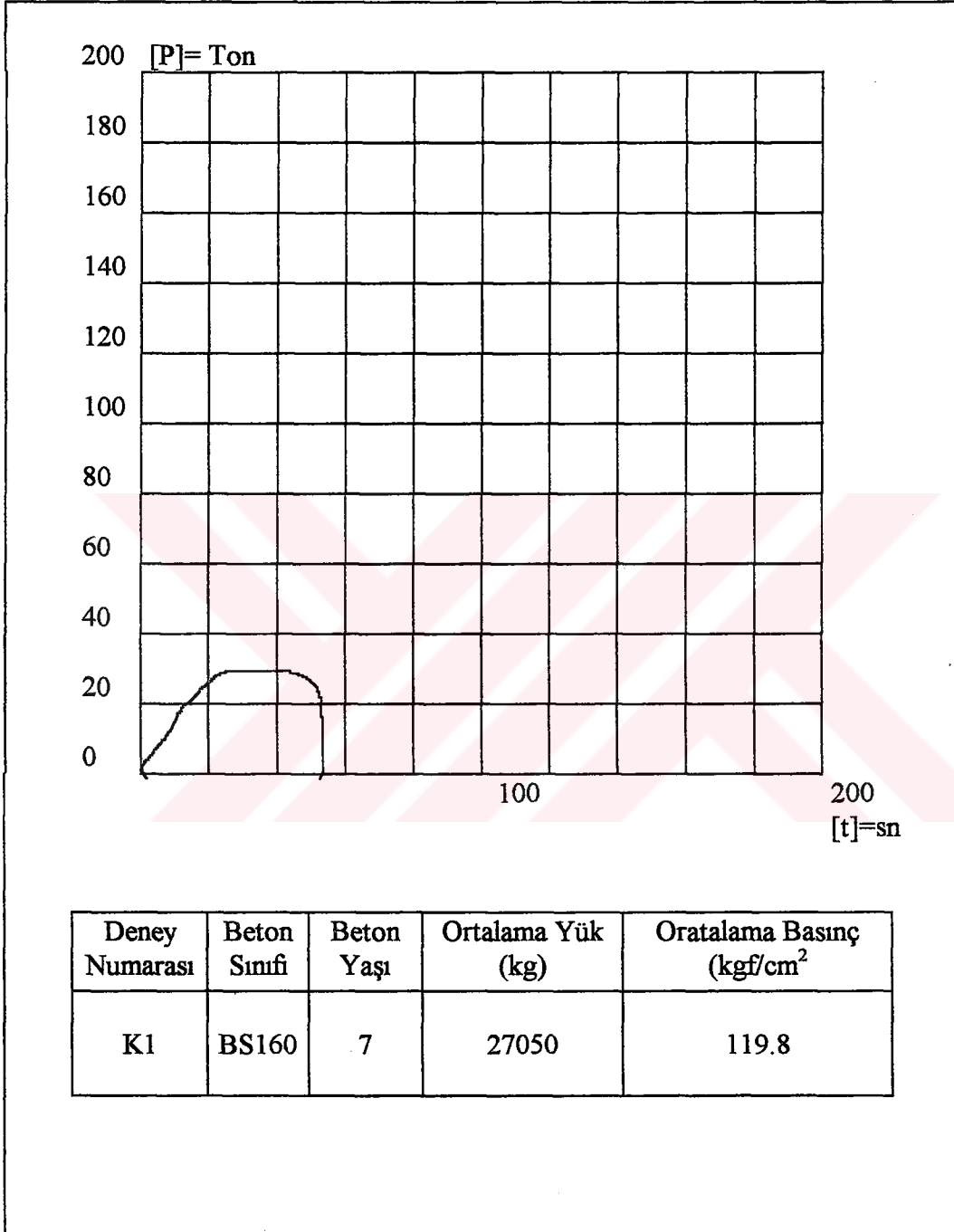
- [1]. Hanmehmetova, Zarifa., Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Esasları, Teknik Yayınevi, Ankara, (1999).
- [2]. Ersoy, U., Reinforced Concrete, M.E.T.U. Yayını, Ankara P 2-10. (1988).
- [3]. Neville, A.M., Properties of Concrete 3rd Edition, Longman Scientific & Tecncial Publish, Newyork, P 77-81, 207-216, 270-350, (1986).
- [4]. Gambhir, M.L., Concrete Technology, Tata McGraw- Hill Publishing Company Limited, New Delhi, P 3-27,(1986).
- [5]. Neville, A.M., Properties of Concrete, 4 th Edition John Wiley& Sons. Newyork P 688-710,(1996).
- [6]. Erdoğan, T.Y., Agregalar, Birsen Yayınevi, İstanbul, S 5, 10, 30.
- [7]. Erdoğan, T.Y., Çimentolar, Birsen Yayınevi, İstanbul S 65, 70.
- [8]. Postacıoğlu, B., Beton, Cilt I Bağlayıcı Maddeler, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, (1987).
- [9]. Postacıoğlu, B., Beton, Cilt II Agregalar- Beton, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul S 192, (1987).
- [10]. Erdoğan, T.Y., Beton Karışım ve Bakım Suları, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul. S 1,3,9,12, (1995).
- [11]. Öz, U., , Türkiye' de Üretilen Çimentolar, Standartları ve Kullanımı, Beton-Çimento ve Boya Semineri, DSİ-TAKK, Ankara S 205-216, (1998).
- [12]. Gündüz, L., Pomza Teknolojisi Cilt II, Isparta S 82, (1998).
- [13]. Etiper- Perlit Ürünleri ile Yalıtım, Etibank, Ankara, (1984).
- [14]. Klinefelter, T.D., Perlit Hakkında Bazı Teknik Bilgiler, M.T.A., Rap.No: 687, Ankara.
- [15]. Taşkın, C., Türkiye- İtalyan İşbirliği Perlit Projesi, M.T.A. Rap.No: 480 Ankara.

- [16]. Ujhelyi, J., İnşaat Sanayiinde Perlit, M.T.A. Rap.No: 1227 Ankara.
- [17]. Günalay, M.E., Niğde Merkez - Kömürcü Bölgesi Perlit Yatakları İşletme Projesi, M.T.A. Rap.No:4764 Ankara, (1975).
- [18]. Gündüz, L., Pomza Teknolojisi Cilt I. Isparta s 8,9,10. (1998).
- [19]. Çopuroğlu, İ., Söylemezoğlu, S., Niğde Yöresi Pomza Yatakları. I.Isparta Pomza Sempozyumu, Isparta S 173-178, (1997).
- [20]. TS 802. Beton Karışım Hesap Esasları Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1985).
- [21]. TS 706. Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1980).
- [22]. TS 2511. Taşıyıcı Hafif Betonların Karışım Hesap Esasları Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1977).
- [23]. TS 1114. Hafif Agregalar- Beton İçin Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1987).
- [24]. TS 3526 Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1980).
- [25]. TS 3529 Beton Agregalarında Birim Ağırlıklarının Tayini Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1980).

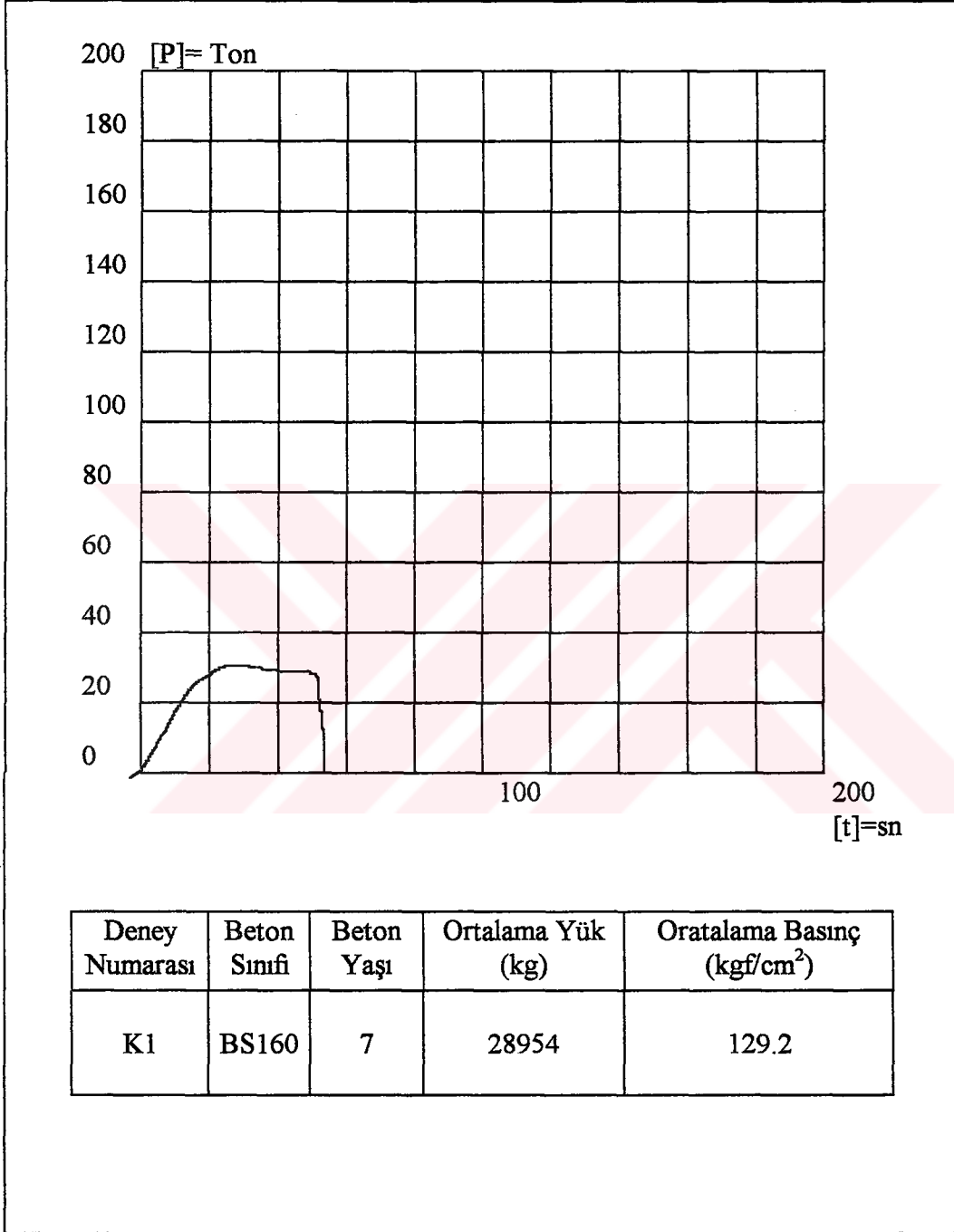
EKA

Laboratuvarda hazırlanan karışımların basınç kuvveti - zaman grafikleri.

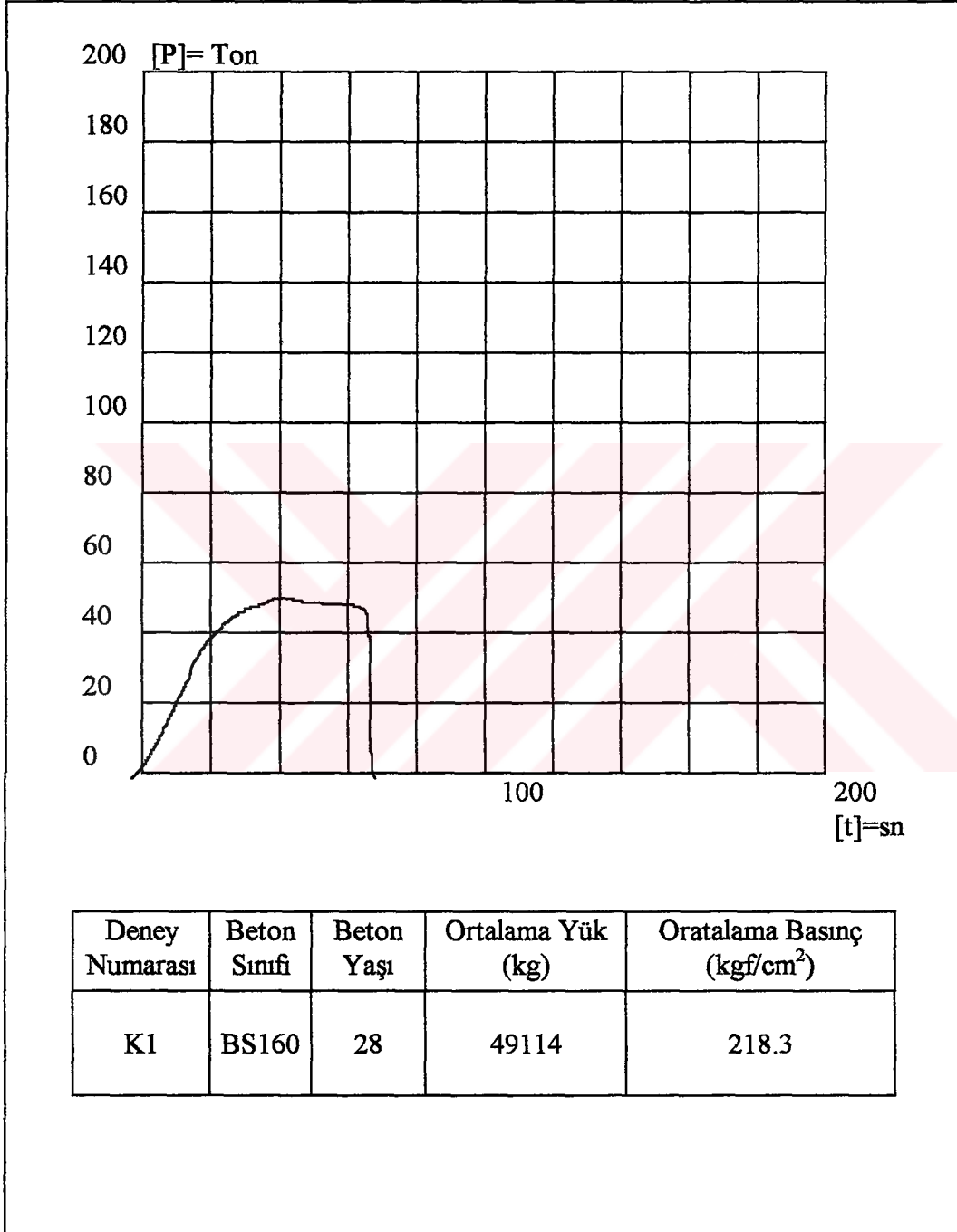




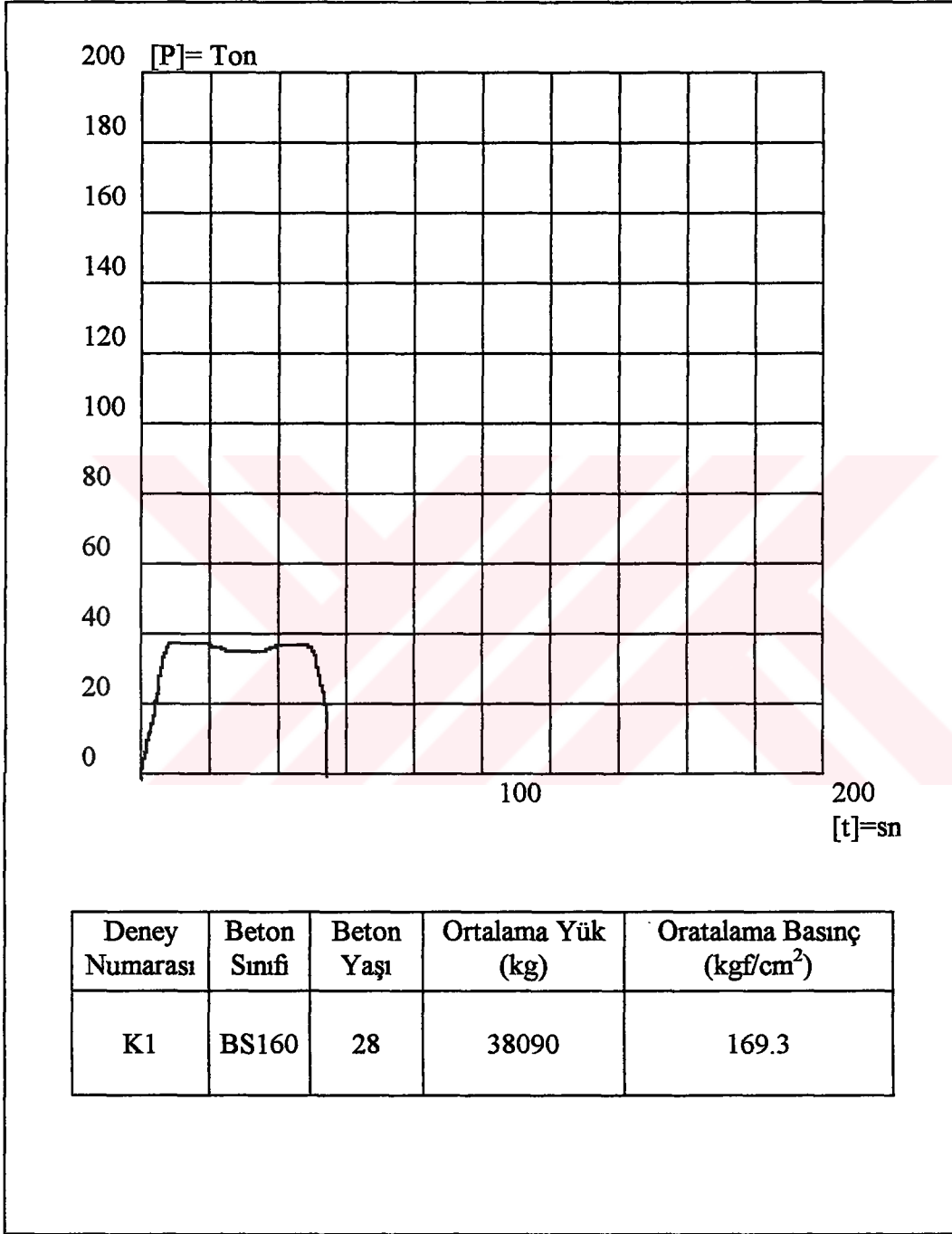
Şekil A.1. K 1 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



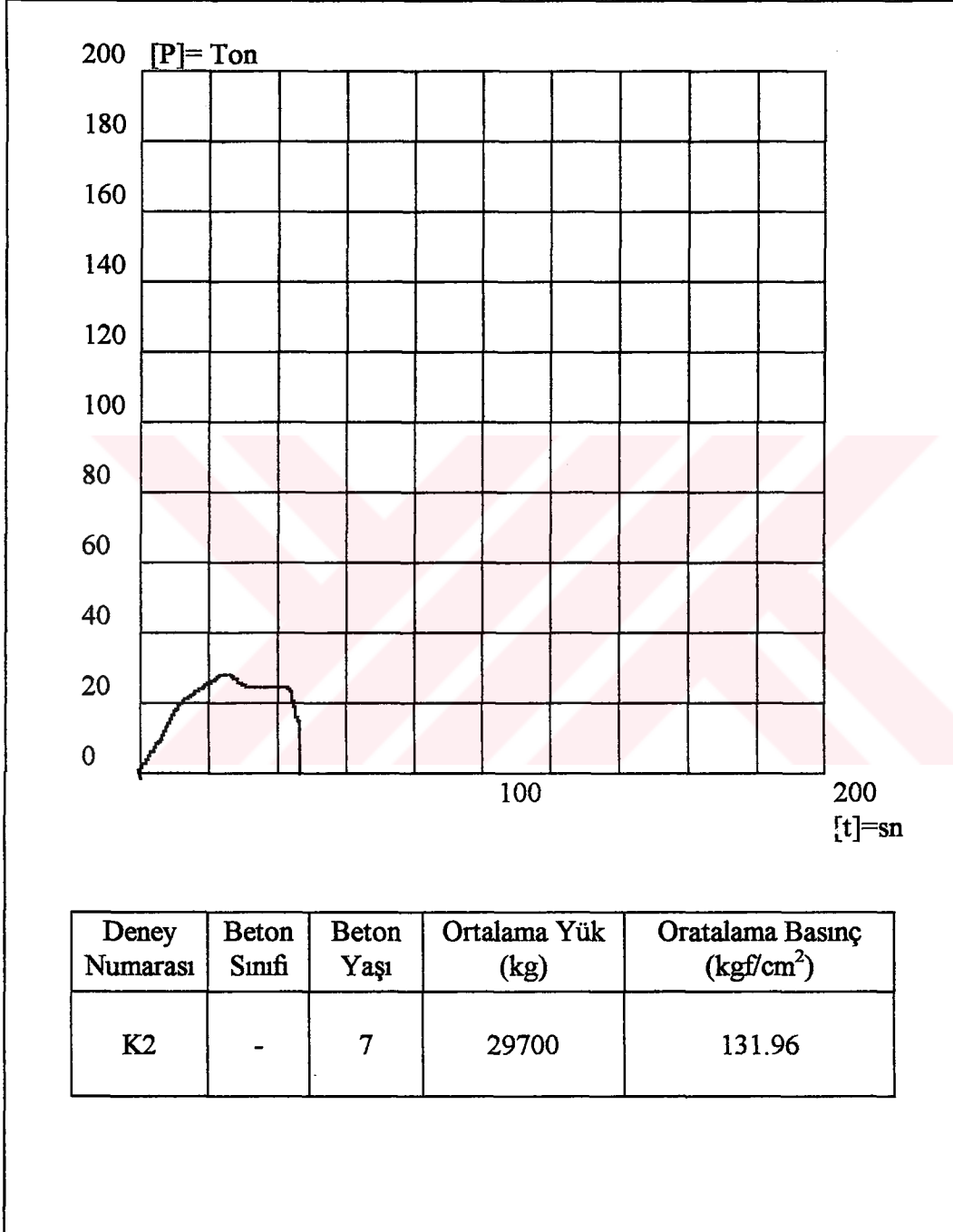
Şekil A.2. K 1 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



