



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DEĞİŞİK ISI YALITIMLI DUVAR ELEMANLARININ MEKANİK VE
FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ**

Gülen YAŞİN KAMACI

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Şubat 20201**

DEĞİŞİK ISI YALITIMLI DUVAR ELEMANLARININ MEKANİK VE FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Gülen YAŞIN KAMACI

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN

Konya
Şubat 2021

KABUL VE ONAY

Gülen YAŞIN KAMACI tarafından hazırlanan “Değişik Isı Yalıtımlı Duvar Elemanlarının Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Deneysel İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, 26 Şubat 2021 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı: **Dr. Öğr. Üyesi Abdulkerim İLGÜN**
KTO Karatay Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Kamil AKIN**
KTO Karatay Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Arife AKIN**
Konya Teknik Üniversitesi

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans/Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Hüseyin Bekir YILDIZ
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans/Doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay *en fazla 6 ay* ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

01 Şubat 2021

Gülen YAŞİN KAMACI

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek bütün hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26 ŞUBAT 2021

Gülen YAŞIN KAMACI

TEŐEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN' e ve kıymetli tecrübelerinden faydalandığım KTO Karatay Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümü öğretim üyelerine, laboratuvar idari personeline, kıymetli aileme ve kıymetli eőim Emre KAMACI' ya teőekkürü bir borç bilirim.

Şubat, 2021

Gülen YAŞIN KAMACI

ÖZET

Gülen YAŞIN

Değişik Isı Yalıtımlı Duvar Elemanlarının Mekanik ve Fiziksel
Özelliklerinin Deneysel İncelenmesi

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2021

Günümüzde inşaat sektöründe teknolojinin de ilerlemesiyle ihtiyaç duyulan yapı malzemelerinin hem fonksiyonel olarak birçok avantajlı özelliği bünyesinde barındırması hem de hafif olması aranmaktadır. Statik olarak yapıya gelen yüklerin azaltılması gözetilmektedir. Bu sebeple çalışmamızda, piyasaya sunulmuş olan ısı yalıtımlı bölücü duvar malzemelerinin geleneksel malzemelere göre bazı üstünlüklerini/sakıncalarını standartlarına uygun olarak deneysel çalışma yapılacaktır. Bu çalışmada ısı yalıtımlı pişmiş toprak tuğla, gazbeton ve epsblok yapı malzemelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri güncel yönetmeliklere uygun olarak basınç dayanım, kapiler su emme deneyleri yapılarak ürünlerin karşılaştırması yapılacaktır. Bu bölücü duvar elemanları fiziksel ve mekanik deneylere tabi tutularak boyut tayini, yoğunluk, net ve kuru birim hacim ağırlık, kapiler su emme, su emme hızı, basınç dayanım karşılaştırmaları yapılmıştır. Bütün deneyler malzeme türlerine göre uygun TS standartlarına göre yapılmıştır. TS EN 772-16 Boyutların Tayini standardına uygun olarak bütün numunelerin boyutları uygun cihazlar kullanılarak tayin edilmiş olup numuneler türüne uygun standart ebatlara göre seçilmiştir. Ürünler etüvde değişmez kütleye gelinceye kadar bekletilmiş net ve kuru birim hacim ağırlıkları tayin edilip su emme deneylerine tabi tutulmuş ve son olarak da basınç dayanımları ilgili TSE' ye uygun olarak test edilmiştir. Seçmiş olduğumuz materyallerin kıyaslamaları yapılmış ve sonuç kısmında yer almıştır.

Anahtar Kelimeler

Tuğla, bimsblok, gazbeton, epsblok, duvar elemanları, basınç dayanımı, su emme,

ABSTRACT

Mechanical and Physical of Various Heat Insulated Walls Experimental Investigation

Gülen YAŞIN

Master's Degree- Civil Engineering Department

Konya 2021

Nowadays, with the advancement of technology in the construction sector, it is sought that the construction materials needed both contain many advantageous features as well as being lightweight. Statically reduced loads are considered. For this reason, in our study, some advantages / disadvantages of the thermally insulated partition wall materials which are introduced to the market over conventional materials will be carried out in accordance with the standards. In this study, physical and mechanical properties of thermally insulated terracotta bricks, aerated concrete and epsblok construction materials will be made by compressive strength, capillary water absorption tests made in accordance with current regulations and products will be compared. These divider wall elements were subjected to physical and mechanical tests and their size determination, density, net and dry unit volume weight, capillary water absorption, water absorption rate, compressive strength comparisons were made. All experiments were carried out according to TS according to material types. In accordance with TS EN 772-16 Determination of Sizes standard, the dimensions of all samples were determined using appropriate devices and the samples were selected according to the standard sizes appropriate for the type. The products were kept in the oven until constant mass, net and dry unit weights were determined and subjected to water absorption tests and finally their compressive strength was tested in accordance with the relevant TS. The comparisons of the materials we have selected have been made and are written in the conclusion.

Keyword

Brick, bimsblok, gasconcrete, epsblock, wall elements, compressive strength

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
1.GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	2
2.1 Materyaller	2
2.1.1 Pişmiş Tuğla Tanımı (TS EN 771-1).....	2
2.1.2. Bims ve bimsblok tanımı ve özellikleri	6
2.1.3.Gazbeton Tanımı ve Özellikleri.....	11
2.1.4. Epsblok Tanım ve Özellikleri	17
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	19
3.1 Boyutların Tayini (Kâgir Birimler – Deney Yöntemleri) (TSE 772-16)	19
3.1.1. Uzunluk, Genişlik ve Yükseklik Ölçülmesi	19
3.1.2. Dış ve İç Et Kalınlıklarının Ölçülmesi	22
3.1.3. Boşluk Derinliklerinin Ölçülmesi	23
3.1.4. Döşeme Yüzlerinin Düzlemsel Parallellığının Ölçülmesi	23
3.1.5. İç ve Dış Et Kalınlıkları Toplamının Ölçülmesi	23
3.2. Kagir Birimlerin Net ve Brüt Kuru Birim Hacim Kütlelerin Tayini.....	23
(Ts En 772-13).....	23
3.2.1. Brüt Kuru Yoğunluk	23
3.2.2. Brüt Hacim.....	23
3.2.3. Net Kuru Yoğunluk	24
3.2.4. Net Hacim	24
3.2.5. Cihazlar	24
3.2.6. Kuru Kütlelerin Tayini.....	25
3.2.7. Net Kuru Yoğunluk	26
3.2.8. Kâgir Birimlerden Alınan Temsili Parçalar	27
3.2.9. Brüt Yoğunluk	27

3.3.Betondan, Gazbetondan, Yapay ve Doğal Taştan Yapılmış Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme ve Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Tayini (TS EN 772-11).....	28
3.3.1. Cihazlar	28
3.3.2.Deney Numunelerinin Hazırlanması	29
3.3.3. Deney İşlemi	29
3.3.4. Beton ve Yapay Taş Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme Katsayısı.....	30
3.3.5. Gazbeton ve Doğal Taş Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme Katsayısı.....	31
3.3.6. Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Hesaplanması	31
3.4. Basınç Dayanımının Tayin (TS EN 772-1+A1).....	33
3.4.1. Kullanılan Cihazlar	33
3.4.2. Numune Alma Numune Alma Yöntemi	33
3.4.3. Yüzey Hazırlanması.....	34
3.4.4. Lambalar veya Zıvanaların Kesilerek Uzaklaştırılması.....	34
3.4.5.Yüzeyinde Çukurlar Bulunan ve Başlık Yapılmayacak Kâgir Birimlerin Hazırlanması	35
3.4.6.Aşındırma.....	35
3.4.8. Başlıklanmış Numunelerin Muhafazası.....	38
3.4.9. Numunelerin Deneyden Önce Şartlandırılması	38
3.4.10. Yükleme Alanı.....	39
3.4.12. Yükleme.....	40
4. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARININ VE İRDELENMESİ.....	42
5. SONUÇLAR	71
6. KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	73