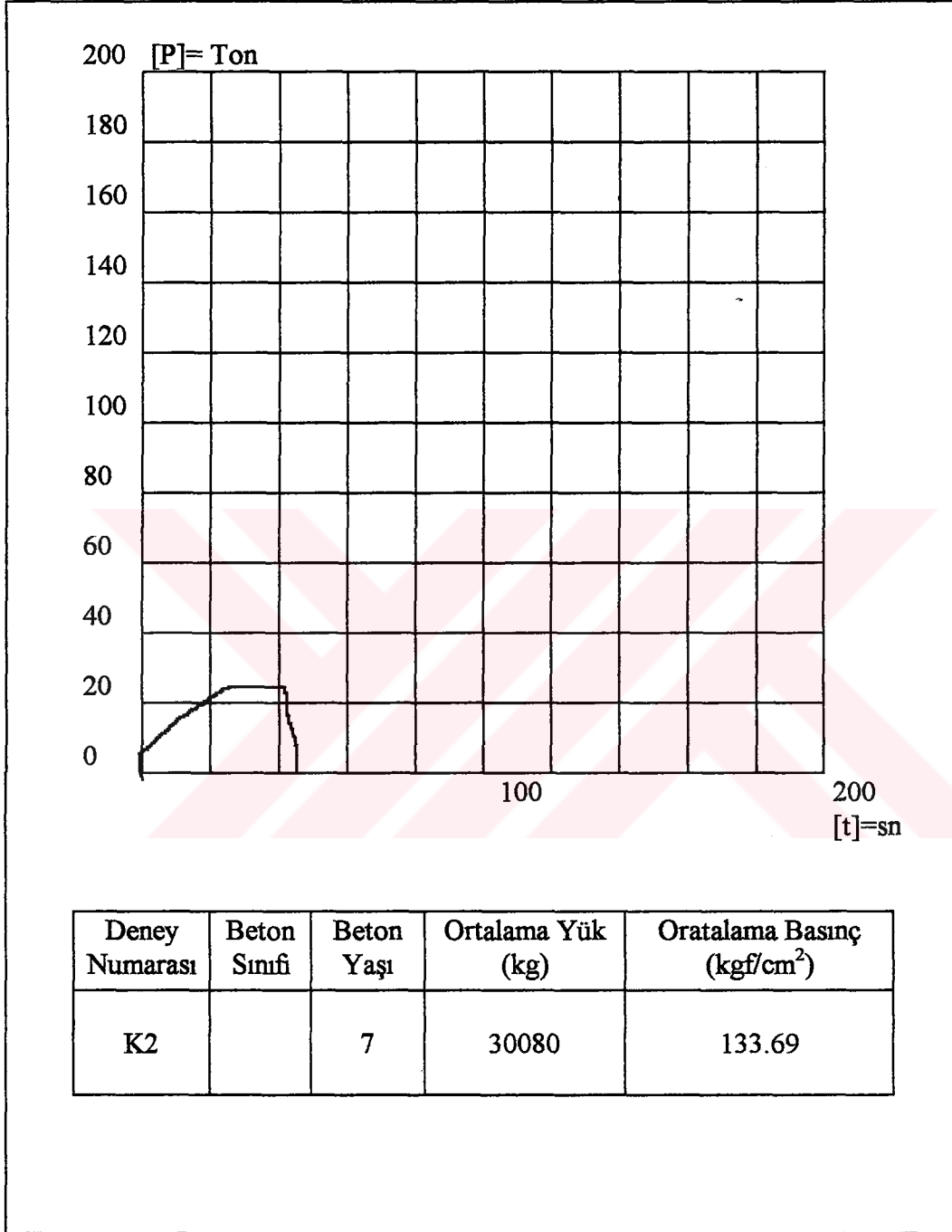
Şekil A.3. K 1 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



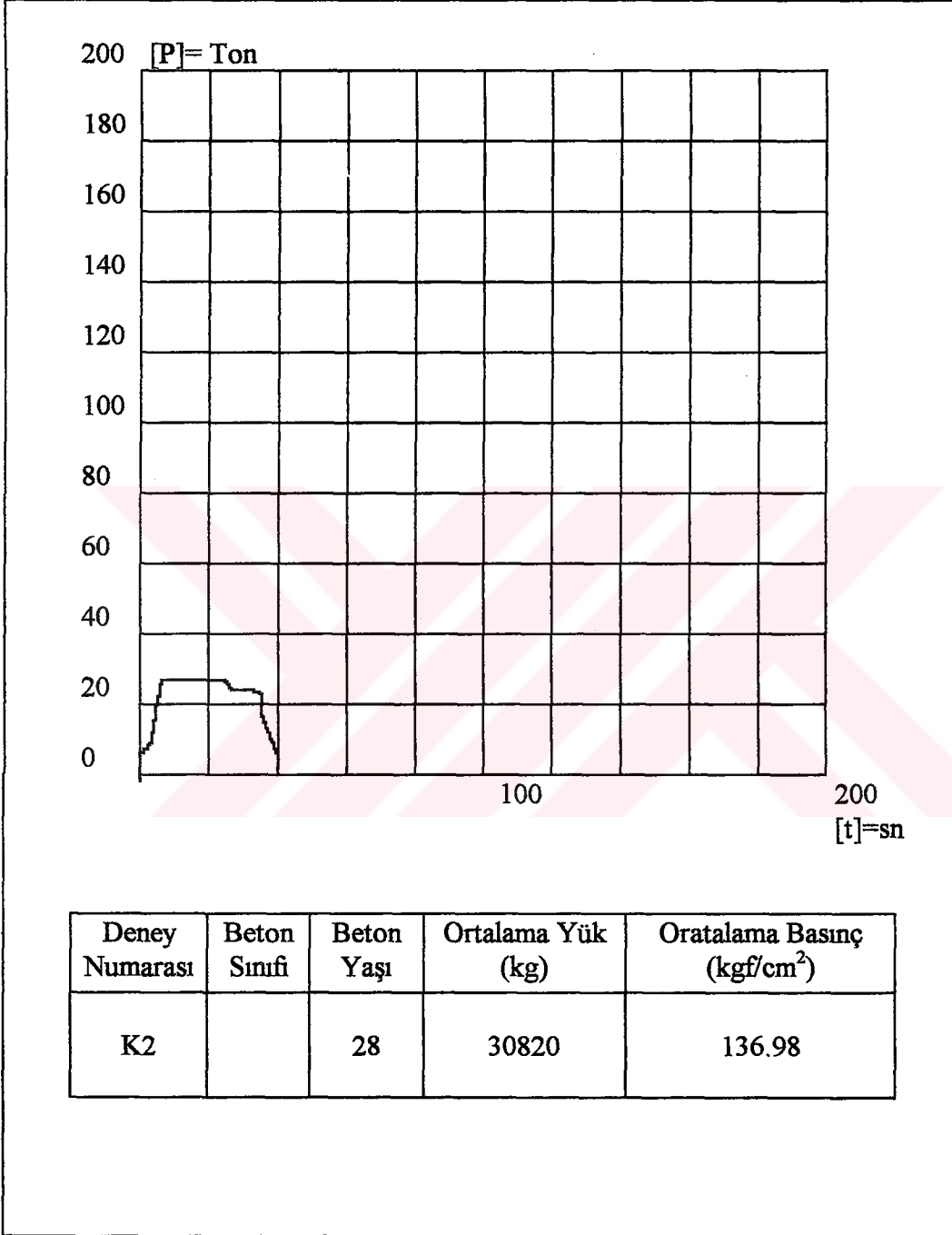
Şekil A.4. K 1 numunesi 28 günlük basınç mukavemeti- zaman ilişkisi



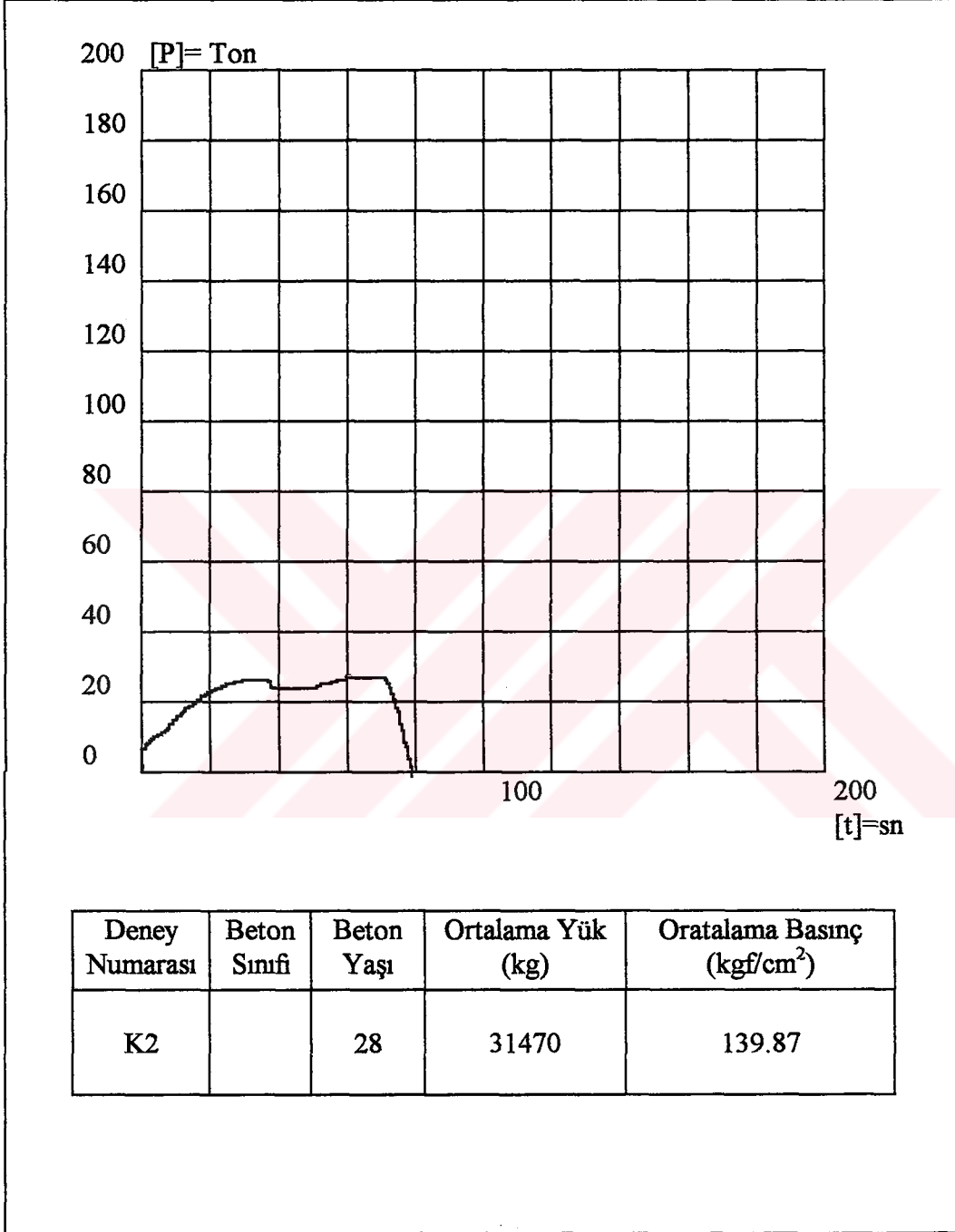
Şekil A.5. K 2 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



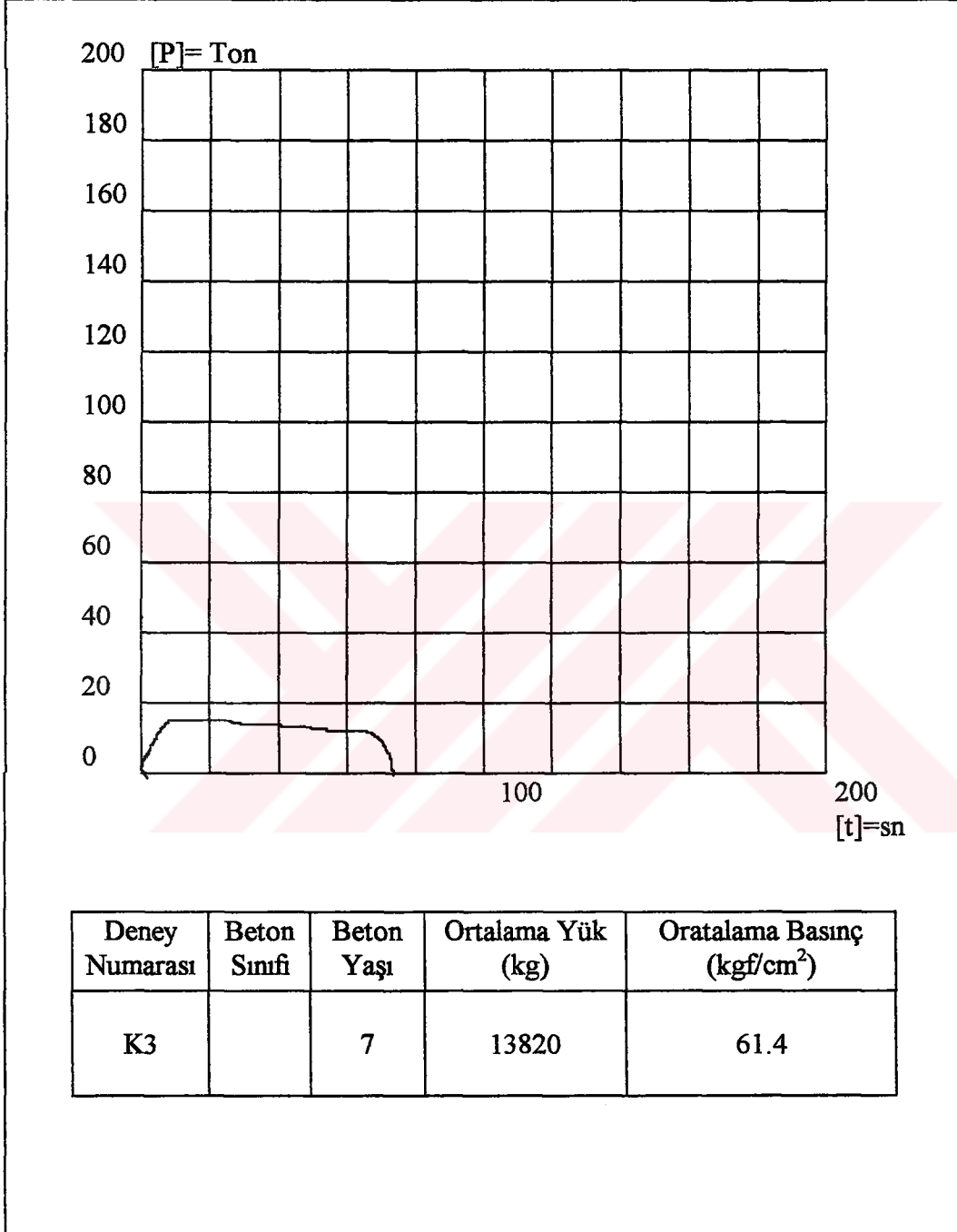
Şekil A.6. K 2 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



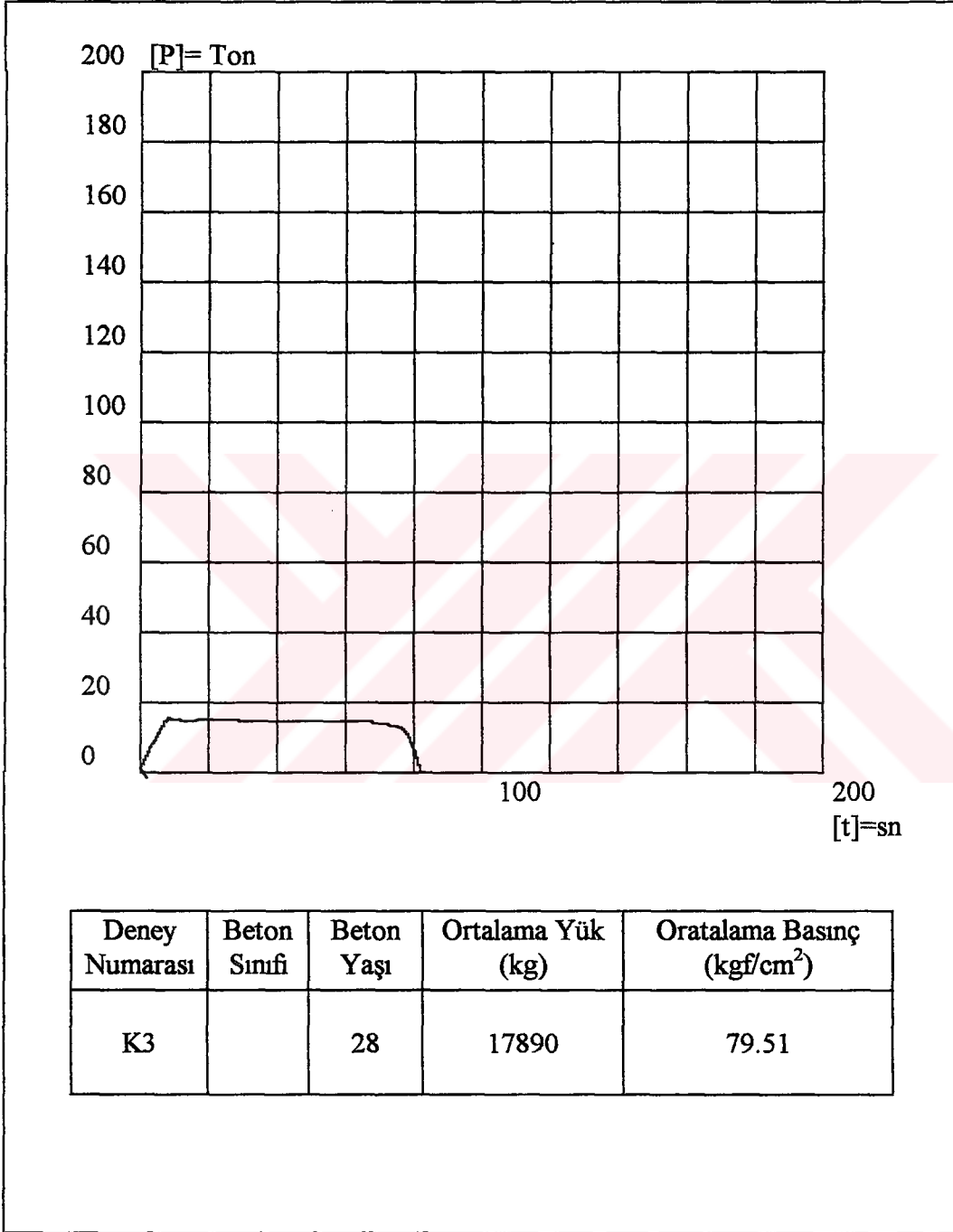
Şekil A.7. K 2 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



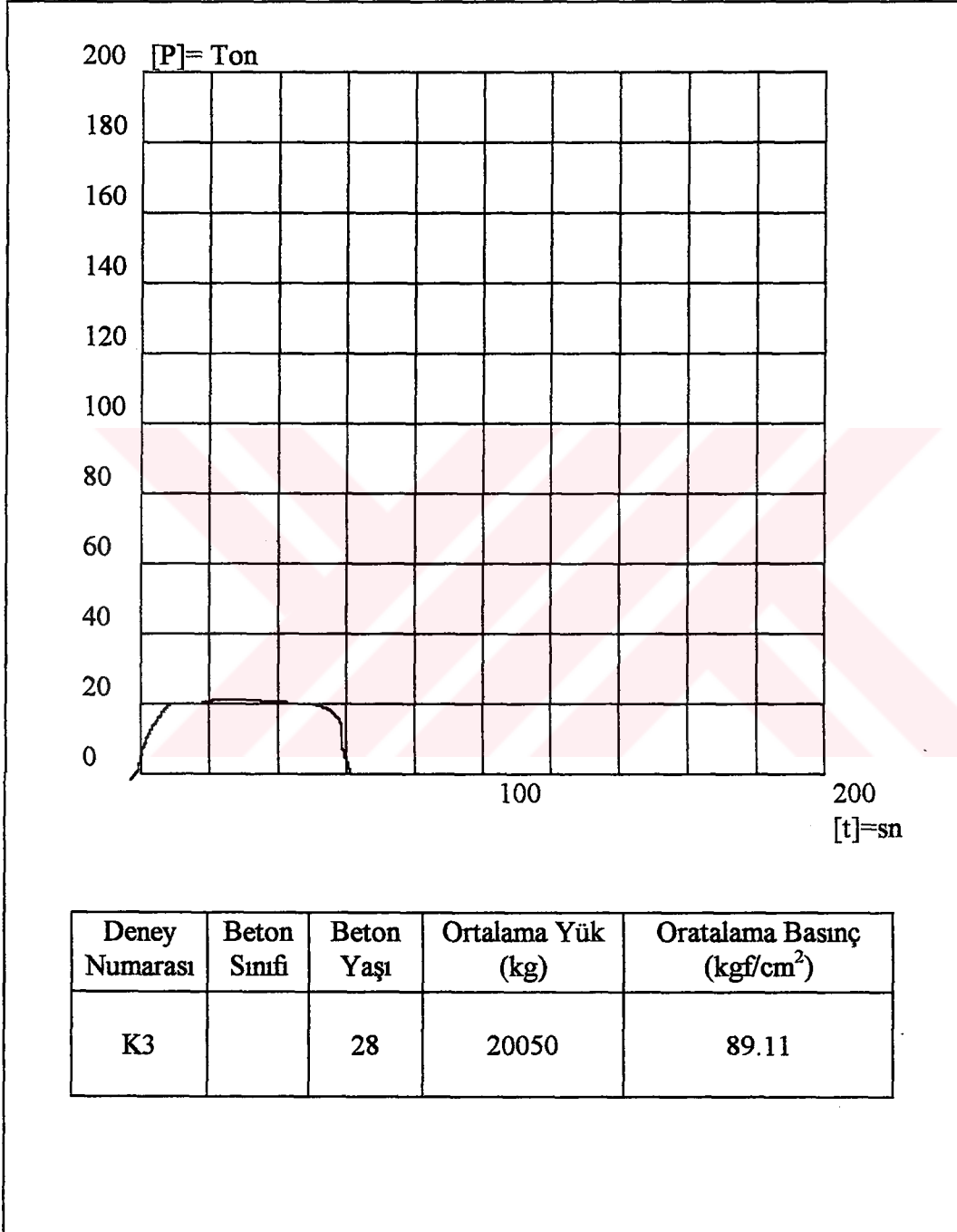
Şekil A.8. K 2 numunesi 28 günlük basınc kuvveti - zaman ilişkisi.