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Fabrika tuğlalarının basınç mukavemeti.....	5
Tablo 2. Pomzanın Türkiye'deki tüketim yüzdeleri	8
Tablo 3. Gazbeton ısı iletkenlik değeri ve kuru birim hacim ağırlığı	14
Tablo 4. Gazbeton birim hacim ağırlık basınç dayanım değerleri	15
Tablo 5. Gazbeton birim hacim ağırlık elastisite-modülü değerleri	16
Tablo 6. Kuru birim hacim ağırlık-kayma gerilmesi değerleri	16
Tablo 7. Bimsblok numunesi boyut tayini	42
Tablo 8. Epsblok boyut tayini	43
Tablo 9. Gazbeton boyut tayini.....	43
Tablo 10. Tuğla numunesi boyut tayini	44
Tablo 11. Bimsblok numunesinin değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutma işlemi ...	44
Tablo 12. Epsblok numunesinin değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutma işlemi	45
Tablo 13. Gazbeton numunesinin değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutma işlemi ...	46
Tablo 14. Tuğla numunesinin değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutma işlemi	46
Tablo 15. Bimsblok numunesinin kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluğu tablosu	47
Tablo 16. Epsblok kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluk tablosu	48
Tablo 17. Gazbeton kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluk tablosu	48
Tablo 18. Bimsblok numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri	50
Tablo 19. Bimsblok numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları	50
Tablo 20. Epsblok numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri.....	51
Tablo 21. Epsblok numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları.....	52
Tablo 22. Gazbeton numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri	53
Tablo 23. Gazbeton numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları.....	54
Tablo 24. Tuğla numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri	55
Tablo 25. Tuğla numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları	55
Tablo 26. Bimsblok numunelerinin doğgun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri	57
Tablo 27. Epsblok numunelerinin doğgun hale ulaştığı zamandaki su emme değerleri.	58
Tablo 28. Gazbeton numunelerinin doğgun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri	59
Tablo 29. Tuğla numunelerinin doğgun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri....	60
Tablo 30. Numunelerin su emme oranlarının ortalaması.....	61

Tablo 31. Numunelerin basınç dayanım sonuçları.....	62
Tablo 32. Bimsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri.....	63
Tablo 33. Epsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri	64
Tablo 34. Epsblok numunelerinin basınç dayanım değerleri.....	65
Tablo 35. Gazbeton numunelerinin kırılma yükü değerleri	66
Tablo 36. Gazbeton numunelerinin basınç dayanım değerleri.....	67
Tablo 37. Tuğla numunelerinin kırılma yükü değerleri	68
Tablo 38. Tuğla numunelerinin basınç değerleri	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Değişik tuğla tiplerinin gösterimi	3
Şekil 2. Pomza taşı görünümü.....	7
Şekil 3. Çeşitli bimsblok örnekleri.....	9
Şekil 4. Bimsblok.....	11
Şekil 5. Gazbeton sembolik gösterimi	11
Şekil 6. Epsblok örneği	18
Şekil 7. Deneysel çalışmada kullanılan ölçme cihazı	19
Şekil 8. Ölçme yerleri	20
Şekil 9. Ölçme yerleri	20
Şekil 10. Ölçme yerleri	21
Şekil 11. Ölçme değerleri.....	21
Şekil 12. Ölçme değerleri.....	22
Şekil 13. Deneysel çalışmada kullanılan etüv	24
Şekil 14. Deneysel çalışmada kullanılan terazi ve ölçümden bir görünüm	25
Şekil 15. Deneysel çalışmadan bir görünüm.....	27
Şekil 16. Numunelerin etüvde kurutulması.....	29
Şekil 17. Numunelerin kapiler su emme tayini.....	30
Şekil 18. Numunelerin kapiler su emme tayini.....	31
Şekil 19. Numunelerin kapiler su emme tayini.....	32
Şekil 20. Numunelerin kapiler su emme tayini.....	32
Şekil 21. Numunelerin kapiler su emme tayini.....	33
Şekil 22. Başlıklamada kullanılan harç	36
Şekil 23. Deneysel çalışmada başlıklama yapımı	37
Şekil 24. Bimsblok boşluklarının doldurulması.....	37
Şekil 25. Tuğla numunesi başlıklama	38
Şekil 26. Deneysel çalışmada Epsblok basınç dayanımı	40
Şekil 27. Deneysel çalışmada gazbeton numunesi basınç dayanımı.....	41
Şekil 28. Deneysel çalışmada bimsblok basınç dayanımı.....	41
Şekil 29. Bimsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi.....	51
Şekil 30. Epsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi	52
Şekil 31. Gazbeton numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi	54
Şekil 32. Gazbeton numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi	56

Şekil 33. Bütün numunelerin kapiler su emme katsayılarının karşılaştırılmasının grafik gösterimi.....	56
Şekil 34. Bimsblok numunelerinin su emme oranları	58
Şekil 35. Epsblok numunelerinin su emme oranları	59
Şekil 36. Gazbeton numunelerinin su emme oranları	60
Şekil 37. Tuğla numuneleri su emme oranları	61
Şekil 38. Numunelerin su emme oranlarının karşılaştırma grafiği	62
Şekil 39. Bİmsblok numunesinin basınç dayanım grafikleri	63
Şekil 40. Bimsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri grafik gösterimi	64
Şekil 41. Epsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri grafik gösterimi.....	65
Şekil 42. Epsblok numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi	66
Şekil 43. Gazbeton numunelerinin kırılma yükü değerleri grafik gösterimi	67
Şekil 44. Gazbeton numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi	68
Şekil 45. Tuğla numunesinin kırılma yükü değerleri grafik gösterimi	69
Şekil 46. Tuğla numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi	70

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

Açıklaması

TS EN

TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ

SİMGELER DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılan simgeler açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
l_u	Kâgir birimin uzunluğu (mm)
w_u	Kâgir birimin genişliği (mm)
h_u	kâgir birimin yüksekliği(mm)
$m_{o,u}$	Kâgir birimin kurutma öncesindeki kütlesi (g),
$m_{o,p,tot}$	Kurutma öncesi toplam kütle (g)
$m_{dry, \rho}$	Değişmez kütleyle gelince kadar kurutulmuş kuru kütle (g)
$m_{dry,p,tot}$	Değişmez kütleyle gelince kadar kurutulmuş toplam kuru kütle
$m_{dry,u}$	Değişmez kütleyle gelince kadar kurutulma sonrası kuru kütle
W_p	Kâgir birim numuneden alınmış üç temsili parçanın rutubet içeriği,
$V_{n,u}$	Kâgir birimin net hacmi (mm^3),
$V_{g,u}$	Kâgir birimin brüt hacmi (mm^3),
$V_{g, \rho}$	Kâgir birimden alınmış parçaların brüt hacmi (mm^3),
$\rho_{n,u}$	Kâgir birimin kuru net yoğunluğu (kg/m^3),
$\rho_{n,p}$	Kâgir birimden alınmış parçaların kuru net yoğunluğu (kg/m^3),
$\rho_{g,u}$	Kâgir birimin kuru brüt yoğunluğu (kg/m^3).
A_s	Deney numunenin suya temas ettirilen yüzeyinin brüt alanı (mm^2),
t_{so}	Deney numunesinin suya temas ettirilme süresi (s).
$C_{w,s}$	kâgir birimlerin kapiler su emme katsayısı,
$C_{wi,s}$	Kil kâgir birimlerin ilk su emme hızı [$(kg/(m^2 \times min))$]
f_b	kâgir birimin standartlaştırılmış basınç dayanımı (N/mm^2),
d	kâgir birim numunelerinin basınç dayanımını, standartlaştırılmış basınç dayanımına çevirmek için kullanılan şekil faktörü çarpanı

1.GİRİŞ

Tuğla ve bimsblok inşaat sektöründe uzun yıllardır kullanılan geleneksel yapı malzemelerinden olup, gazbeton 20 yy. dan beri ve epsblok ise henüz yeni nesil yapı elemanlarındandır. Bu malzemelerin birçok ortak özelliği ve ortak kullanım alanı mevcuttur.