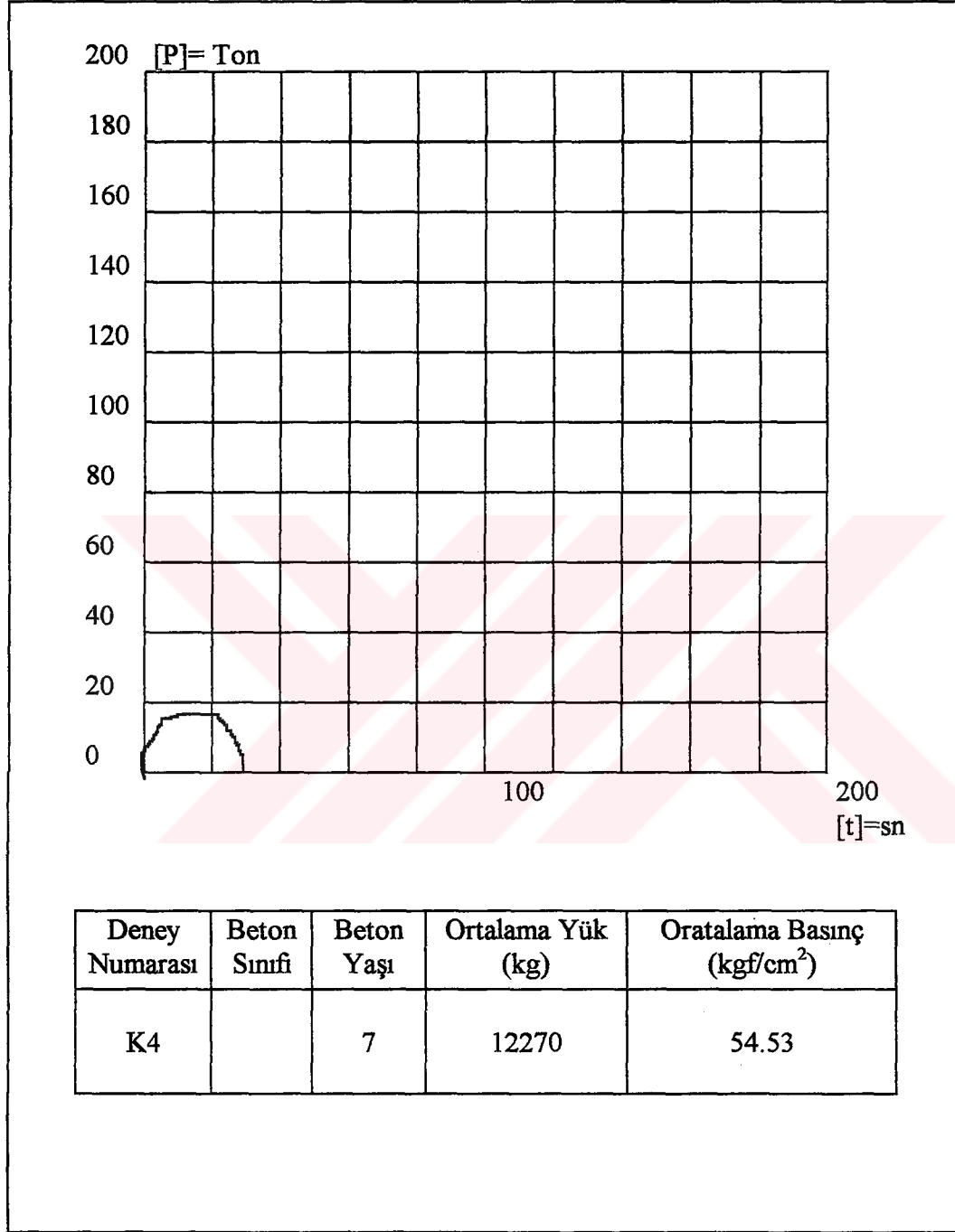
Şekil A.9. K 3 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



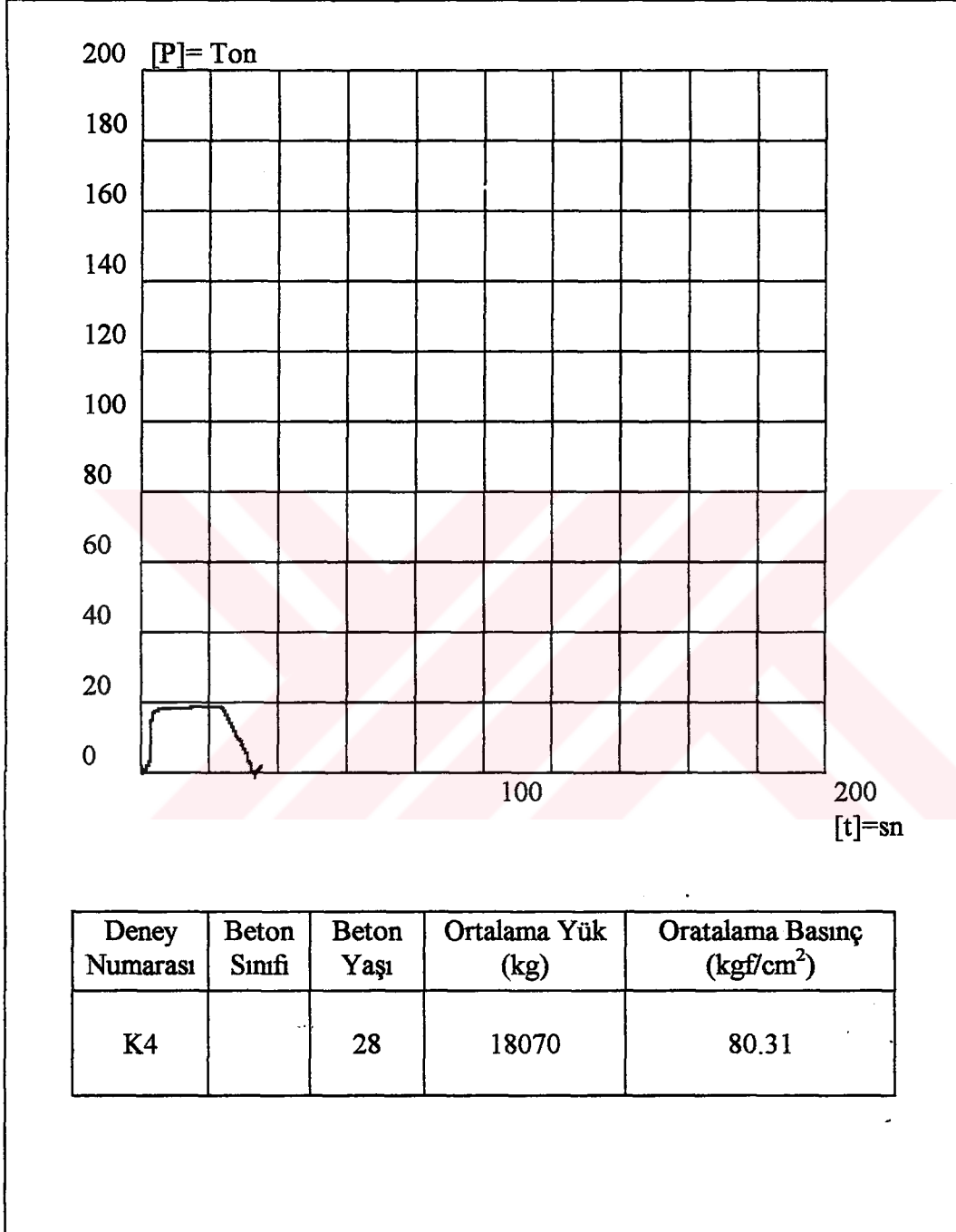
Şekil A.10. K 3 numunesi 28 günlük basınc kuvveti - zaman ilişkisi.



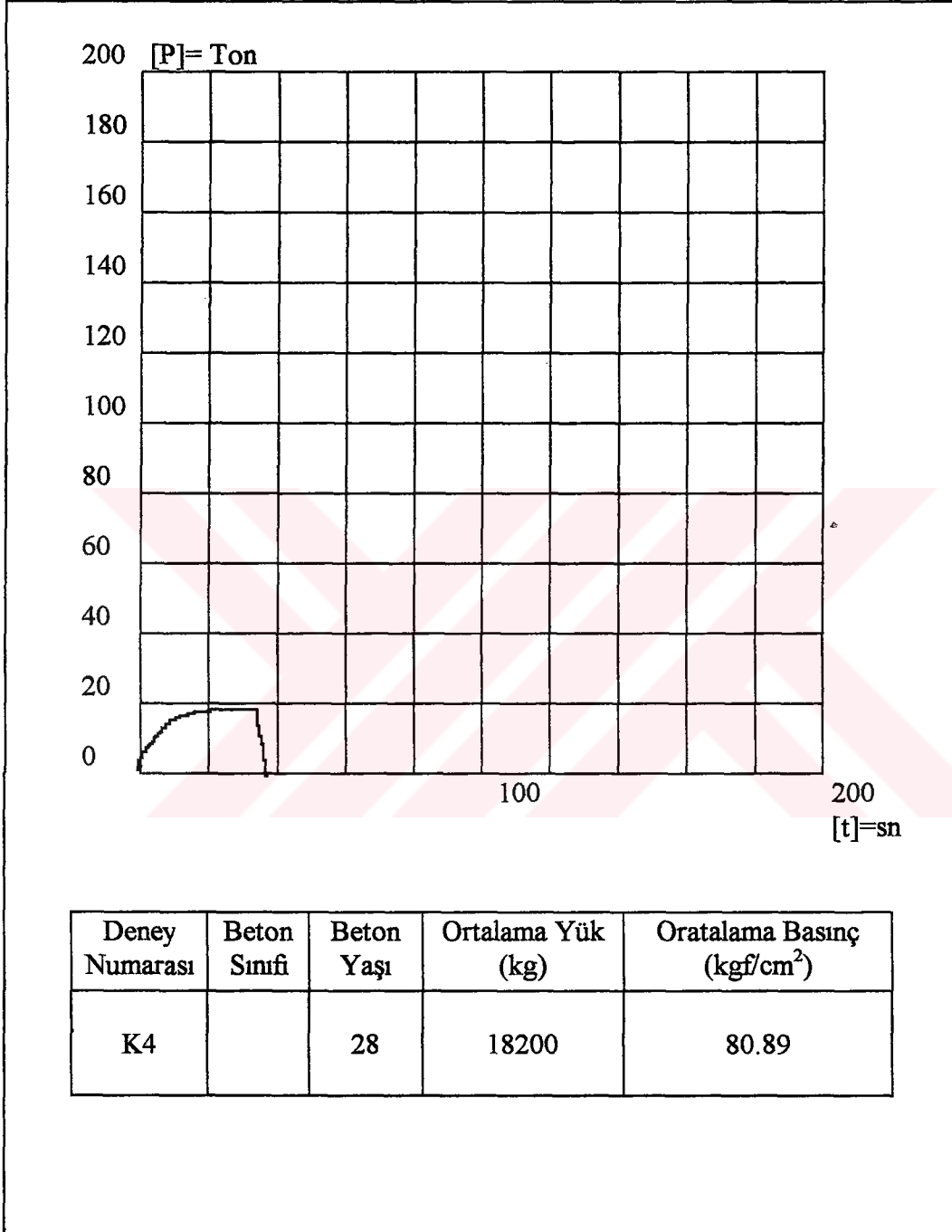
Şekil A.11. K 3 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



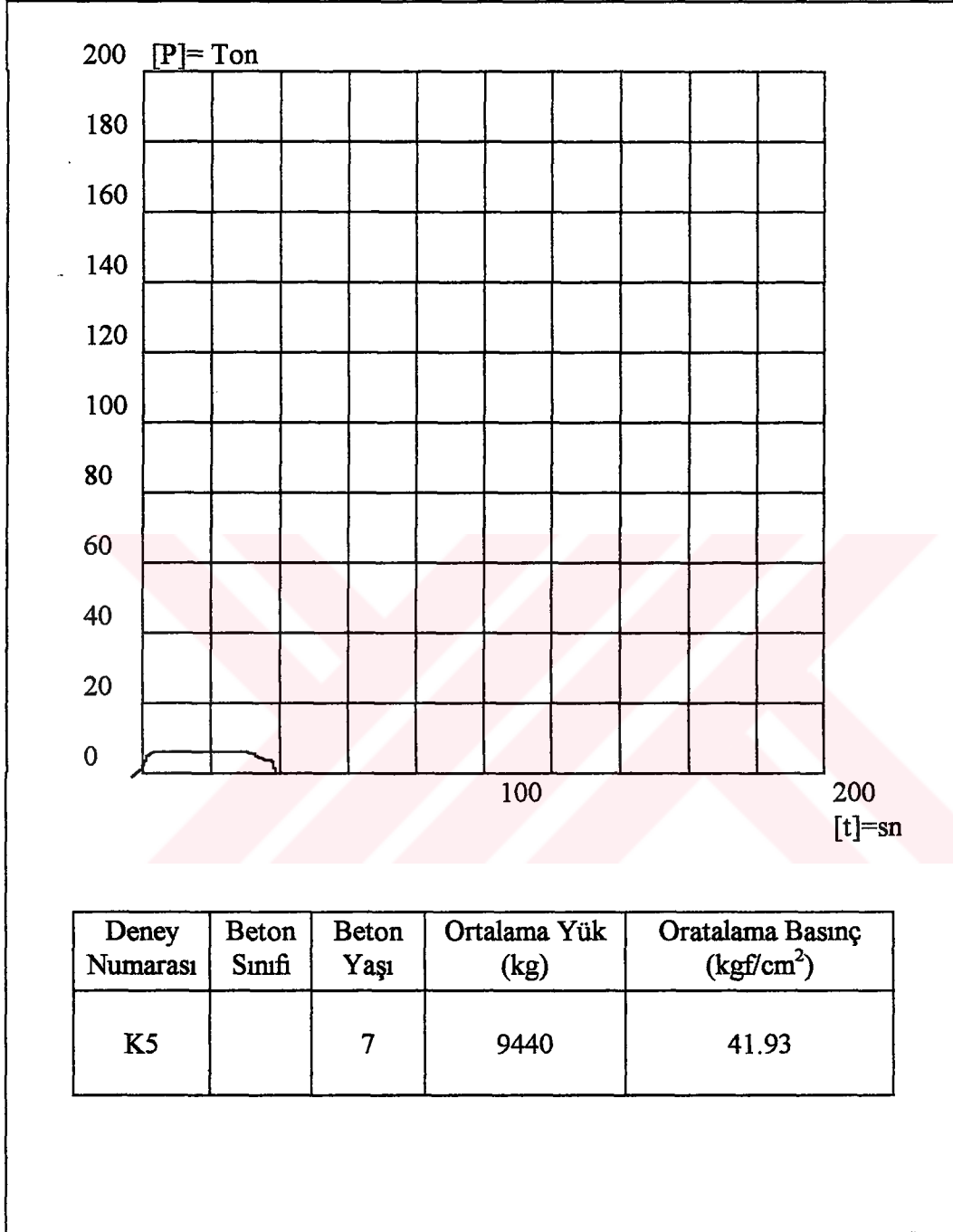
Şekil A.12. K 4 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



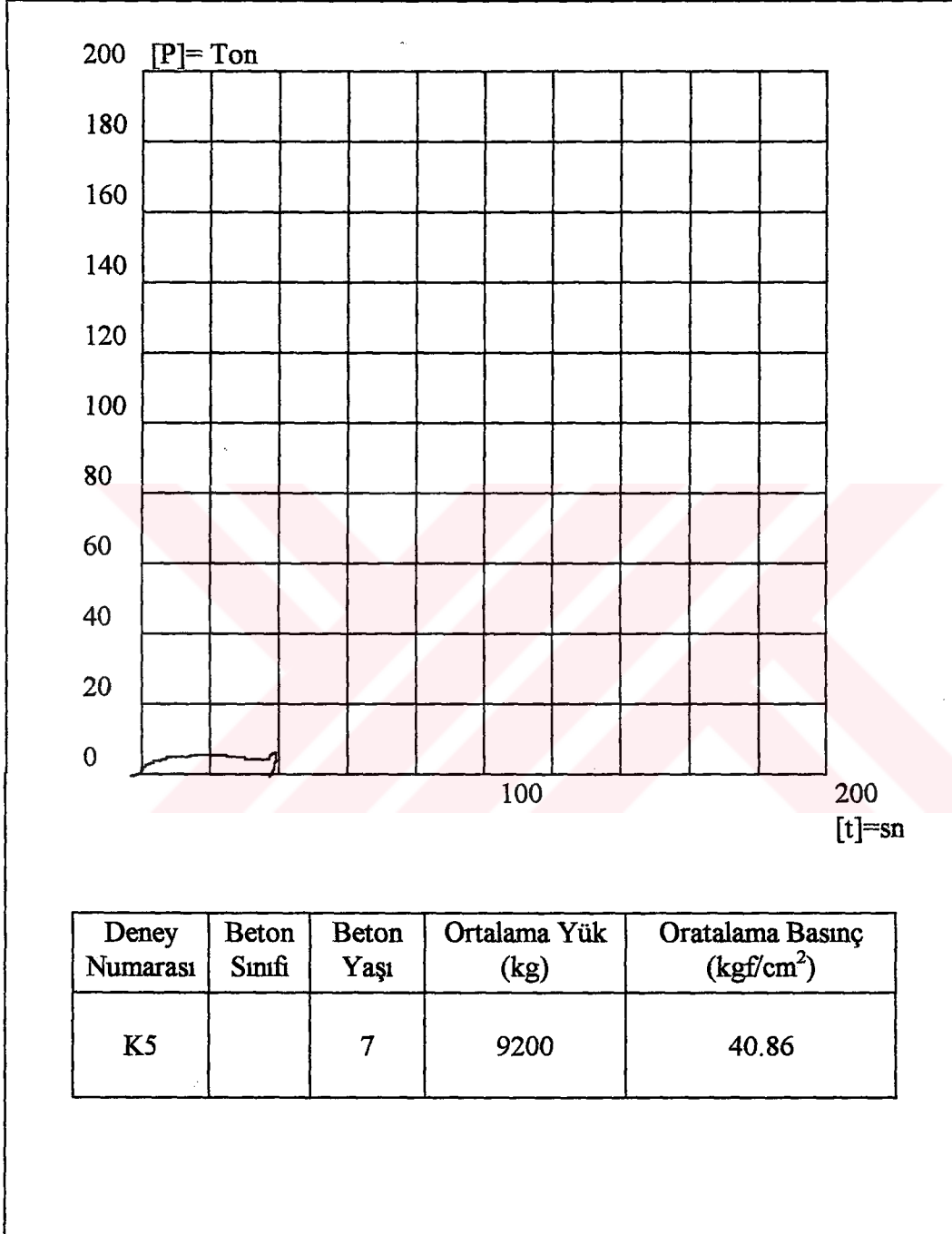
Şekil A.13. K 4 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



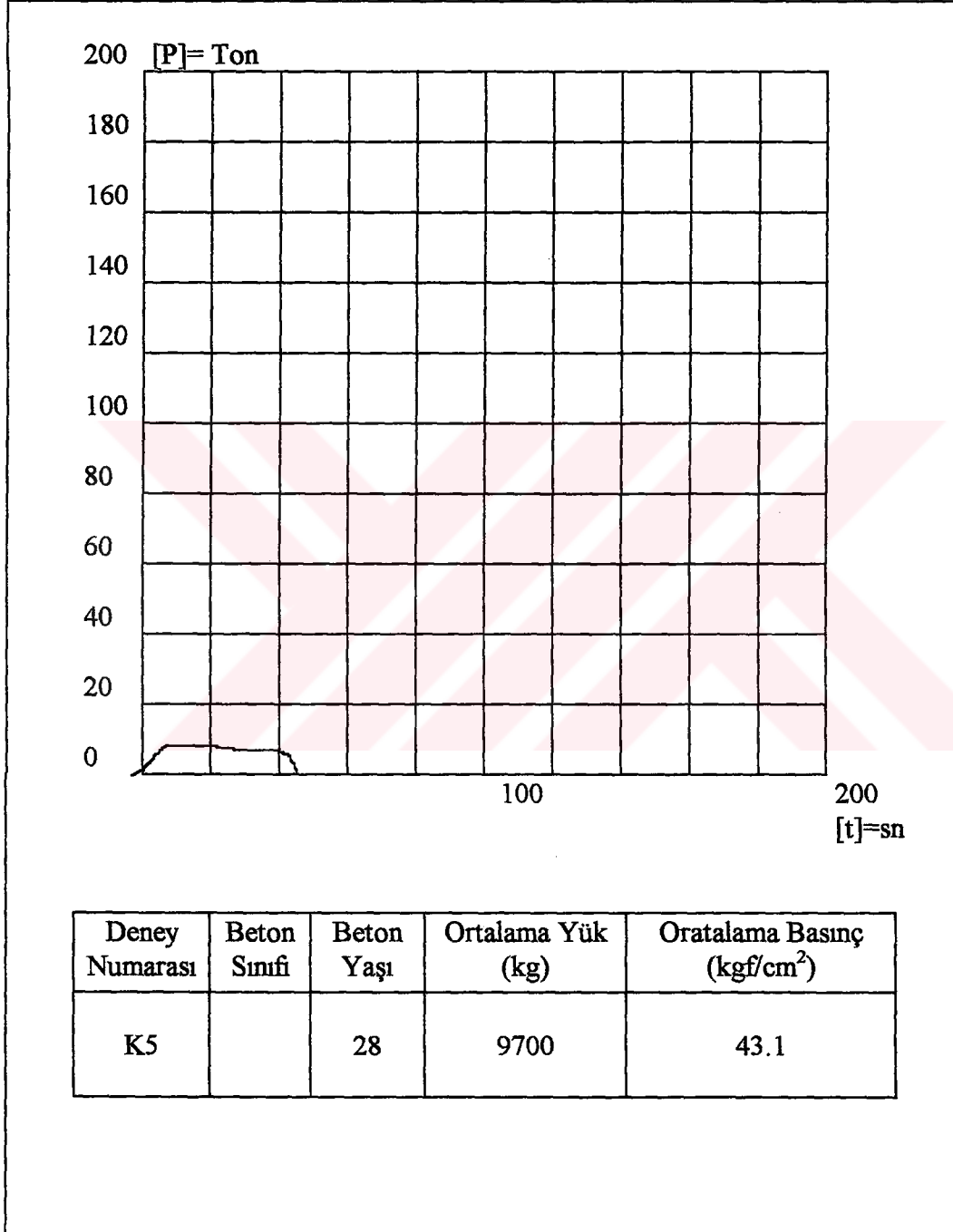
Şekil A.14. K 4 numunesi 28 günlük basınc kuvveti - zaman ilişkisi.



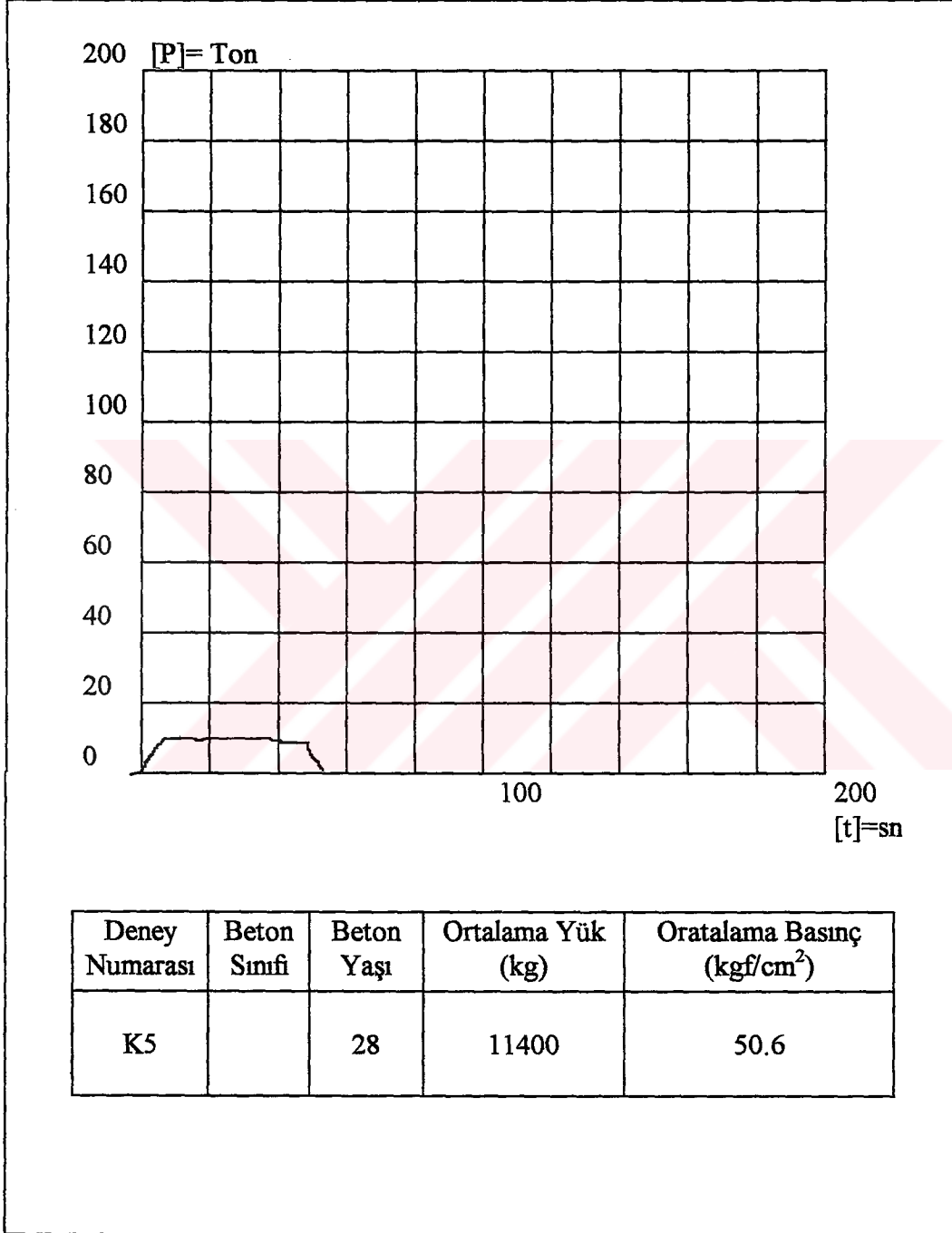
Şekil A.15. K5 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



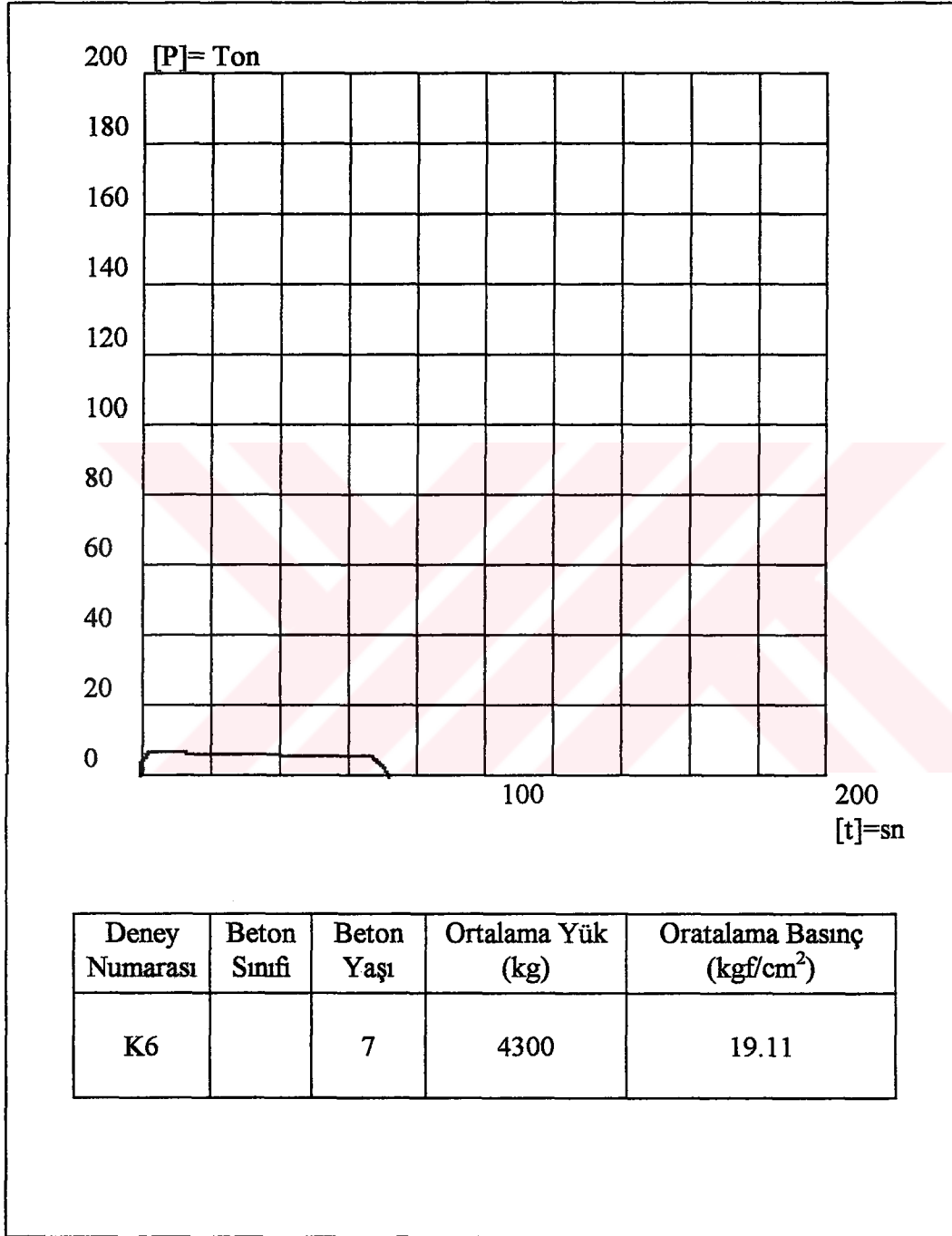
Şekil A.16. K5 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



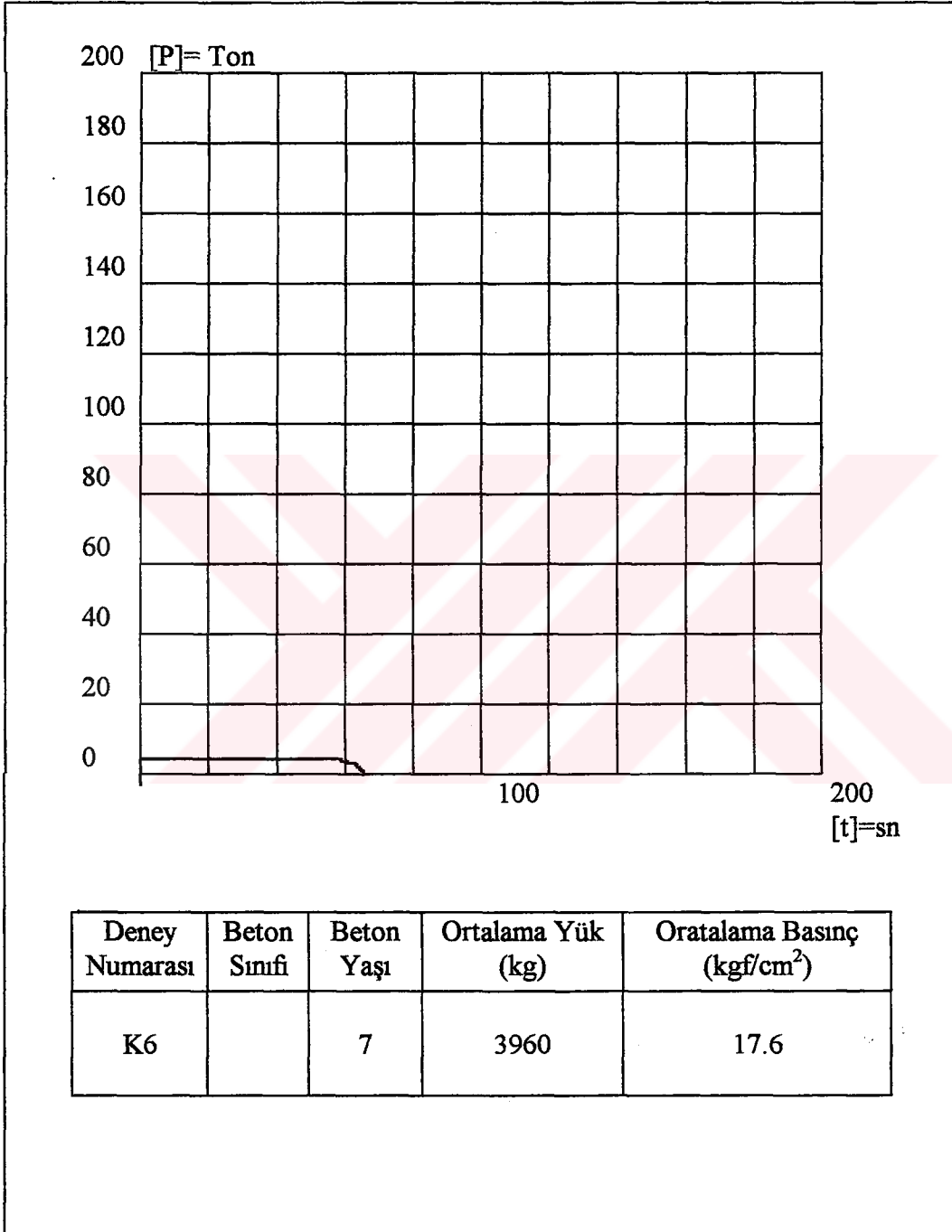
Şekil A.17. K5 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



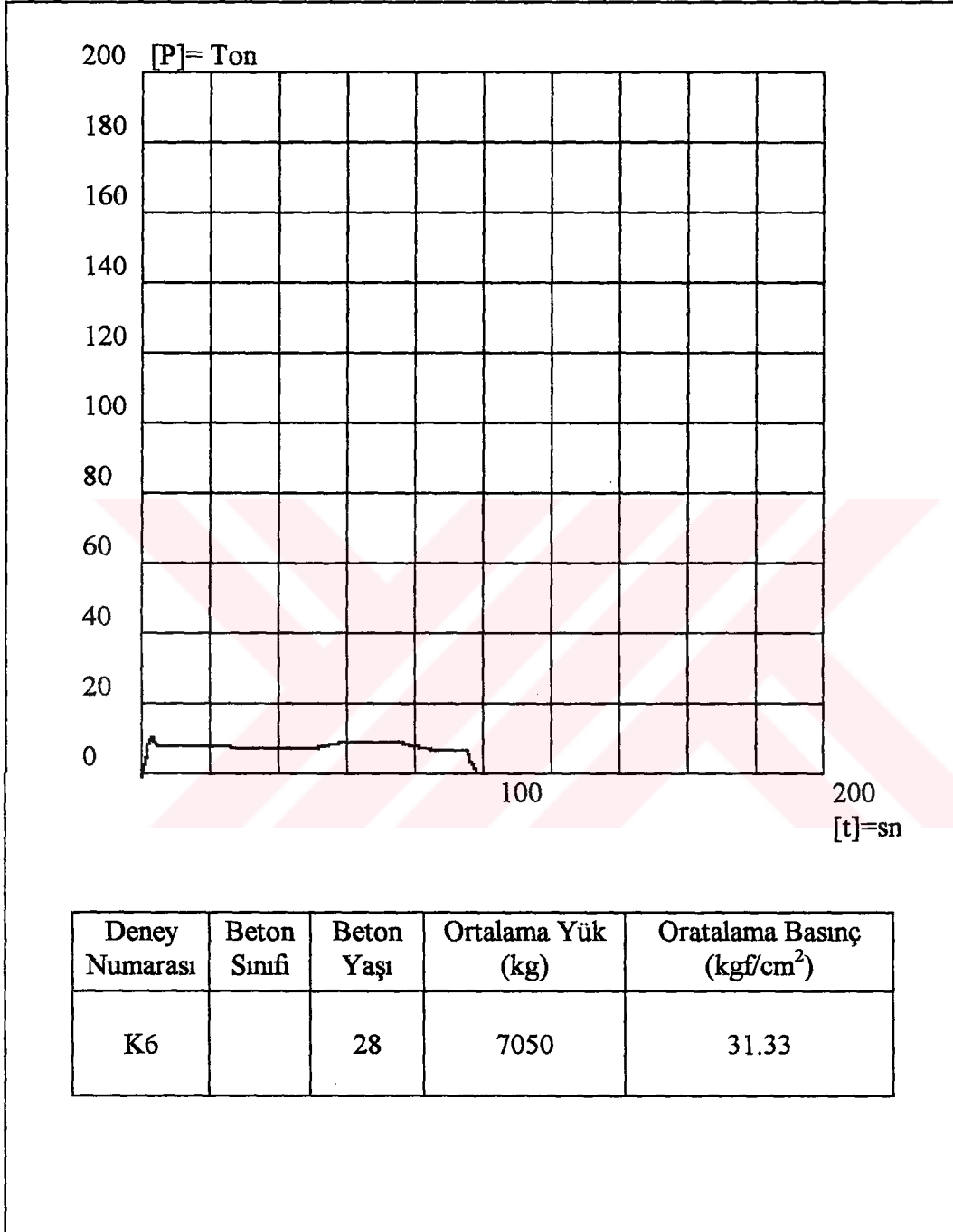
Şekil A.18. K5 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



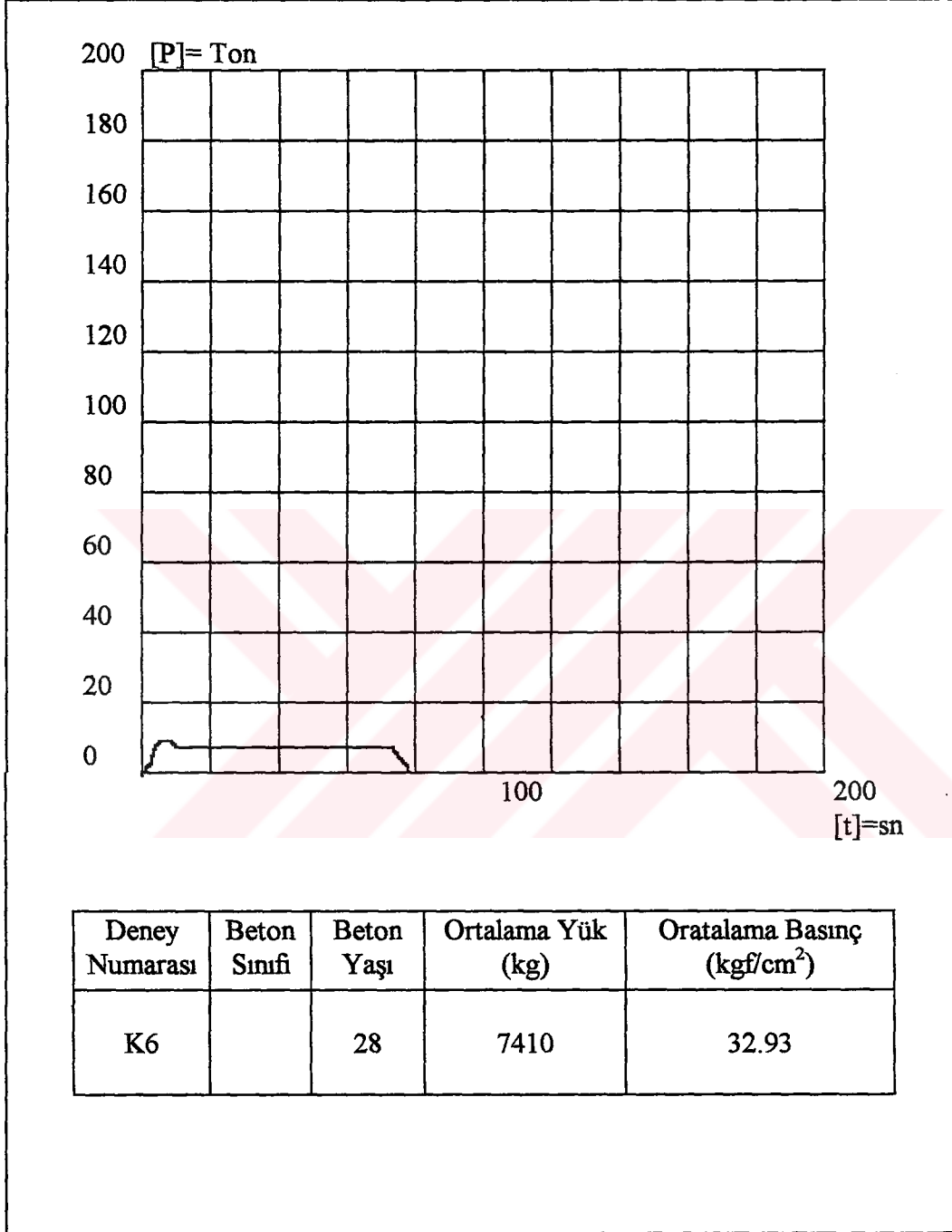
Şekil A.19. K 6 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



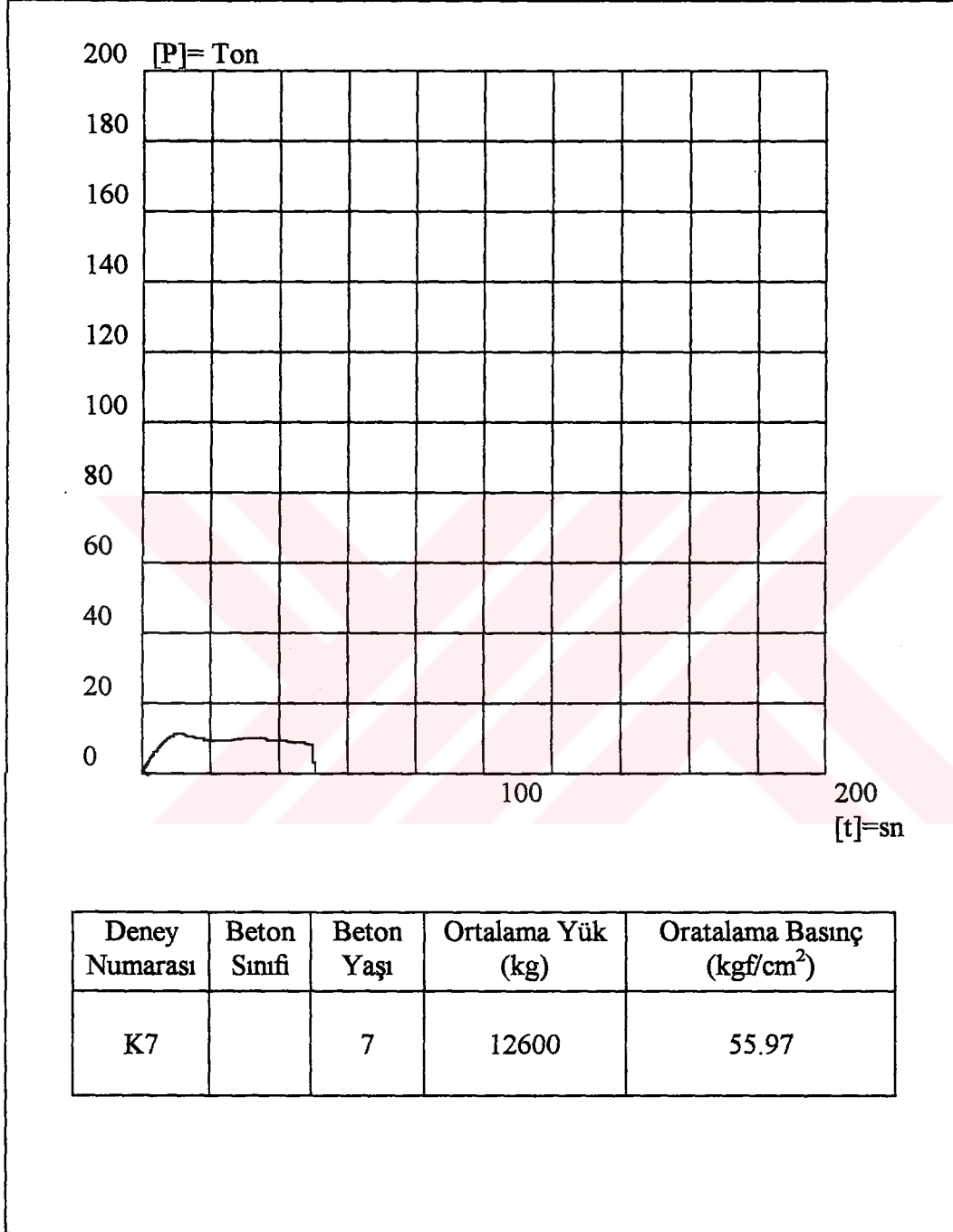
Şekil A.20. K 6 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