Türkiyenin bulunduğu topografik konum itibariyle mevcut fay hatlarının bulunması, yapıları daha dayanımı yüksek aynı zamanda da hafif malzemelerle kompozit oluşturmaya mecbur bırakmıştır. Bölücü eleman ve dolgu malzemesi olarak kullanılacak malzemelerin hafif olması ve toprak /kil hammaddeli olması yapının nem altında (deprem yüküyle birlikte yıkıcı hasar oluşmasına) dayanımının düşmesine sebep olmaktadır.

Bu çalışmada da yeni nesil hafif malzemelerin diğer malzemelere göre üstünlük ve sakıncalarının güncel standartlara uygun yapılmış deneylerle kıyaslamasına değinilmiştir. Ayrıca yukarıda adı geöen ve kullanılan malzemelerin özelliklerinin literatür özetlerine yer verilmiştir.

Isı yalıtımlı toprak tuğla, bimsblok, gazbeton ve epsblok numuneleri fiziksel ve mekanik özellikleri tanımlanmış ve uygun standartlara göre basınö dayanın, kapiler su emme, su emme hızı, kuru ve net birim hacim ağırlıkları tespit edilmiş ve uygun şekilde tablolar halinde kaydedilmiştir. Sonuö kısmında bu malzemelerin kıyaslamaları yapılmış.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyaller

2.1.1 Pişmiş Tuğla Tanımı (TS EN 771-1)

TS EN 771-1' e göre pişmiş tuğla "Kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip, gerektiğin su, kum, öğütölmüş tuğla ve kiremit tozu küll ve benzeri karıştırılarak makinelerle şekillendirildikten ve kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir. Pişmiş tuğlanın en önemli maddesi olan kil mineral ve kayaların bir takım fiziksel ve kimyasal değişimleriyle oluşur (Ts En 771-1, 2013).

TS EN 771-1' e göre tuğlaların sınıflandırması

Delik oranlarına göre;

- Dolu tuğlalar
- Seyrek delikli tuğlalar
- Az delikli tuğlalar

Dona dayanıklılıklarına göre;

- Dona dayanıklı tuğlalar
- Dona dayanıksız tuğlalar

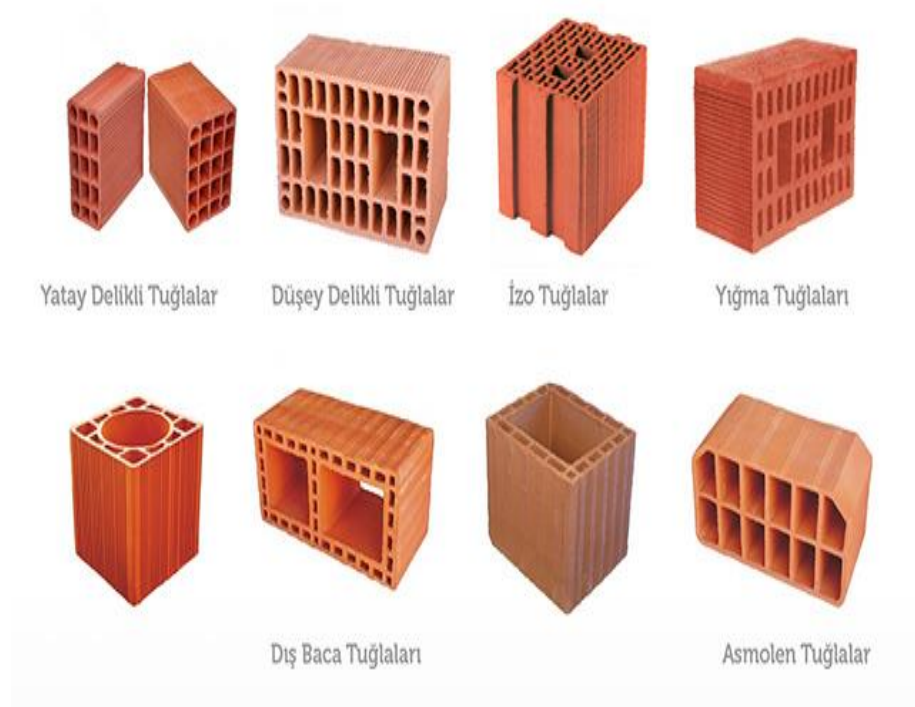
Yapı standartlarına göre;

- Taşıyıcı tuğlalar
- Karkas tuğlalar
- W sınıfı tuğlalar

Delik yönlerine göre tuğlalar;

- Yatay delikli tuğlalar
- Düşey delikli tuğlalar

Şekil 1' de değişik tuğla tipleri gösterimine yer verilmiştir.



Şekil 1. Değişik tuğla tiplerinin gösterimi

2.1.1.1 Tuğlanın özellikler

a. Tuğlanın fiziksel özellikleri

- Geometrik özellikleri: Tuğlalar dikdörtgen prizma şeklinde köşeleri keskin açılarını dik yüzeyleri düzgün olmalı.
- Birim-hacim ağırlık: Tuğlalarda hafiflik aranan fiziksel özelliktir. Boşluklu ve delikli blok tuğlalara bu özellik sağlanır.
- Porozite: Tuğlanın geometrik alanındaki toplam boşluk yüzdesidir. Porozite %25 den fazla olduğunda tuğlalarda basınç dayanımı düşmektedir.
- Su emme: ham maddesindeki su tutma özelliğinden dolayı tuğlaların bir miktar su emdiği bilinmektedir.
- Oluşan bazı hasarlarda su emme miktarıyla doğru orantılıdır. Dış cephede kullanılacak tuğlalara su emme açısından Türk Standartları enstitüsü (TSE) tarafından kısıtlama getirilmiştir.

- Dış cephelerde su emmenin %8 den az olması standartı getirilmiştir. Ayrıca bu denli önemli yapı malzemelerine su girişi engellenemiyorsa malzemenin suya dayanıklılığının artırılması hedeflenmelidir.
- Dona karşı dayanıklılık: Tuğlaların su emme oranına bağlıdır. Suyu fazla oranda emerse dona karşı dayanıklılığı azalır ve içine giren suyun donması ve genişmesiyle çatlaklar oluşabilir (Ts En 771-1, 2013).
- Isı iletkenlik: Özellikle bölücü duvar elemanı olarak kullanılan tuğlalarda ısı iletkenliğinin çok az olması istenir. Bu sebeple de poroziteyi arttırarak (birim hacim ağırlık düşürülerek) ve çeşitli katkı malzemeleri eklenerek ısı iletkenlik katsayısı azaltılır (Çiçek, 2002).

b. Tuğlanın mekanik özellikleri

- Basınç dayanımı: TSE 771-1'e göre fabrika tuğlalarının aranan basınç mukavemetleri aşağıdaki Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Fabrika tuğlalarının basınç mukavemeti