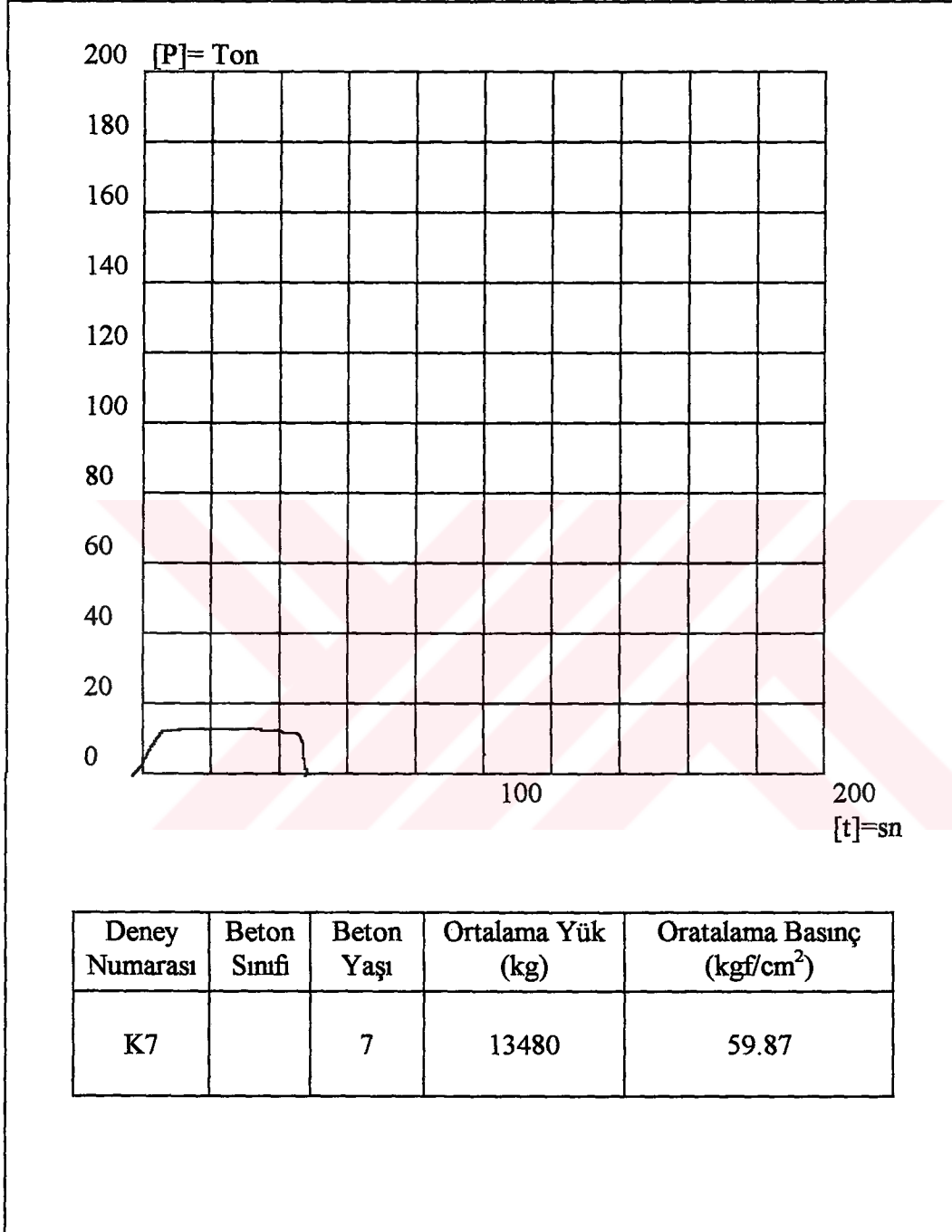
Şekil A.21. K 6 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



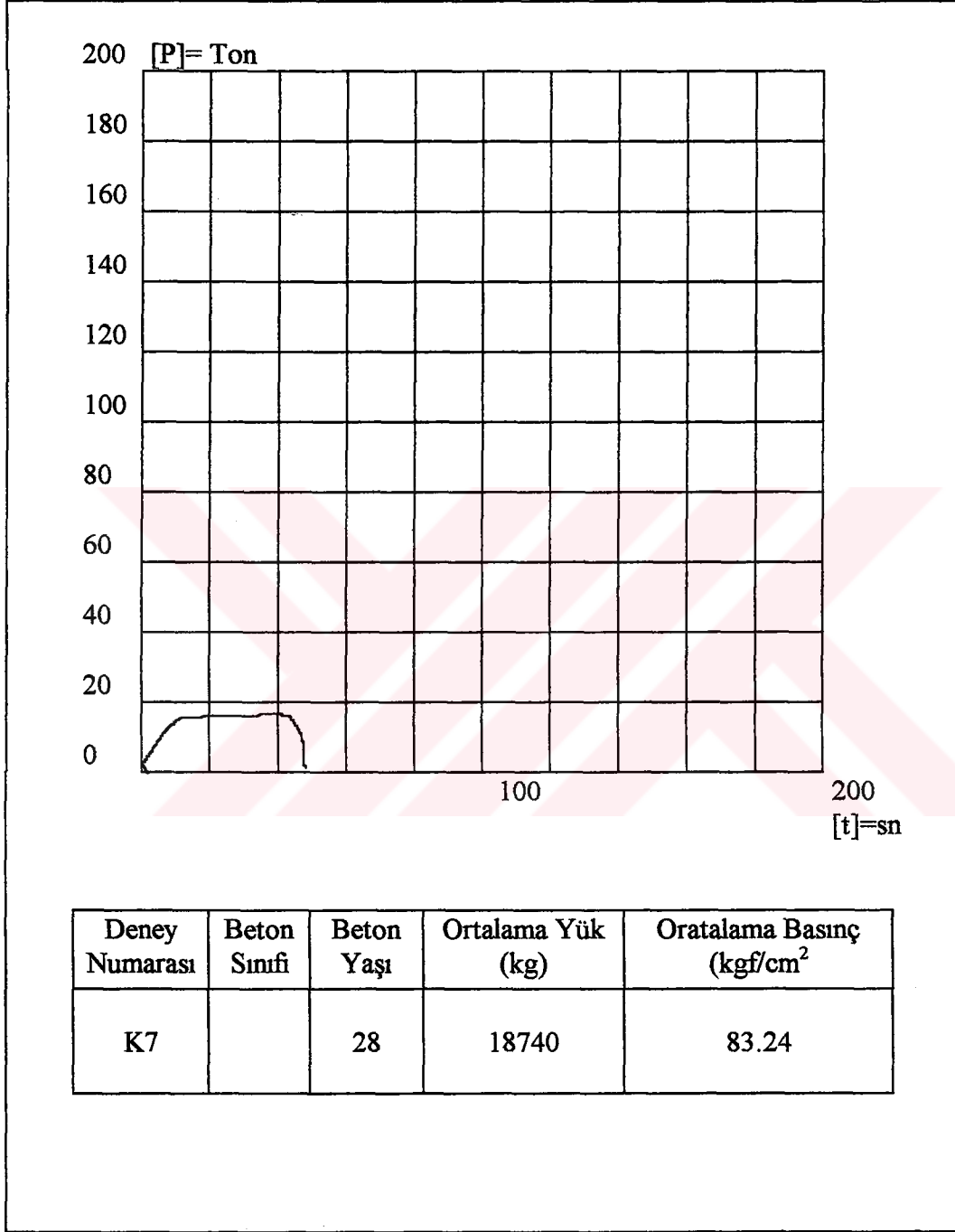
Şekil A.22. K 6 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



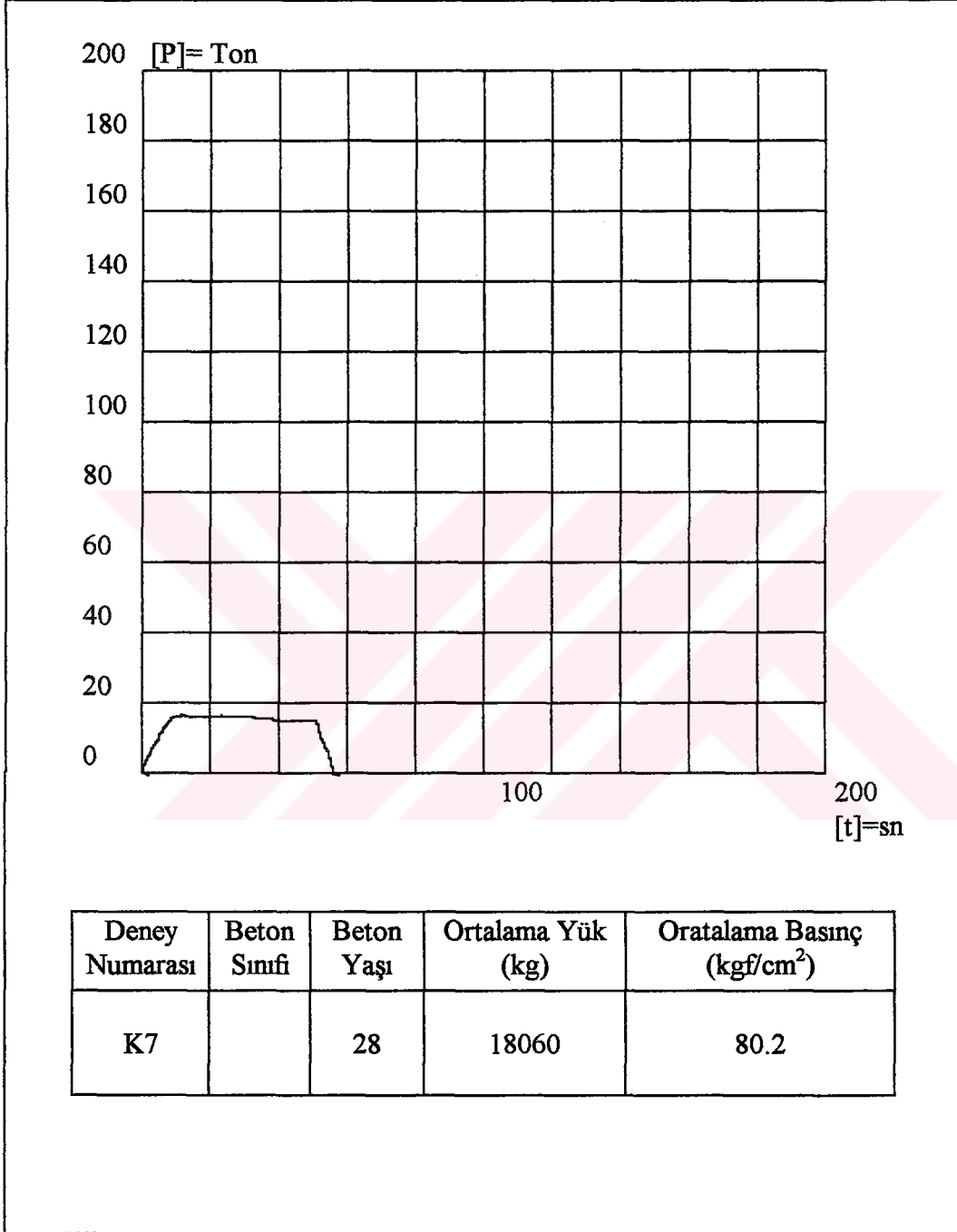
Şekil A.23. K7 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



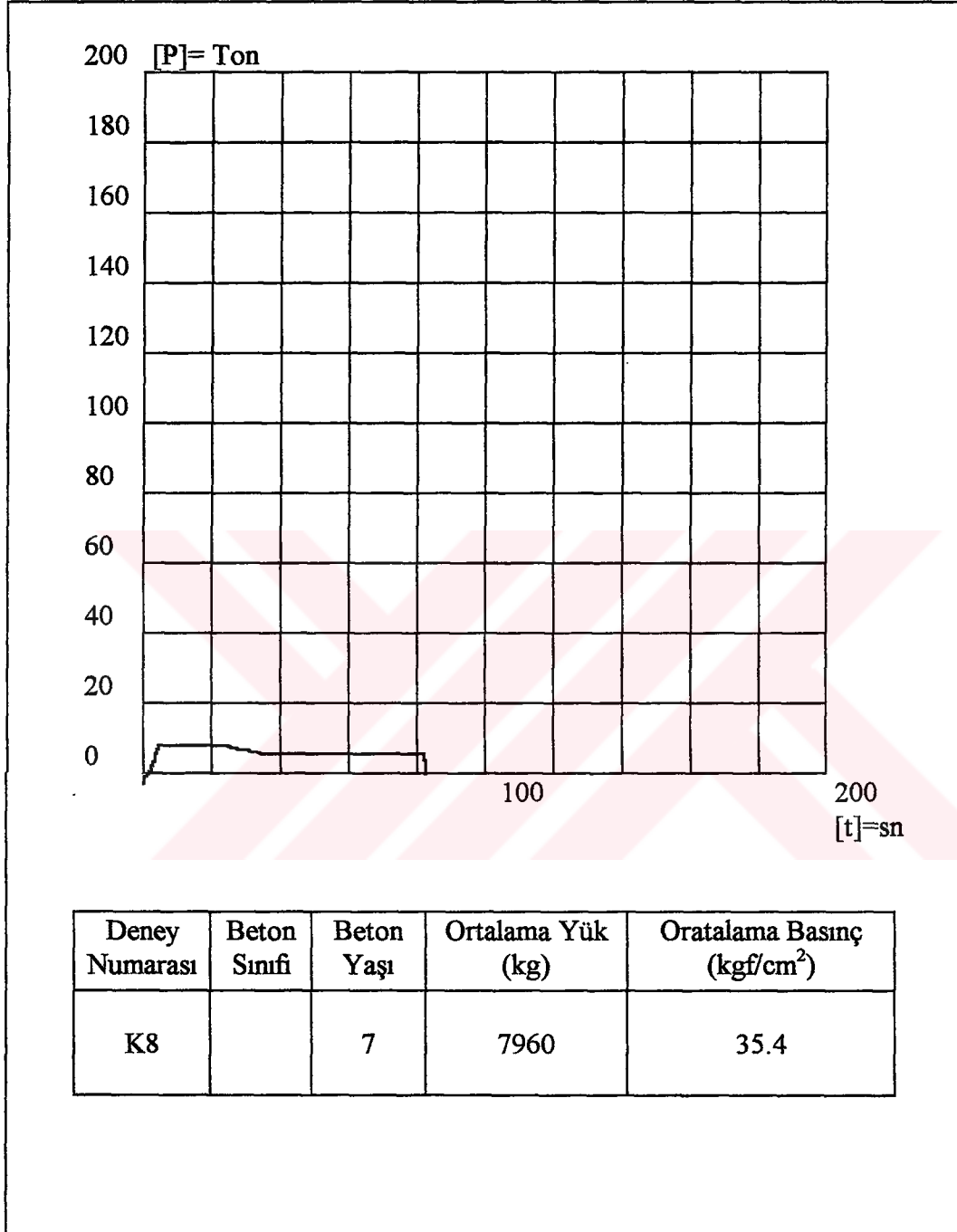
Şekil A.24 .K7 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



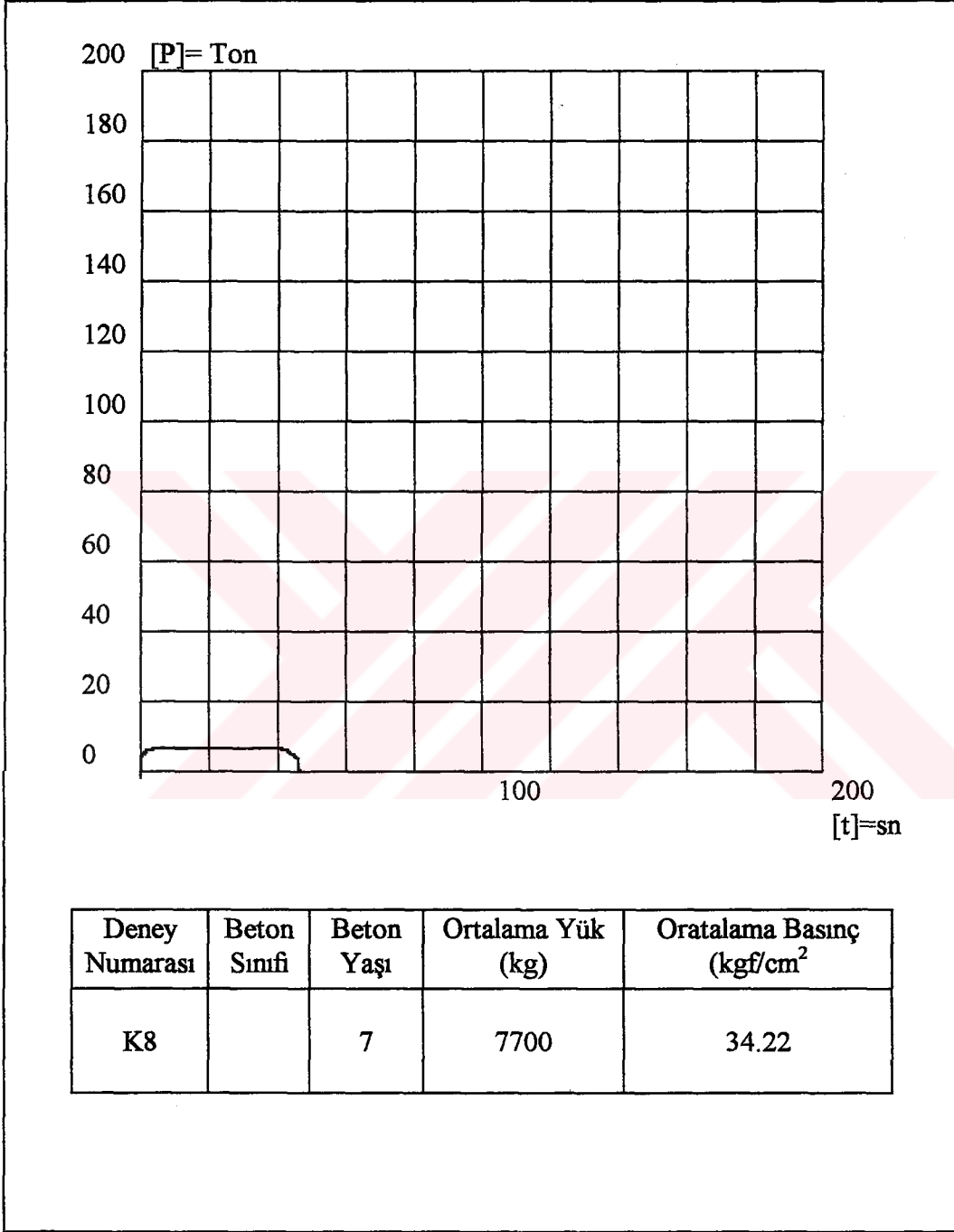
Şekil A.25. K7 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



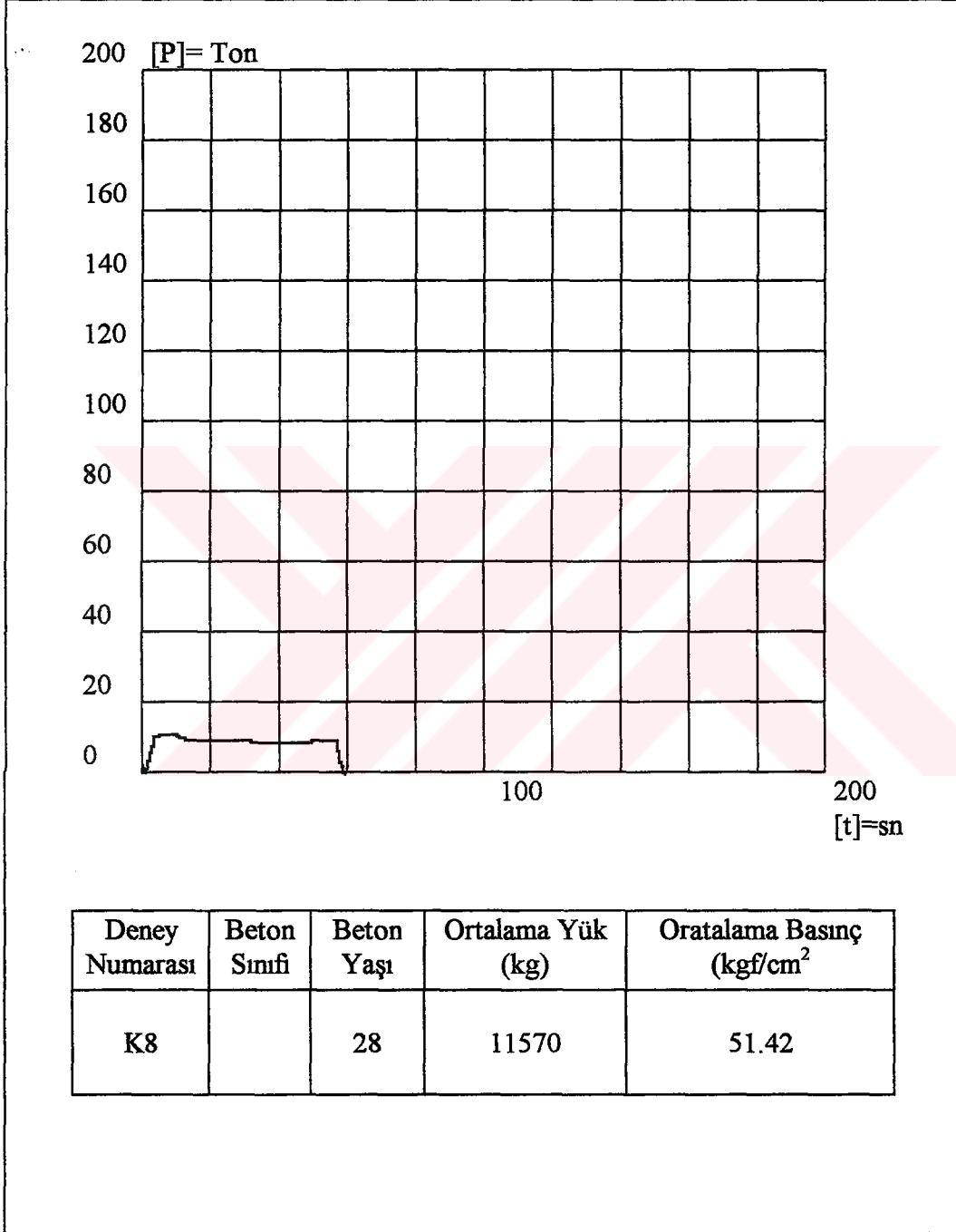
Şekil A.26. K7 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi.