Tuğla Sınıfı	Tipi	Basınç Dayanımı			Hacim Ağırlığı kg/m ³		Delik Oranı %	
		Tuğla Sembolleri	Aritmetik Ortalama kgf/cm ² (N/mm ²)	En Küçük Değer kgf/cm ² (N/mm ²)	maks	Min		
Dolu Tuğla	2000kg/m ³	2.0/240	240(23.5)	190(18.6)	2000	1801	15	
		2.0/180	180(17.6)	145(14.2)				
		2.0/120	120(11.8)	95(9.3)				
	1800kg/m ³	1.8/220	220(21.6)	175(17.2)	1800	1601		
		1.8/150	150(14.7)	120(11.8)				
		1.8/100	100(9.8)	80(7.8)				
Seyrek Delikli Tuğla	1600kg/m ³	1.6/220	220(21.6)	175(17.2)	1600	1401	20	
		1.6/150	150(14.7)	120(11.8)				
		1.6/100	100(9.8)	80(7.8)				
	1400kg/m ³	1.4/200	200(19.6)	160(15.7)	1400	1201		25
		1.4/120	120(11.8)	95(9.3)				
		1.4/80	80(7.8)	65(6.4)				
Az Delikli Tuğla	1200kg/m ³	1.2/150	150(14.7)	120(11.8)	1200	1001	35	
		1.2/100	100(9.8)	80(7.8)				
		1.2/60	60(5.9)	45(4.4)				

Tuğlalarda Basınç dayanımı etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

-Toprağın cinsi

-Porozite

-Pişirilme süresi

-Deliklerin yönü ve miktarı

- Elastisite modülü: Malzemenin gerilmesinin, tam bu andaki deformasyona bölünmesidir. Tuğlanın elastisite modülünün basınç dayanımının 1000 katı civarındadır (Ts En 771-1, 2013)

2.1.2.1.Tuğlanın kullanım alanları

Tuğlanın uzun yıllardır en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Ayrıca vazo ve çömlek yapımında da yaygın kullanım alanı mevcuttur.

İnşaat sektöründe; duvarlarda, bacalarda, dekoratif amaçlı, izolasyon amaçlı olarak kullanım alanları mevcuttur.

2.1.2. Bims ve bimsblok tanımı ve özellikleri

Hafif agregalı beton blok elemanlar, geleneksel betonların yerine uygunluk sağlayan birçok mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Beton yapılarda betonun yoğunluğunun azaltılarak yapı üzerindeki toplam yükün azaltılması istenir ve bu yüklerin en önemlisi de ölü yüklerdir. Bu yüzden hafif betonun kullanılmasıyla bu ölü yükler azaltılır ve taşıyıcı elemanların boyutları küçülerek ekonomik bir kazanç sağlar (Sarışık ve ark. , 1998).

Bims, volkanik faaliyetler esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi aniden terk etmesi sonucu oluşmuş hafif bir yapı malzemesidir.

Gözenekli, süngerimsi yapıda, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, zararsız, uzun ömürlü, yüksek sıcaklıklara dayanıklı, camsı bir yapıya sahip volkanik bir kayadır. Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir.

Gözenekler arası genellikle bağlantısız ve boşluklu olduğundan geçirgenliği düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (Toklu, 2009).

Şekil 2’de pomza taşı görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 2.Pomza taşı görünümü

Uzun yıllardır endüstriyel alanlarda kullanıla gelen bims, hafif yapı malzemesi olarak inşaat sektöründe 20. Yy dan beri kullanılmaktadır. Son yıllarda hafif, gözenekli, yüksek ısı ve ses yalıtım özelliği olan malzemeler öne çıkmıştır. Ülkemizde hafif agregalı yapı malzemelerin önemi yaşanan depremlerle daha da iyi anlaşılmıştır (Tatlıdil & Sancak, 2013).

Hafif agregaları betonlarda istenilen işlenebilme özelliğinin elde edilmesi için normal betona göre daha fazla ince malzeme konması gerektiği, hafif agregalı betonlar ile bunlarla imal edilen blokların normal betona göre daha fazla ısı direnci, ses izolasyonu, yangına karşı daha iyi bir dayanım ve düşük öz ağırlık özelliklere sahip olduğu, hafif agregalı beton blokların daha fazla rötre yapmalarına karşılık düşük elastisite modüllerinin uzama miktarını düşürmesi ile rötre fazlalığının telafi edildiği ve çatlaklarının böylece önleneceği görülmüştür (Ünal ve ark., 2003) .

Tablo 2.’de pomzanın Türkiye’de tüketim yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 2. Pomzannın Türkiye'deki tüketim yüzdeleri

Sektörler	Dünya pomza tüketimi %	Türkiye'nin Dünya Pomza
		Tüketimindeki Payı (%)
İnşaat Sektörü	72	8
Tekstil Sektörü	5	65
Ziraat Sektörü	4	5
Kimya Sektörü	7	3
Diğer Sektörler	12	2

2.1.2.1 Özellikleri

a) Bimsin fiziksel özellikleri

- Özgül ağırlık: Bimsin ortalama özgül ağırlığı 2,2 kg/dm³ tür.
- Porozite: Bimsin porozitesi %70-80 arasında değişmektedir.
- Su emme: Bims boşluklu yapıya sahip olup ortalama su emmesi %15-35 arasında değişmektedir
- Özgül ısı: Cismin birim ağırlığı sıcaklığını 1° C arttırmak için gerekli olan ısıdır. Bims için bu değer 0.32 kcal/kg ° C dir.
- Erime noktası ve yanma mukavemeti: Bims ısıya oldukça dayanıklı bir malzeme olur yanma mukavemeti oldukça yüksektir. 760°C ye kadar hacimsel değişim görülmemekle birlikte 1200° C de büzüşme gerçekleşmekte ve 1300° C de erimeye başlamaktadır.

b) Bimsin mekanik özellikleri

- Basınç dayanımı: Bimsin basınç dayanımı bimsden elde edilen bimsblokların maruz kaldığı basınç ve gerilmelere gösterdiği dirençtir. Genel olarak 25-50 kgf/cm² dir.

2.1.2.2. Bimsblok

Farklı şekil ve boyutlarda birleştirilerek bloklar oluşturulan bims betonlardır. Bimsin endüstriyel alanda yaygın kullanımı dışında birçok teknolojik özelliklere ve fiziksel üstünlüklere sahip olması sebebiyle en çok kullanıldığı alan inşaat sektörüdür.

Üstünlükleri sayesinde dünyanın hemen hemen her yerinde oldukça yaygın kullanıma sahip bir yapı ürünü olmuştur. Son 10 yılda bu üstünlüklerinin üzerine gidilip ve daha da iyileştirme ve avantaj katma çalışmaları ve deneyleri yapılmaktadır. Bu hafif agregalı yapı malzemelerinin önemi özellikle ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerden sonra anlaşılmıştır. Kimyasal tepkimesiz, yanmaz, hafif, atmosferde tepkimesiz ve dayanıklı oluşu, ısı-ses yalıtım özellikli oluşu ve mikro organizmalardan etkilenmez oluşu bu malzemeyi inşaat sektöründe temel yapı malzemelerinden birisi kılar (Sarışık et al., 1998).

Şekil 3' de çeşitli bimsblok örneklerine yer verilmiştir.



Şekil 3. Çeşitli bimsblok örnekleri

a) Bimsblok başlıca kullanım alanları

Betonun içinde normal ağır agrega yerine hafif agrega kullanılarak hem betonun yalıtım özelliğinin geliştirilmiş hem de daha hafif yapılar meydana gelmiş olur. Bu da inşaat sektöründe aranan en önemli özelliklerdir. Binanın yükünün azaltılması, kullanılan malzemelerin aynı anda birden fazla işlev görerek binada daha fazla malzeme kullanımının engellenmesi hem emniyet anlamında hem de ekonomik anlamda katkı sağlamaktadır. Ayrıca enerji yönünden de oldukça tasarruf sağladığı deneylerle kanıtlanmıştır (Kıvrak, 2006).

Bimsblok hem binalarda bölücü duvar elemanı olarak kullanımının yanında yüksek ısı-ses izolasyon özelliği sayesinde alternatif ve avantajlı bir malzemedir.

Son yıllarda hızla gelişen malzeme teknolojisiyle aynı zamanda kullanılan sıva malzemelerinin sadece tutucu birleştirici özellikte değil alternatif olarak ısı ve ses yalıtımında da katkı sağlaması aranmaktadır burada da bims sıva malzemeleriyle kompozit oluşturularak bu işlevi görmektedir.

Temel yapı malzemesi olmasından ziyada mimari ve peyzaj alanında hafif oluşu, atmosferde etkileşimsiz oluşu sebebiyle park bahçe gibi alanlarda dekoratif kaplama malzemesi olarak da tercih edilmektedir.

Çatı ve döşeme dolgusu olarak da oldukça sık tercih edilen bir üründür. Bina temel aralarında, düşük döşemelerde, kapalı çatı altında bu amaçla özel olarak boyutlandırılmış bimsbloklar kullanılmaktadır.

b) Bimsblok TSE standartlarına göre irdeleme kriterleri

Bimsblok numuneleri TSE standartlarına uygun aşağıdaki başlıklarla irdelenmiştir.

- Boyutların tayini
- Birim hacim kütlesi
- Mekanik dayanım
- Su emme

Şekil 4' de bimsblok örneğine yer verilmiştir.



Şekil 4. Bimsblok

2.1.3.Gazbeton Tanımı ve Özellikleri

TSE 771-4'e göre "Gazbeton, ince öğütülmüş silisli bir agrega ve inorganik bir bağlayıcı madde (kireç ve/veya çimento) ile hazırlanan karışımın gözenek oluşturucu hafifletici bir katkı maddesi ilave edilerek ve buhar kürü ile sertleştirilmesiyle elde edilen hafif gözenekli betondur" (Ts En 771-4, 2013).

Şekil 5' de gazbeton sembolik görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 5. Gazbeton sembolik gösterimi

İnşaat sektöründe gözenekli ve hafifletilmiş malzemenin avantajları 19. Yy keşfedilmiş ve günümüze kadar geliştirilerek kullanılmaya devam edilmektedir.

Hammaddesi kuvartis olan gazbeton ağırlıklı olarak inşaat sektöründe kullanılmaktadır. 100°C buhar kürü uygulamasının başta basınç dayanımı olmak üzere birçok fiziksel özelliği iyileştirdiği görölmüştür.

2.1.3.1. Gazbeton sınıflandırması

- Donatısız yapı elemanı

a) Duvar bloklar

- Alın düzleminde oluşturulan profil durumuna göre: (Düz blok-geçmeli blok)
- Duvar örgüsünde kullanılan malzemenin cinsine göre: (Tutkallı duvar blokları-harçlı duvar blokları)

b) Asmolen bloklar

c) U bloklar

d) Yalıtım plakları

-Donatılı yapı elemanları

a) Taşıyıcı elemanları

- Döşeme plakları
- Çatı plakları
- Düşey duvarlar
- Lentolar

b) Taşıyıcı olmayan elemanlar

- Yatay duvar elemanları
- Düşey duvar elemanları
- Bölme duvar elemanları
- Lentolar

2.1.3.2. Gazbeton kullanım alanları

a) Yapı elemanı olarak

- Gazbeton yapı ürünü ağırlıklı olarak inşaat sektöründe kullanılmaktadır.
- Temeller
- Duvarlar (taşıyıcı düşey yatay duvar elemanı, bölücü duvar elemanı, hazır duvarlar)
- Kapı ve pencere lento ve söveler
- Taşıyıcı çatı ve döşeme elemanları
- Asmolen bloklar

b) Isı yalıtım levhaları olarak

Betonarme cephelerin ısı yalıtımında kullanılan bu ürün ayrıca çatı teras tavan gibi alanlarda da ısı yalıtım işlevinde kullanılır.

c) Gazbeton yapı sistemi olarak

Bu sistem bir tür yığma yapı olup donatılı gazbeton elemanları kullanılarak üretilirler. Bünyesinde taşıyıcı düşey duvar elemanları, döşeme elemanları ve lentolar yer almakta olup oldukça sağlam ve yüksek kalite ve donanımda inşa edilirler (Yapıblok, n.d.).

2.1.3.3. Gazbeton özellikleri

a) Gazbeton fiziksel özellikleri

- Malzeme yapısı: Yapısında makro gözenekler bulunmaktadır ve bunları mikro gözenekler çevrelemiştir. En önemli ve belirgin özelliği gözenekli yapıya sahip oluşudur. Hammaddesi silis olup türüne göre gazbetona gri beyaz ve pembe rengini verebilir.
- Özgül ağırlık: Boşluksuz ortalama özgül ağırlığı 2.60kg/dm³
- Porozite: Gazbetonun porozitesi kuru birim hacim ağırlığıyla ters orantılıdır.
- Isıl iletkenlik: Bünyesinde bulunan yaklaşık %80 gözenekli yapı sayesinde düşük ısıl iletkenliğe sahiptir. Tablo 3' de gazbeton ısı iletkenlik değeri ve kuru birim hacim ağırlığı değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 3. Gazbeton ısı iletkenlik değeri ve kuru birim hacim ağırlığı

Isı İletkenlik değeri λ k Kcal/m.h°C	Kuru Birim Hacim Ağırlığı Kg/m ³
0,07	300
0,08	400
0,1	500
0,12	600
0,14	700
0,16	800

- Isıl genleşme: 20-100° C de 0.008mm/m° C
- Özgül ısı: Özgül ısı katsayısı malzemenin ağırlıkça %2-5 denge oranında neme sahip olduğu durumda 0.24-0.26 kcal/kg °C.
- Erime noktası: Gazbeton yaklaşık 1000 °C civarında camsılaşmaya 1100 - 1200°C civarında erimeye başlar.
- Rötire: Bünyesindeki nem miktarı azaldıkça hacim kaybetmekte nem miktarı arttıkça hacim kazanmaktadır. Rötire eğeri 0.5 mm/m'den fazla olmamalıdır.
- Su emme: Üretimde malzemeye eklenen suyun çok az bir miktarı bünyesinde kalırken büyük bir kısmı buharlaşma yoluyla atılmaktadır. Atılan su miktarı gaz betonda %50 iken betonda %82 tuğlada %100 dür.

Buharlaşma ne kadar hızlı ise kılcal yapı o kadar gelişmiş olur. Gazbetonda buharlaşmanın az ve yavaş olmasının sebebi üretim metodu olarak pişirme değil aksine su buharında birleştirilmesidir. Bu sebeple kılcal yapısı zayıf olup su emme engellenememektedir.

Suya doymuş bir malzemedeki nem miktarı onun su emme kapasitesini vermektedir. Nem oranı arttıkça malzeme donmaya karşı hassas olmakta ve ısı yalıtım özelliğini de kaybetmeye başlamaktadır (Çiçek, 2002).

b) Gazbeton mekanik özellikleri

- Basınç Mukavemeti: kuru birim hacim ağırlığına ve nem miktarına bağlıdır. Basınç mukavemeti TSE 771-4'e göre 10x10x10' luk numunelerde yapılan deneylerle belirlenir. Malzemenin ağırlıkça %10 neme ulaşmaya kadar kurutulmasından sonra kırılmasıyla bu değerlere ulaşılır. Gazbetonda nem arttıkça mukavemet kaybetmektedir (Ts En 771-4, 2013).