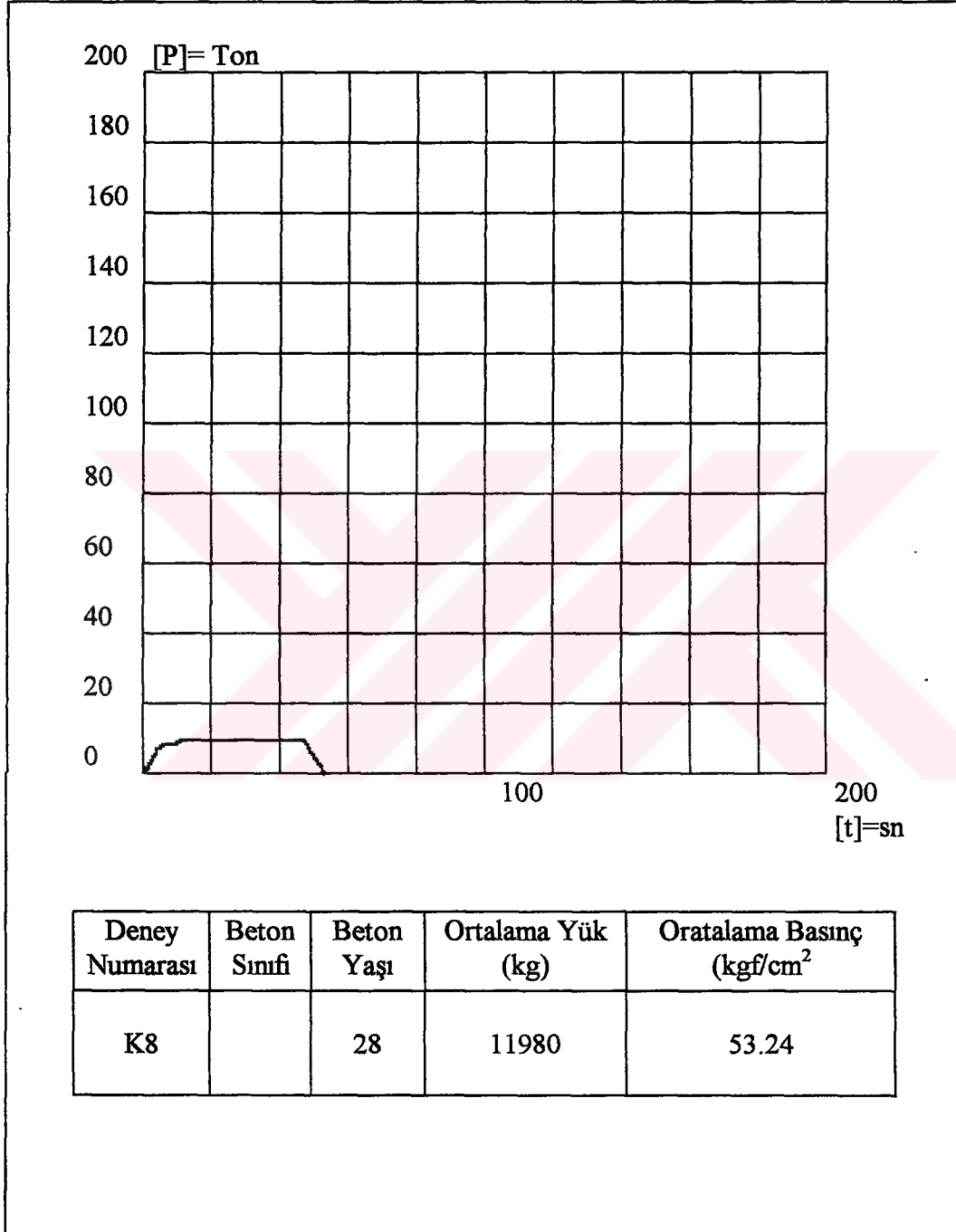
Şekil A.27. K 8 numunesi 7 günlük basınc kuvveti - zaman ilişkisi.



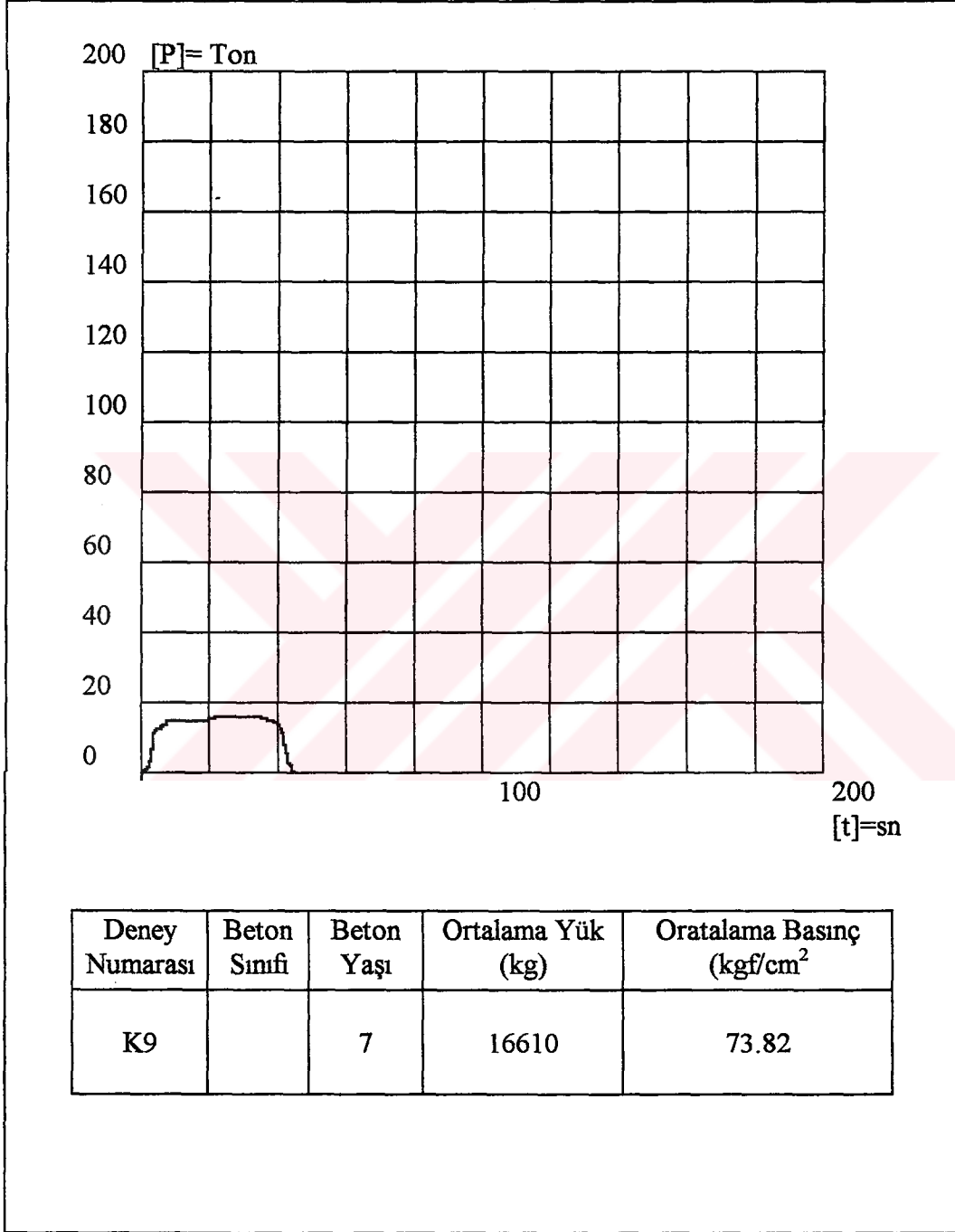
Şekil A.28. K 8 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



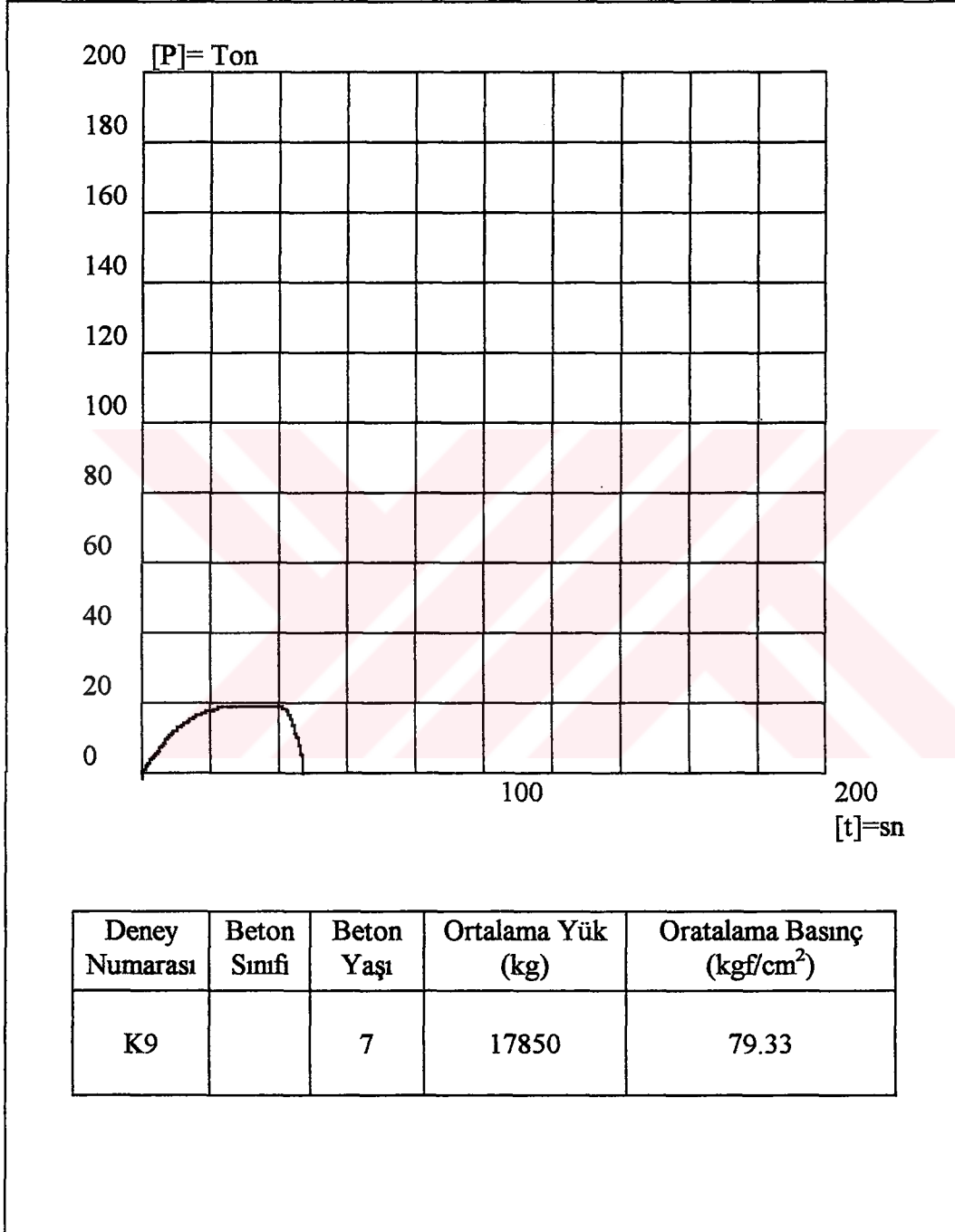
Şekil A.29. K 8 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



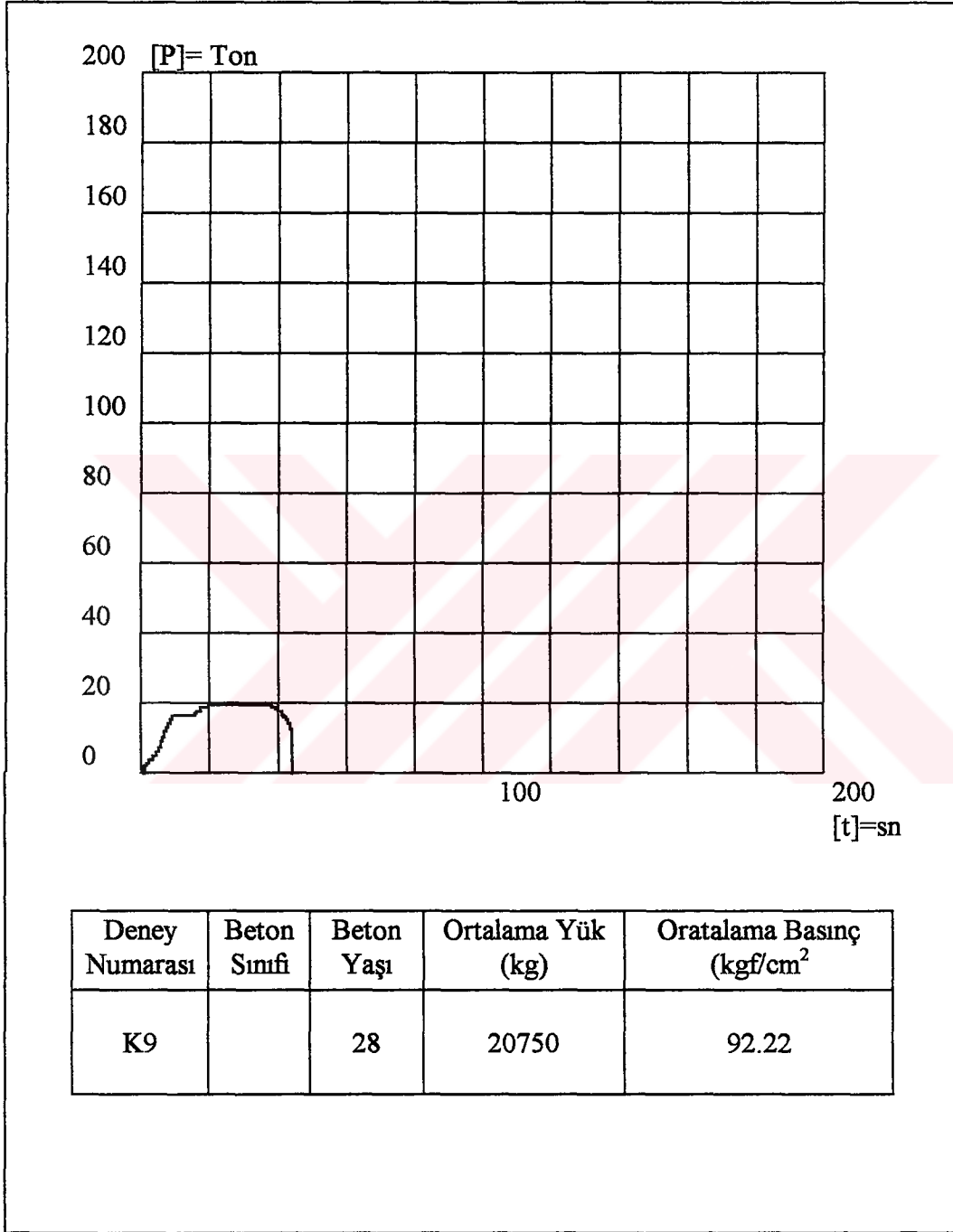
Şekil A.30. K 8 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



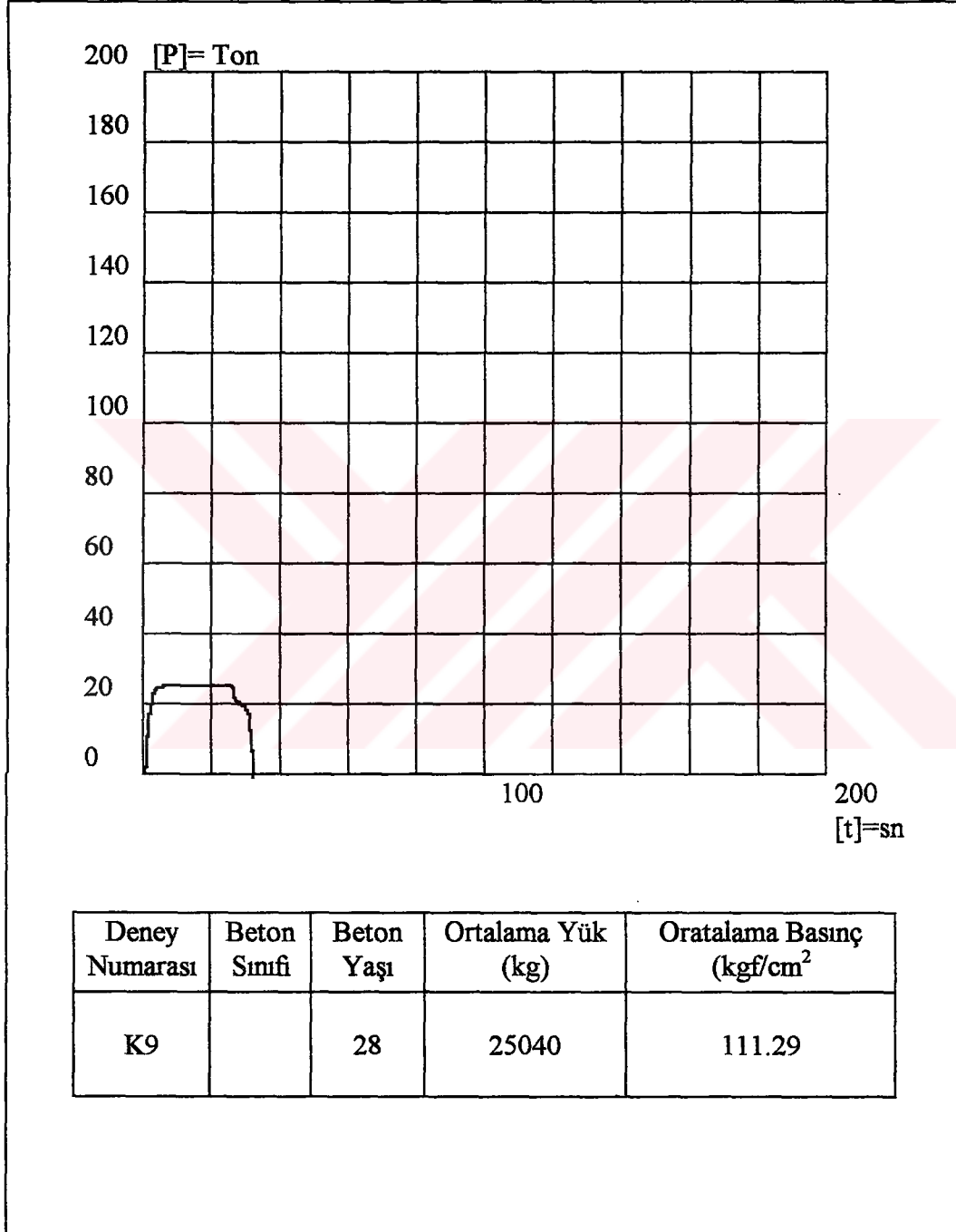
Şekil A.31. K 9 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



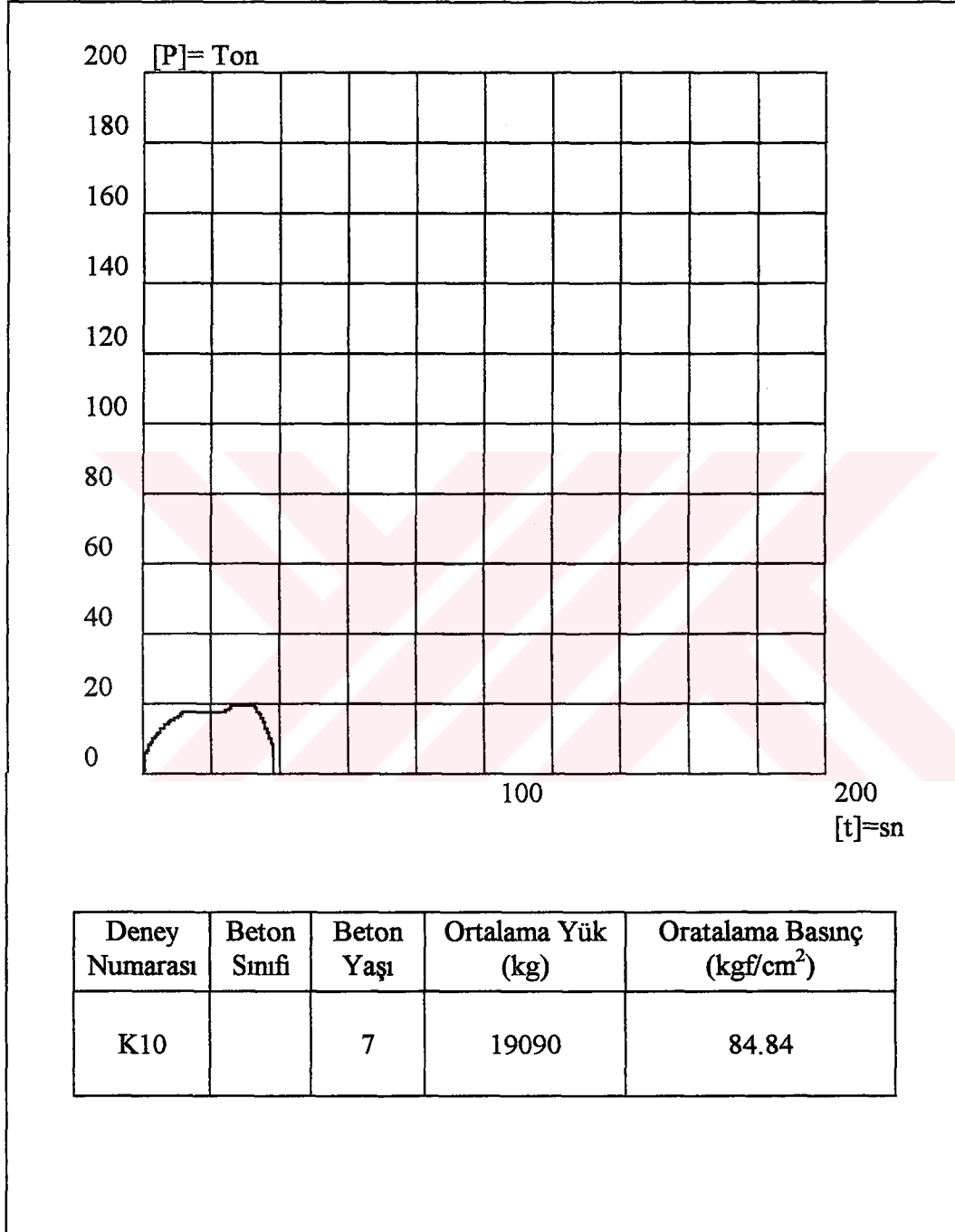
Şekil A.32. K 9 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



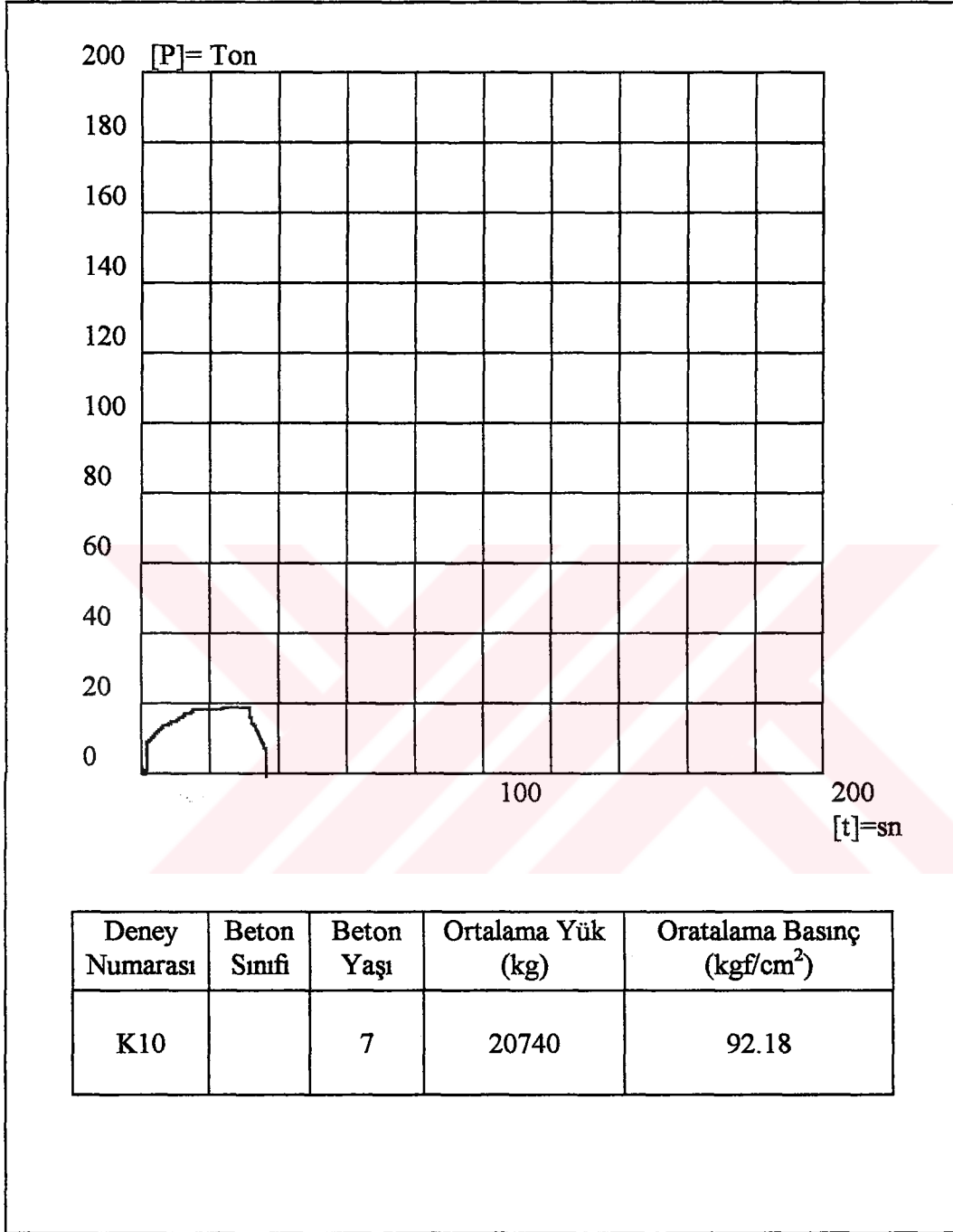
Şekil A.33. K 9 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi.