Tablo 4' de gazbeton birim hacim ağırlık-basınç dayanım değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 4. Gazbeton birim hacim ağırlık basınç dayanım değerleri

	Ortalama en küçük basınç mukavemeti değeri Kgf/cm ²	En küçük basınç mukavemet değeri Kgf/cm ²	Birim hacim ağırlığı	Ortalama birim hacim ağırlığı
G2	25	20	0,4	0,31 ile 0,40
			0,5	0,41 ile 0,50
G3	35	30	0,5	0,41 ile 0,50
			0,6	0,51 ile 0,60
G4	50	40	0,6	0,51 ile 0,60
			0,7	0,61 ile 0,70
G6	75	60	0,7	0,61 ile 0,70
			0,8	0,71 ile 0,80

- Elastisite modülü: Gazbetonun kuru birim hacim ağırlığına ve küp mukavemetine bağlıdır. Tablo 5' de gazbeton birim hacim ağırlık- elastisite modülü değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 5. Gazbeton birim hacim ağırlık elastisite-modülü değerleri

Kuru Birim Hacim Ağırlığı kg/m³	Elastisite Modülü kg/cm²
300	3800
400	7500
500	12500
600	20000
700	30000
800	42000

- Çekme mukavemeti: Gazbetonda çekme mukavemeti basınç mukavemetinin yaklaşık 1/6'sı, yani 2-12kg/cm² arasında değişmektedir.
- Kayma mukavemeti: Tablo 6'da kuru birim hacim ağırlık- kayma gerilmesi değerlerine aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 6. Kuru birim hacim ağırlık-kayma gerilmesi değerleri

Kuru Birim Hacim Ağırlığı kg/m³	Kayma Gerilmesi kg/cm²
300-500	0,8
400-600	0,8
500-700	1,2
600-800	1,2

2.1.3.4. Gazbetonun avantajları ve dezavantajları

- Gazbeton daha hafiftir, bu hem daha hafif yapı çözümleri demek, hem de daha hızlı uygulanabilirlik demektir.
- Isı ve ses izolasyonu, tuğlaya göre daha fazladır. Bu da gazbetonu tercih sebebi yapan bir diğer avantajıdır.
- Gazbeton, daha pratik uygulanabilirliği ile daha hızlı imalat sağlar, ayrıca daha düz yüzeyi sayesinde ardıl imalatlara kolaylık sağlar
- Başlıca dezavantajları; çok fazla boşluklu bir yapı olması nedeniyle, gazbetonun nem geçirgenliği yüksektir, bu nedenle dış cephe izolasyonu çok daha fazla önem arz etmektedir (Çiçek, 2002).
- Sıva uygulamasının zorluğu ve daha sık görülen sıva çatlakları, gazbeton ile ilgili gelen şikayetlerin başında gelir
- Maliyetini de performansından bağımsız değerlendirirsek, gazbeton pahalı bir malzemedir (özdemir, n.d.).

2.1.4. Epsblok Tanım ve Özellikleri

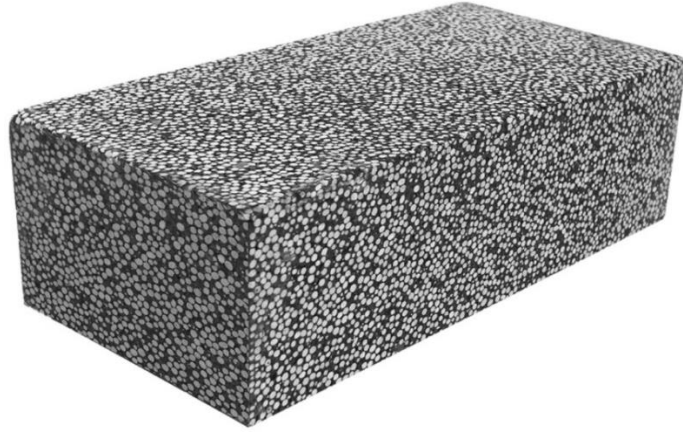
Epsblok, eps (genleştirilmiş polistiren) malzemenin hammadde olarak kullanıldığı, çimento ve çeşitli sıvı bileşenlerinde oluşan hafif, dayanıklı, emsallerinden daha üstün ısı yalıtım özelliklerine sahip ve birçok alanda kullanılabilen yeni nesil duvar elemanıdır. Uygulama kolaylığı nedeni ile özellikle bims, gazbeton, tuğla işçiliğine göre daha düşük işçilik maliyetlerine sahiptir. TSE'nin TS 13565-2013 standardına göre "Yalıtım Tabakalı Sandviç Hafif Kagir Birim" olarak sertifikalandırılmıştır.

Isı yalıtım değeri 0,08W/m K (U 0,381 W/m²K) bu yalıtım özelliklerinden dolayı mantolamaya ihtiyaç duymaz. Yüksek dayanıklılığa sahip aynı zamanda çok hafiftir.

1m³ ağırlığı 350-400 kg dır. Binaların deprem yükünü azaltarak statik hesaplarda avantaj sağlar. Çok kolay ve hızlı işlenebilir. Emsallerine göre daha az örme harcı ve sıva uygulaması ile yüzey kapaması sağlar (Epsblok, n.d.).

2.1.4.1. Epsblok avantaj ve dezavantajları

- a) Hafif: Epsblok hafif yapısı sayesinde kolayca taşınır, inşa süresinde büyük kolaylık sağlar. Aynı zamanda yapının hafif olmasını sağlayarak, deprem durumunda avantaj sağlar ve güvenliği artırır.
 - b) İzolasyonlu: Ses ve ısı geçirmediği çeşitli testlerle anlaşılmış olan bu malzeme ekstra izolasyona ihtiyaç duyulmadan maliyette ciddi avantaj sağlar. Yapının yaz boyunca serin kalmasını kış boyunca da içindeki sıcaklığı korumasını sağlar.
 - c) Basınç Dayanımı: TS EN 772-1 E göre basınç dayanımı: $1,6 \text{ N/mm}^2$ dir.
 - d) Çevreci: Sürdürülebilir bir yapıya sahiptir.
 - e) Yanmaz alev almaz: Sıya karşı yüksek dirence sahiptir.
 - f) Isı iletkenlik değeri: 0.08 dir. Enerji maliyetinde %60-%80 e kadar tasarruf sağlar.
 - g) Ses yalıtımı: 16.9 Db
 - h) Kılcal yolla su emme: $18 \text{ g/m}^2 \text{xs}^{0.5}$ Basınç kayma dayanımı: $0,12 \text{ N/mm}^2$
- Şekil 6'da epsblok örneğine yer verilmiştir.



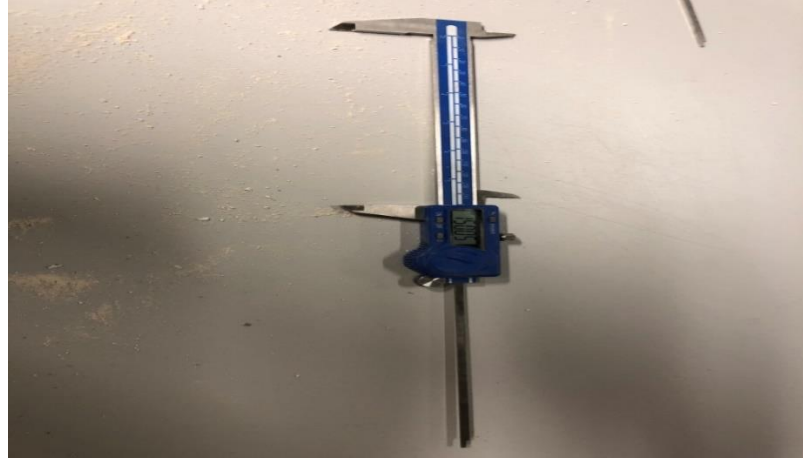
Şekil 6. Epsblok örneği

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Boyutların Tayini (Kâgir Birimler – Deney Yöntemleri) (TSE 772-16)

Deneysel çalışmada kullanılan numuneleri baştan başa, iç ve dış et kalınlıkları, boşluk derinlik ve genişliklerinin tayinini kapsar. Bu deneysel çalışma TSE 772-16 (boyutların tayini (Kagir Birimler- Deney Yöntemleri) 'ne göre yapılmıştır.

Ölçülme işlemine başlanmadan önce ölçülecek olan numunenin yüzündeki herhangi bir kalıntı ya da parça varsa düzlemsel olarak temizlenmeli ve fazlalık aşındırılmalıdır. Ölçüm cihazının ölçme hatası 0,1 mm'den büyük olmamalıdır. Şekil 7'de de deneysel çalış sırasında kullanılan ölçme cihazına yer verilmiştir.

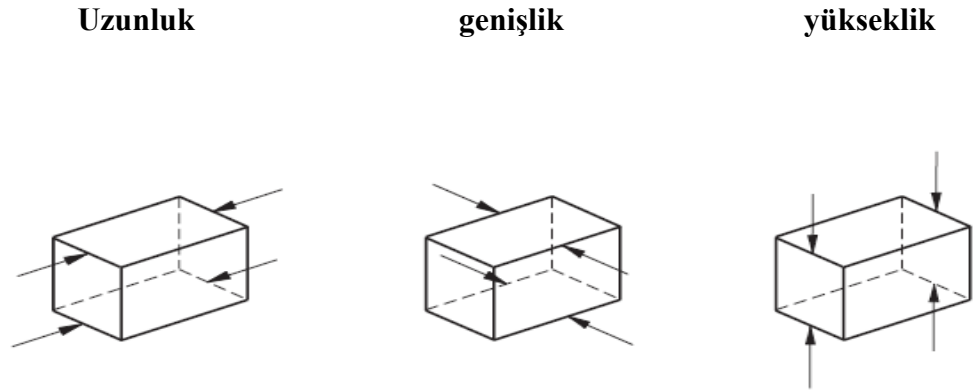


Şekil 7. Deneysel çalışmada kullanılan ölçme cihazı

3.1.1. Uzunluk, Genişlik ve Yükseklik Ölçülmesi

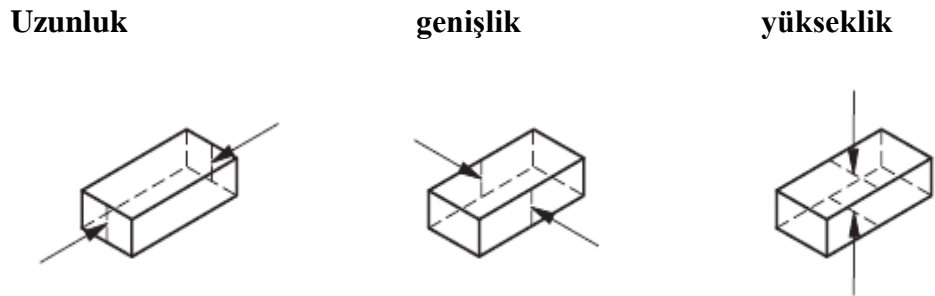
a) Her numunenin yan kenarlarında, Şekil 8 'de gösterilen yerlerden iki ölçme işlemi yapılır.

$l_u \leq 250$ mm, $w_u \leq 125$ mm ve $h_u \leq 100$ mm şartlarında ikisinin sağlanması halinde işlem b) kullanılmalıdır:



Şekil 8. Ölçme yerleri

- b) Her numunenin yaklaşık ortasında, Şekil 9. 'da kesikli çizgi ile gösterilen hat boyunca kumpasın çeneleri iki kenardan taşacak şekilde yerleştirilerek bir ölçme işlemi yapılır.



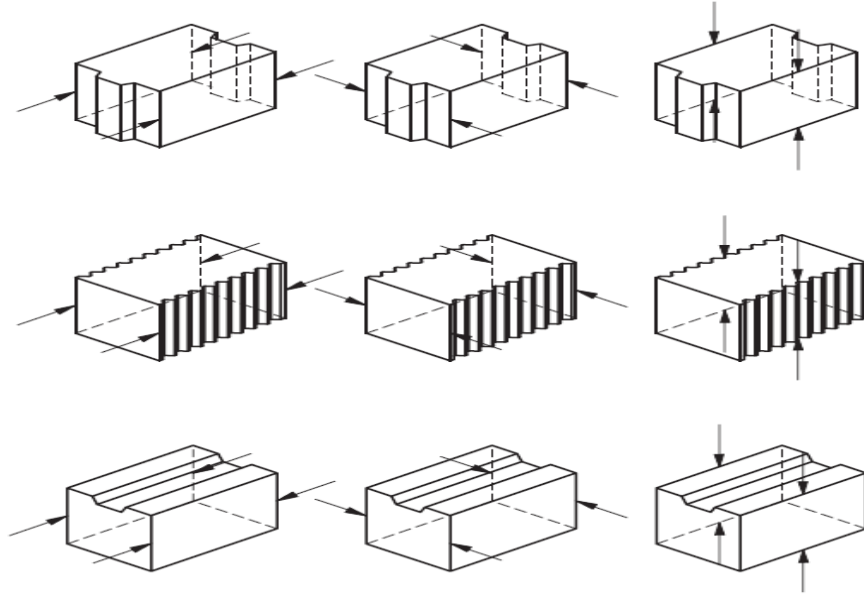
Şekil 9. Ölçme yerleri

- c) Yüzeyi düzgün olmayan üzerinde sıva, harç vb. bulunan numunelerin boyut tayini şekil 10' da gösterilen yerlerden ölçülmelidir.

Uzunluk

genişlik

yükseklik



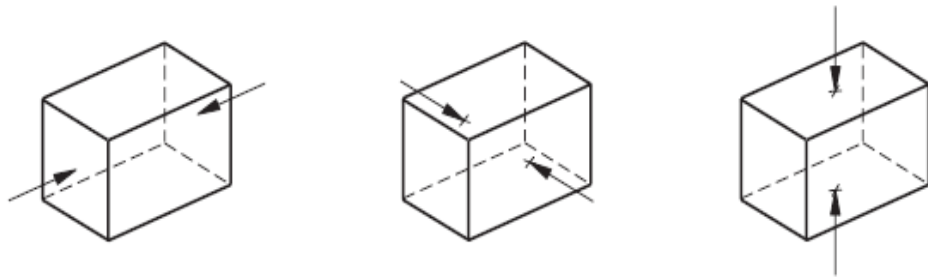
Şekil 10. Ölçme yerleri

c) Her numunenin yaklaşık ortasında, Şekil 11’de gösterilen yerlerden bir ölçme işlemi yapılır