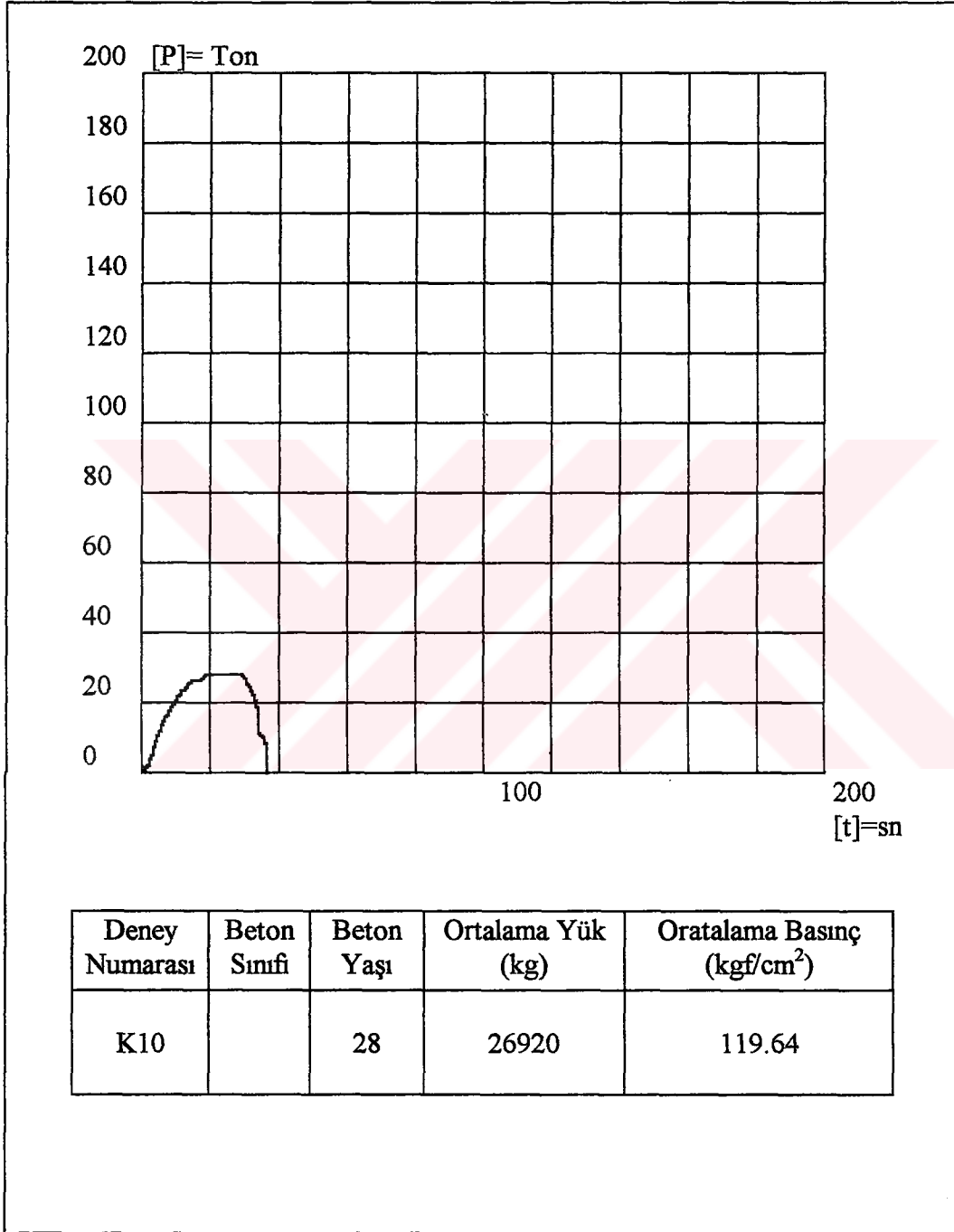
Şekil A.34. K 9 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



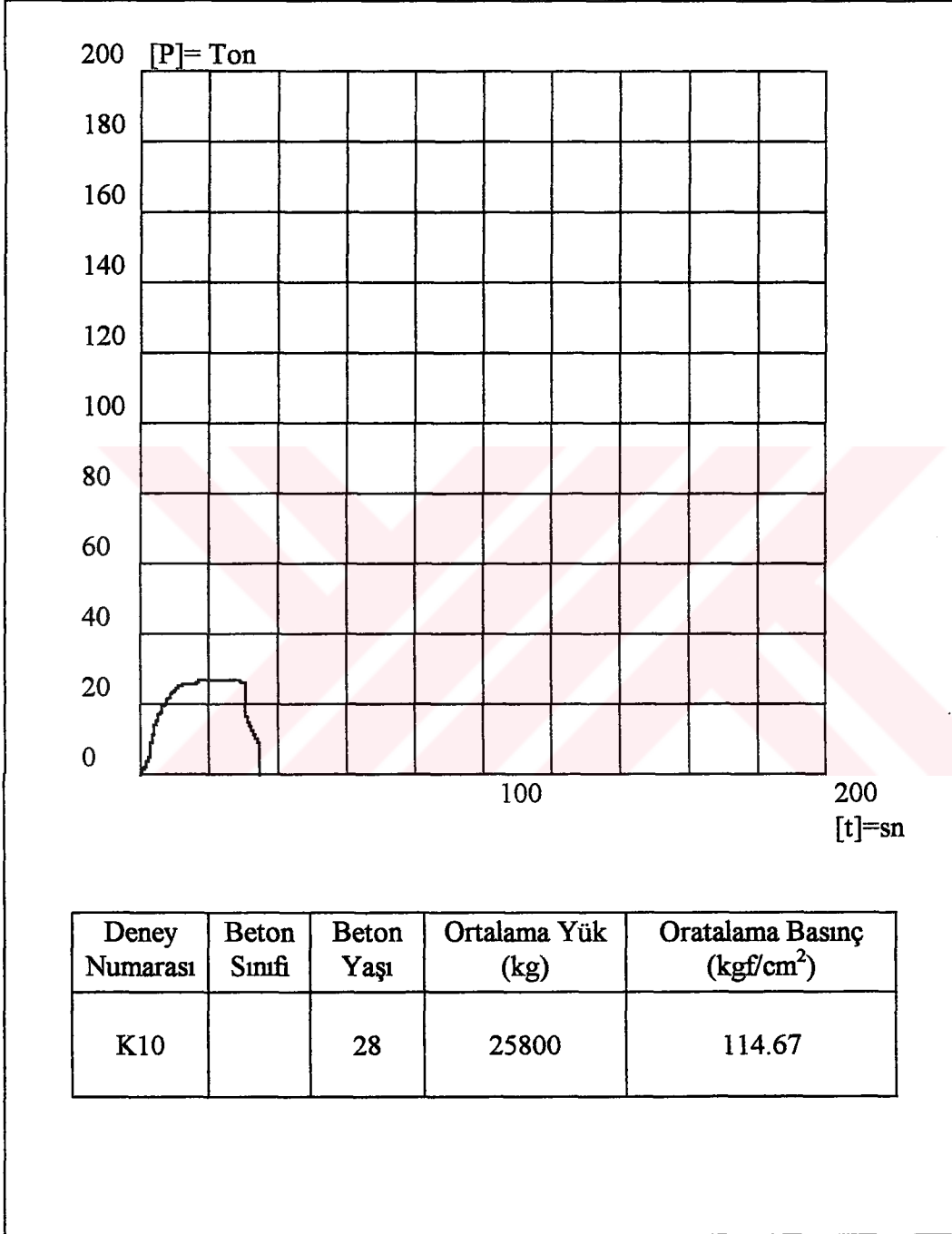
Şekil A.35. K 10 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



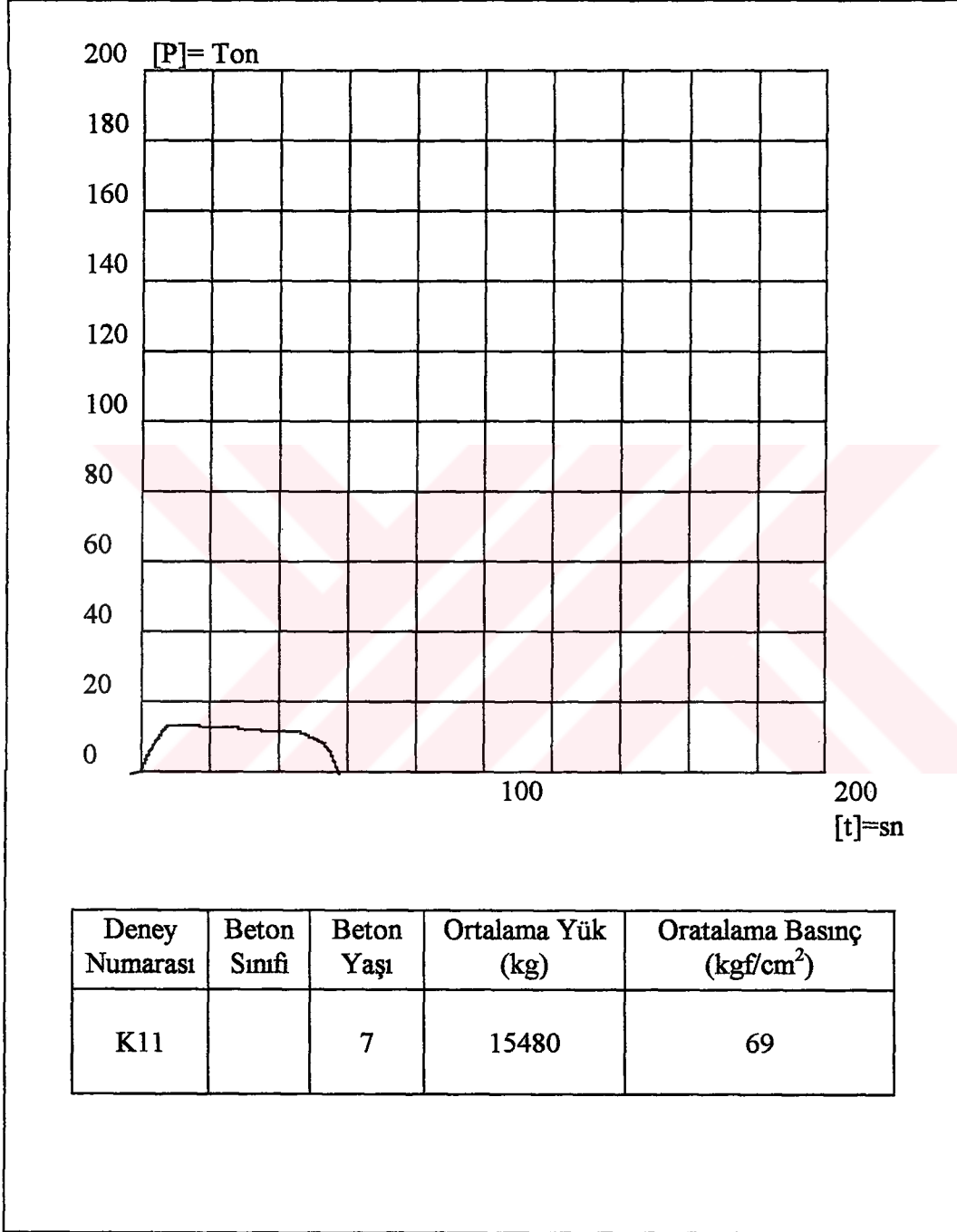
Şekil A.36. K 10 numunesi 7 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



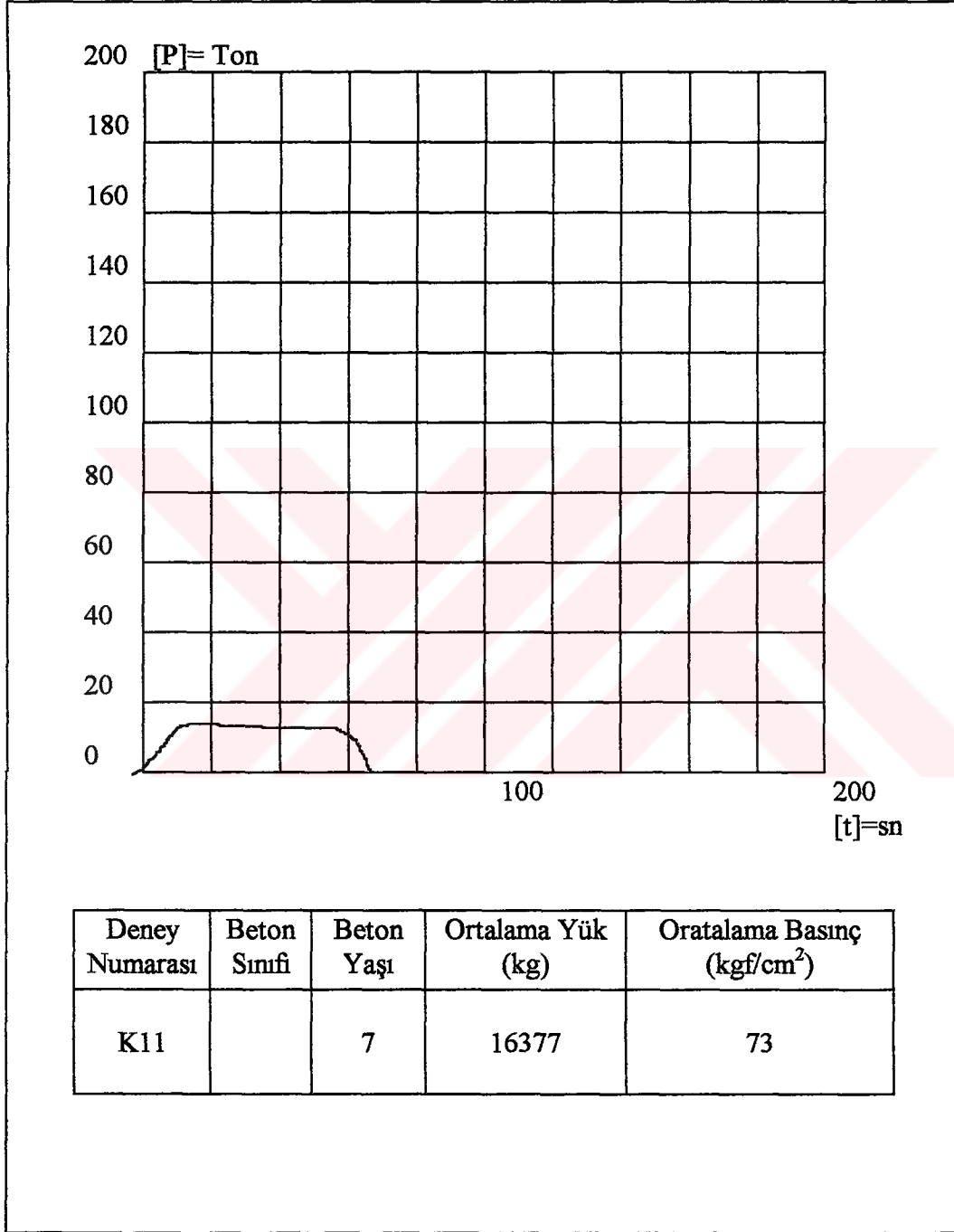
Şekil A.37. K 10 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



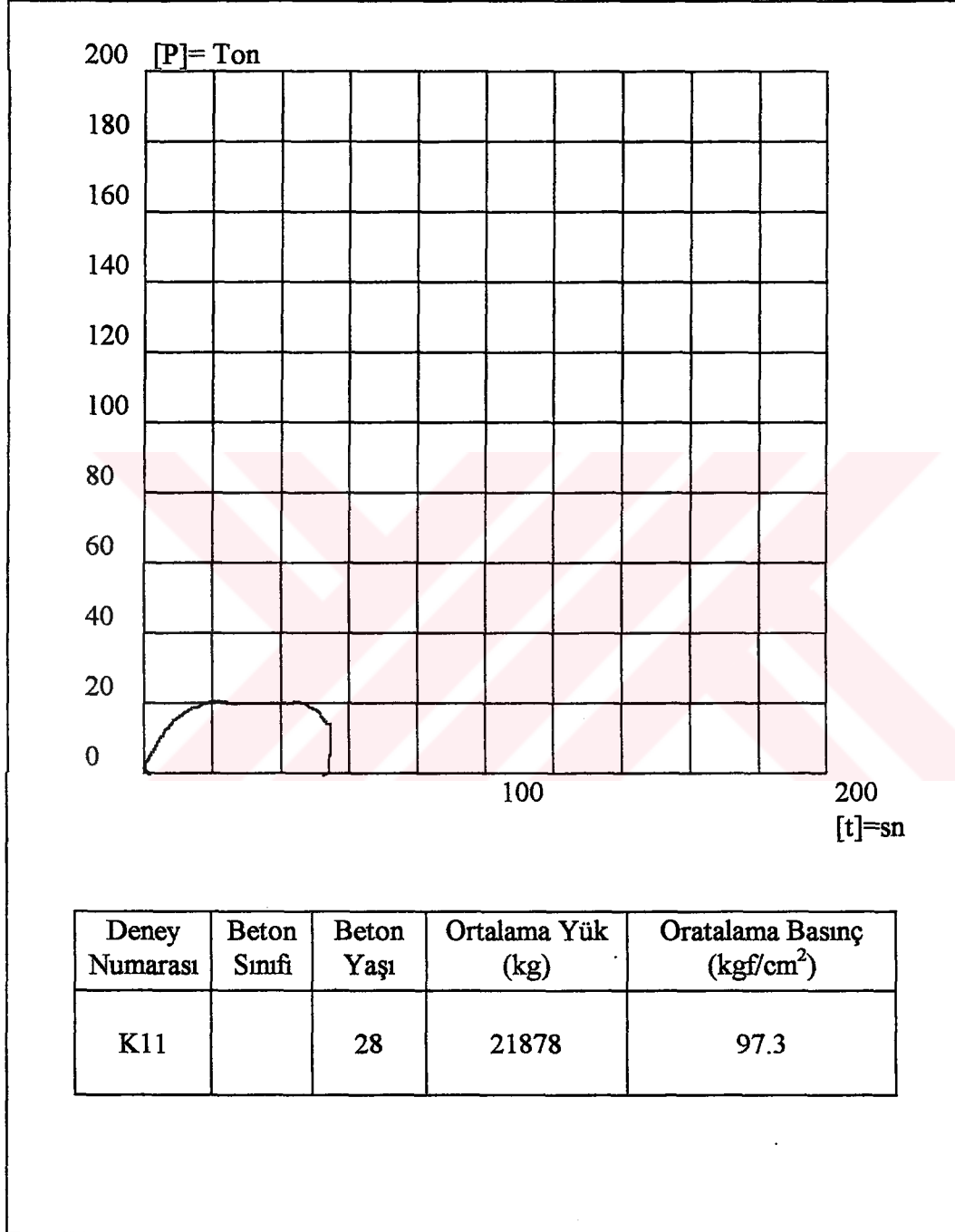
Şekil A.38. K 10 numunesi 28 günlük basınç kuvveti - zaman ilişkisi



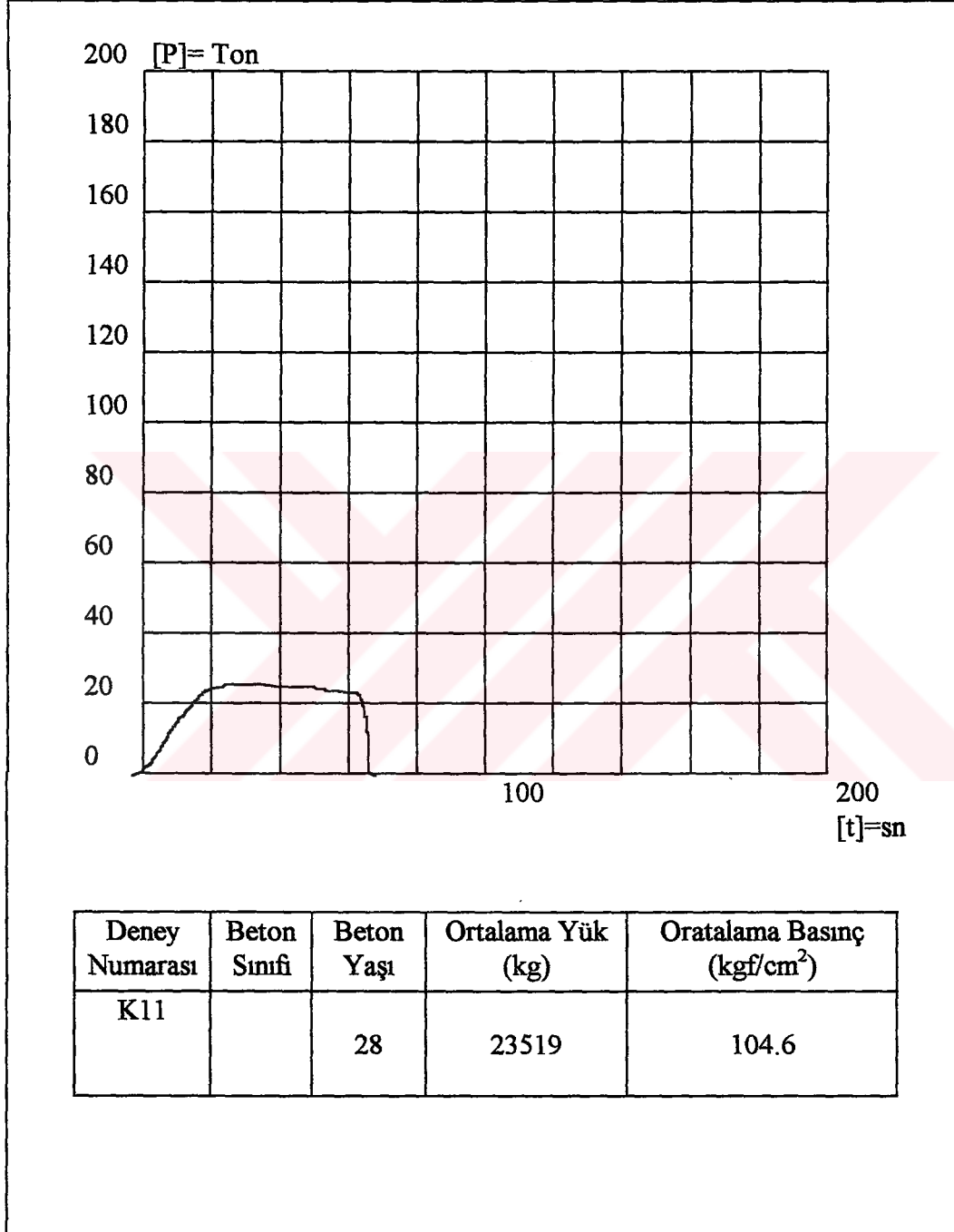
Şekil A.39. K 11 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



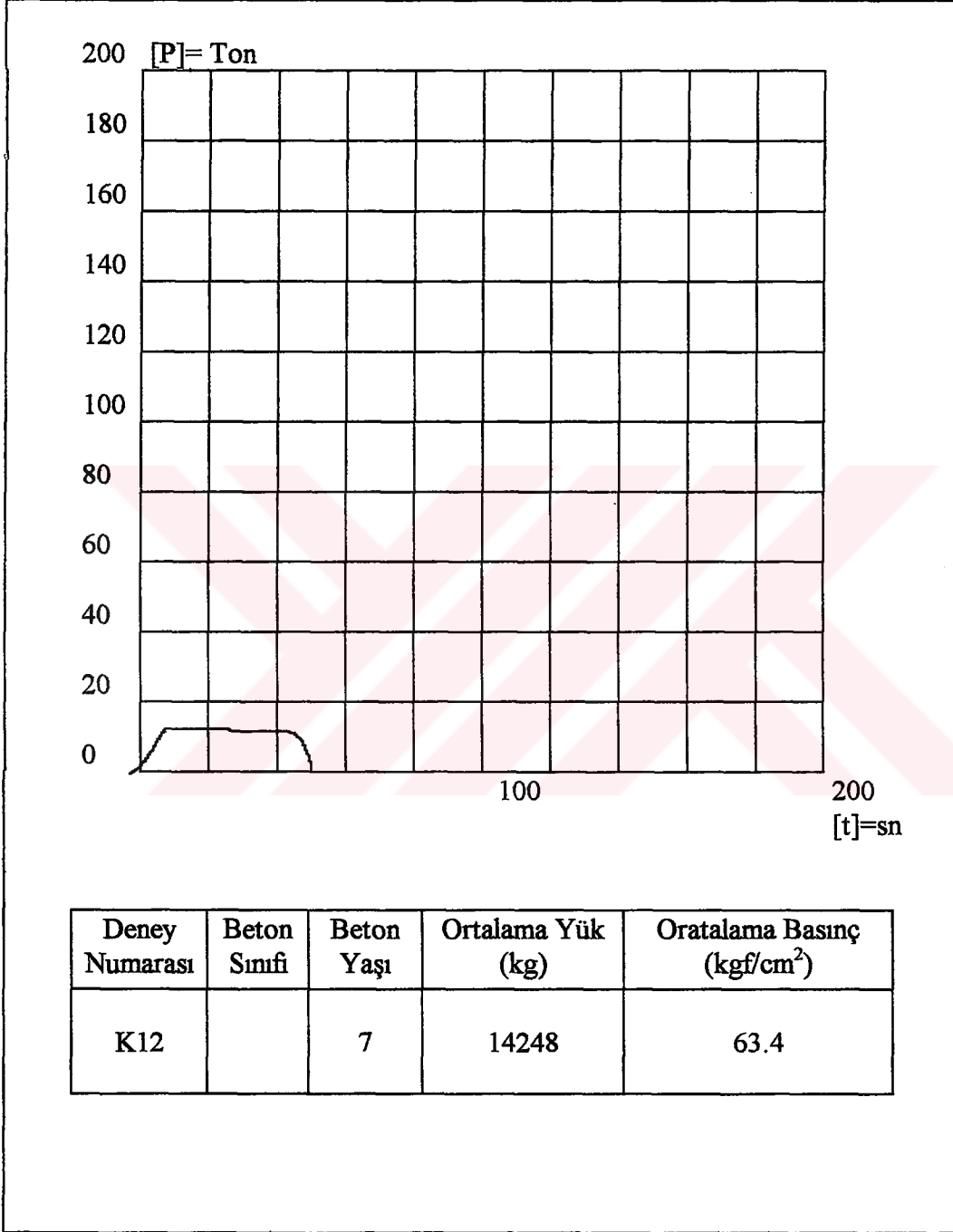
Şekil A.40. K 11 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



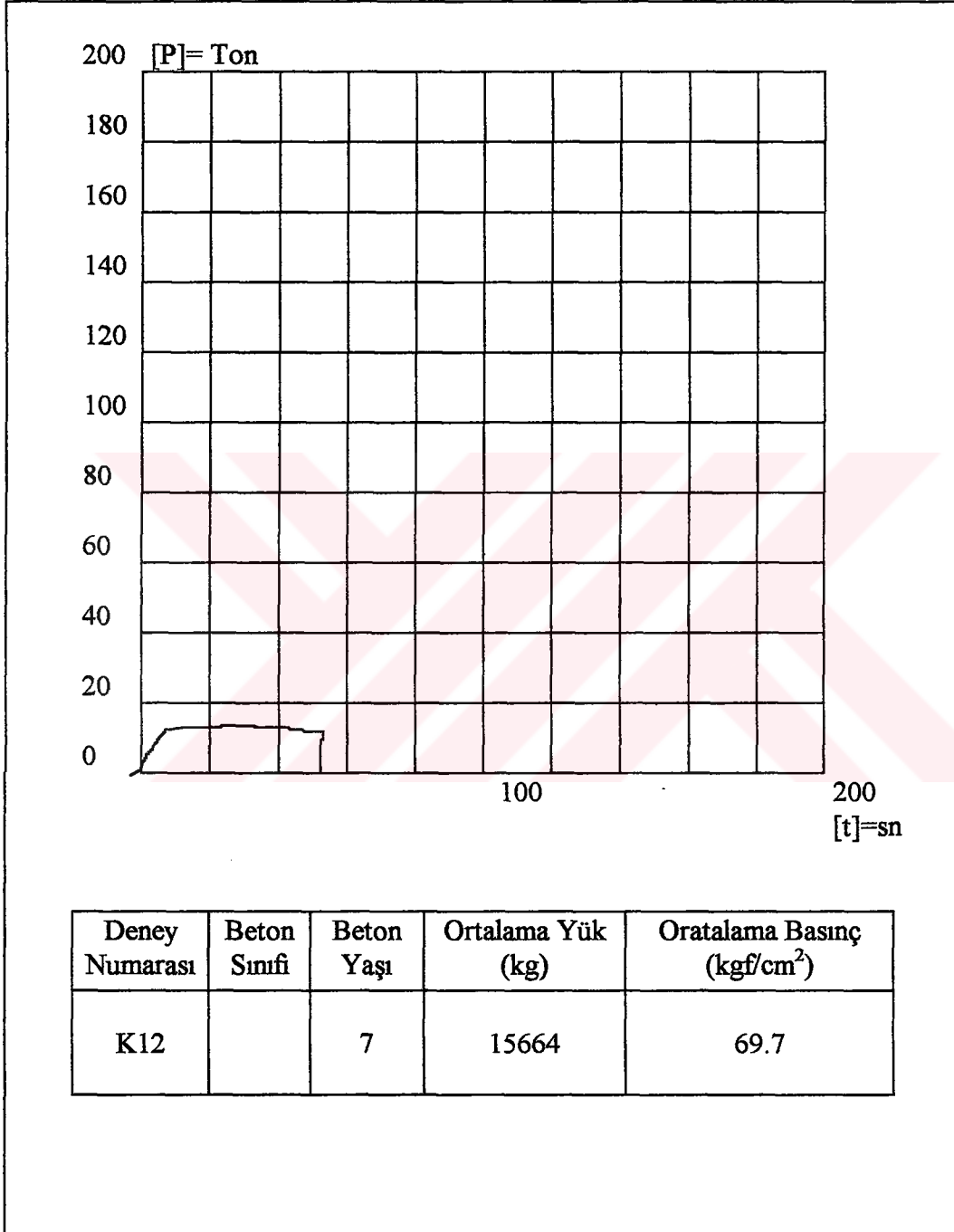
Şekil A.41. K 11 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



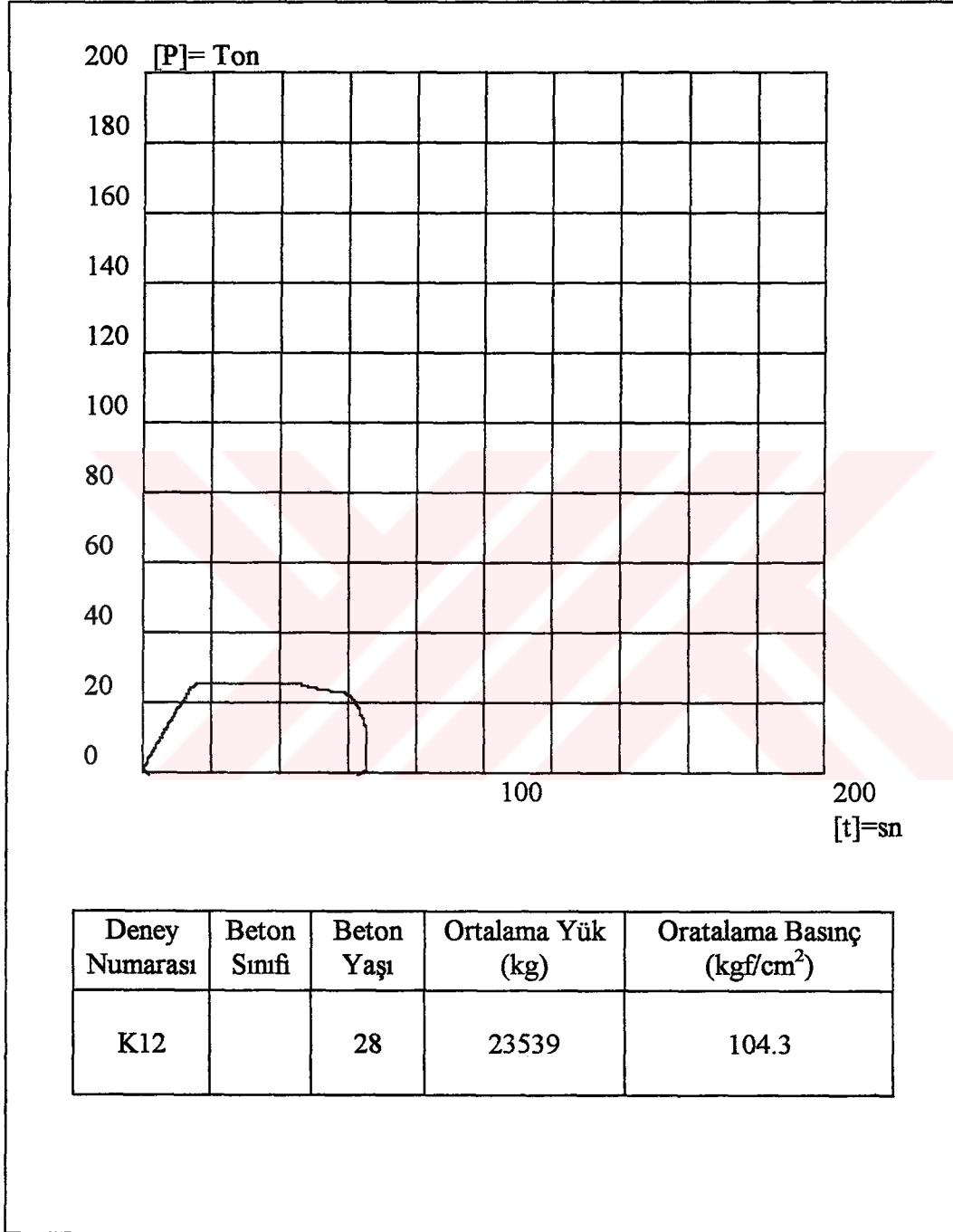
Şekil A.42. K 11 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



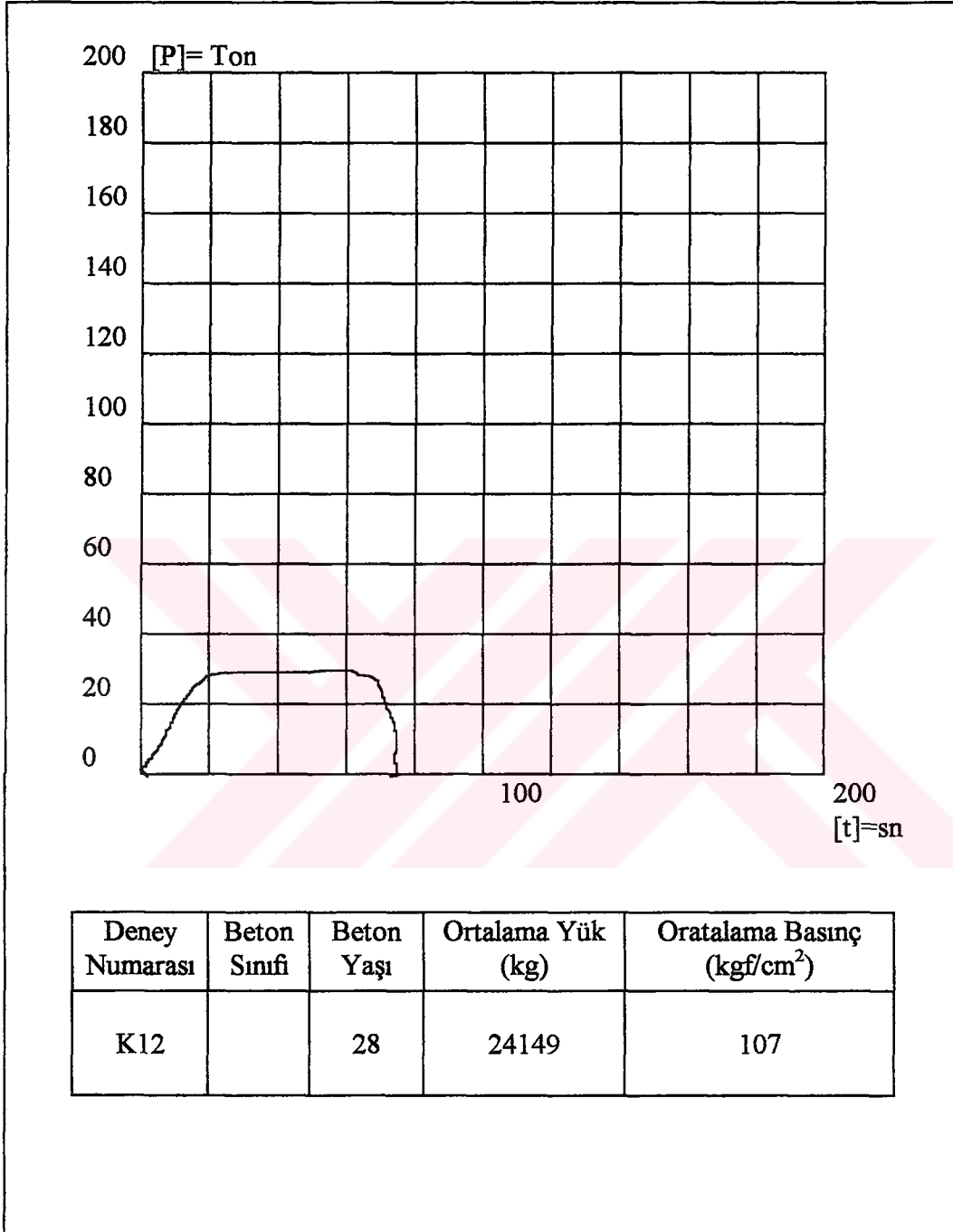
Şekil A.43. K 12 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



Şekil A.44. K 12 numunesi 7 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



Şekil A.45. K 12 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi



Şekil A.46. K 12 numunesi 28 günlük basınç kuvveti -zaman ilişkisi

EK B

Deney numunelerinin resimleri





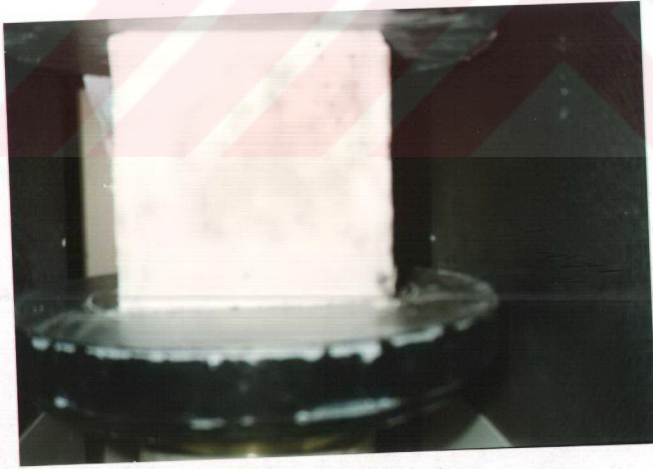
Şekil B.1. Deneilerde kullanılan malzemelerin görünüşü
1 ve 2 nolu malzemeler ince agrega (0-3, 3-7 mm.)
3 ve 4 nolu malzemeler iri agrega (7-15, 15-25 mm)



Şekil B.2. Deneilerde kullanılan malzemelerin görünüşü
5 ve 6 nolu malzemeler doğal pomza ve öğütülmüş pomza
7 ve 8 nolu malzemeler doğal perlit ve öğütülmüş perlit



Şekil B.3. 15x15x15 cm³ ebatlarındaki deney numunesinin görünüşü



Şekil B.4. Deney numunesinin basınç presine kırılması

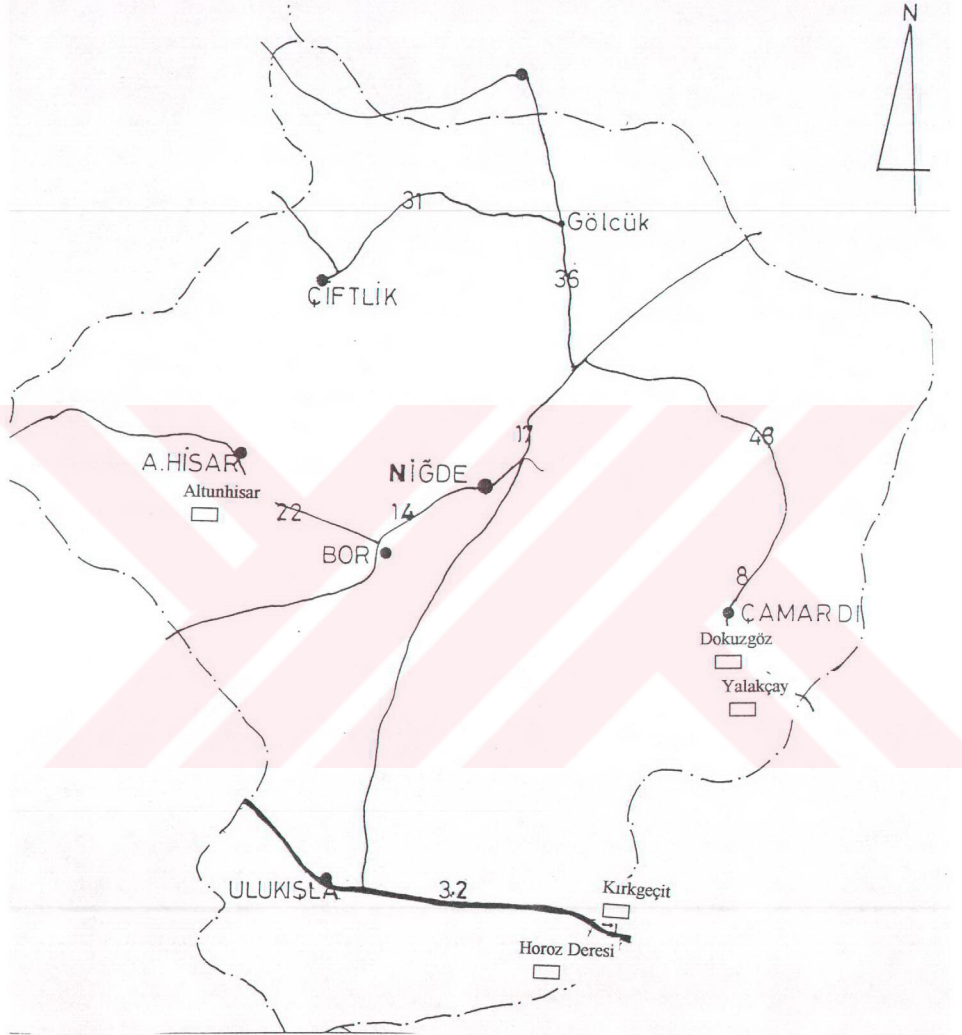


Şekil B.5. Deneş numunesinin basınç presinde kırılmış hali

EK C

Niğde İli inşaat malzemesi ocaklarının haritası





Şekil C.1. Niğde İli inşaat malzemesi ocaklarının haritası