Uzunluk

genişlik

yükseklik



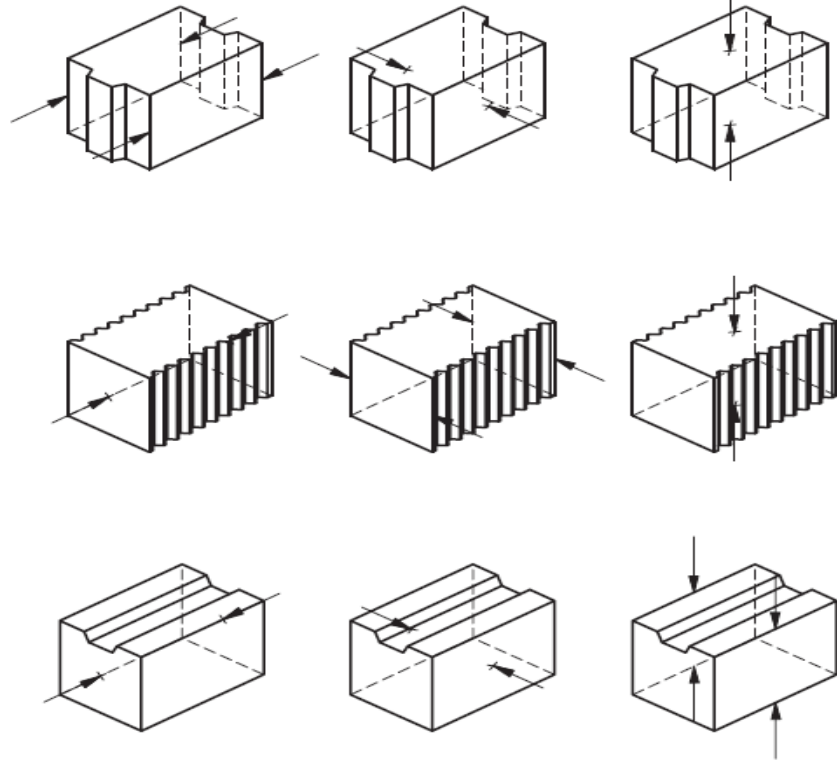
Şekil 11. Ölçme değerleri

d) Yüzeyi düzgün olmayan numunelerde yaklaşık ortasından Şekil 12’de gösterilen yerlerden ölçülmelidir.

Uzunluk

genişlik

yükseklik



Şekil 12. Ölçme değerleri

3.1.2. Dış ve İç Et Kalınlıklarının Ölçülmesi

Gerekli görülürse numunelerin iç ve dış et kalınlıkları standartın ilgili bölümüne uygun olarak ölçüm yapılmalıdır. Ölçüm yapılacak olan numunenin üç ayrı noktasından ölçüm yapılır. Ölçülen numunenin iç ve dış et kalınlığı en yakın 0.2 mm’ ye yuvarlanarak gösterilmelidir.

3.1.3. Boşluk Derinliklerinin Ölçülmesi

İlgili TSE standartına uygun olarak yapılacak olan ölçümde numunenin bir yüzünden diğer yüzeyine ulaşamayan boşluk derinliği 2 farklı yerden ölçülür ve en yakın 0,5 mm 'ye yuvarlatılarak gösterilmelidir.

3.1.4. Döşeme Yüzlerinin Düzlemsel Paralelliğinin Ölçülmesi

Ölçme işlemi yapılmadan önce numune düz ve oynamaz bir şekilde yerleştirilir. Numunenin yerleştirildiği düz yüzeyden üst döşeme yüzüne kadar olan mesafe, dört köşeden ölçülür ve en yakın 0,2 mm 'ye yuvarlatılarak gösterilir.

3.1.5. İç ve Dış Et Kalınlıkları Toplamının Ölçülmesi

İç ve dış et kalınlıkları toplamı tayin edilir. Bu toplam ölçü, kalıpla oluşturulmuş boşlukları birbirine bağlayan, bir yüzden diğer yüze veya bir alından diğer alına kadar uzanan hat üzerinde bulunan her bir iç ve dış et kalınlıklarının toplamıdır. Her bir iç ve dış et kalınlıkları seçilen hat üzerinde belirlenir (TS EN 772-16, 2012).

3.2. Kagir Birimlerin Net ve Brüt Kuru Birim Hacim Kütlelerin Tayini

(Ts En 772-13)

Bu deneysel çalışmada numunelerin kuru ve net yoğunluklarının ilgili standarta uygun olarak tayinin kapsamaktadır. Değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuş numunelerin Standartın ilgili bölümündeki gerekli formüllerle hesaplamaları yapılarak net ve brüt kuru yoğunlukları hesaplanır.

3.2.1. Brüt Kuru Yoğunluk

Numunelerin değişmez kütleye ulaşmış durumdaki brüt yoğunluğudur.

3.2.2. Brüt Hacim

Numunelerin ölçülen uzunluk, genişlik ve yüksekliği kullanılarak hesaplanan hacminden boşluk, delik ve oyuk hacimlerinin çıkarılarak elde edilen hacmidir.

3.2.3. Net Kuru Yoğunluk

Değişmez kütleye kadar kurutulmuş durumdaki numunenin net yoğunluğu.

3.2.4. Net Hacim

Numunenin brüt hacminden, harçla dolacak şekilde plânlanmayan, herhangi delik ve boşlukların hacminin çıkartılmasıyla bulunan hacim

3.2.5. Cihazlar

a) Hava dolaşımli etüv: Kil, kireç-kumtaşı ve gazbeton kâgir birimlerde kullanmak için sıcaklığı, (105 ± 5) °C' a ayarlanabilen.

b) Havalandırmalı etüv: Beton ve yapay taş kâgir birimlerde kullanmak için sıcaklığı, (70 ± 5) °C' a ayarlanabilen.

c) Terazi: Bütün numuneleri ve numune parçalarının kütlelerinin %0,1'i doğrulukla tartmaya uygun olan.

Şekil 13 ve 14' de deneysel çalışmadan görünümlere yer verilmiştir.



Şekil 13. Deneysel çalışmada kullanılan etüv



Şekil 14. Deneysel çalışmada kullanılan terazi ve ölçümden bir görünüm

3.2.6. Kuru Kütlenin Tayini

3.2.6.1. Kâgir birim numuneler

Beton veya yapay taş kagir birim numuneleri (70 ± 5) °C sıcaklığa ayarlanmış, kil, kireç, kumtaşı ve gazbeton kagir birim numuneler ise (100 ± 5) °C sıcaklığa ayarlanmış havalandırılmalı etüvde, değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulur. 24 saat aralıklarla tartımlar yapılır ve değişmez kütleye ulaşınca kuru kütle ($m_{dry,u}$) kaydedilir.

3.2.6.2. Kâgir birimlerden alınmış parçalar

Kagir birimlerden parça alınması durumunda, öncelikle parçaların her birinin kütlesi ($m_{o,u}$) tartılarak kaydedilir. Daha sonra her numunenin dolu kısımlarından üç temsili parça alınır. Parçaların toplam kütlesi en az 100 g olmalıdır. Daha sonra alınan parça grupları birlikte tartılır ve kütlesi ($m_{o,p,tot}$) kaydedilir. Kütlesi kaydedilen numune grupları deney şartlarını sağlayacak şekilde değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulur ve kuru kütlesi ($m_{dry,p,tot}$) kaydedilir.

Üç parçadan oluşan her grubun nem içeriği, aşağıda verilen eşitlik (3.1) kullanılarak hesaplanır.

$$w_p = \frac{m_{o,\rho,tot} - m_{dry,\rho,tot}}{m_{dry,\rho,tot}} \quad (3.1)$$

Parçaların alındığı numunenin kuru kütlesi ($m_{dry,u}$), aşağıda verilen (3.2) eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$m_{dry,u} = \frac{m_{o,u}}{1+w_p} \quad (3.2)$$

3.2.7. Net Kuru Yoğunluk

Net hacim, aşağıda verilen metotlardan uygun olanı kullanılarak belirlenir:

- a) Kil kâgir birimlerde, EN 772-3'te tarif edildiği şekilde su içerisinde tartılarak,
- b) Kireç kumtaşı kâgir birimlerde, EN 772-9'da tarif edilen kum doldurma işlemi kullanılarak
- c) Yapay taş ve boşluksuz beton kâgir birimlerde, uygun ölçme cihazı ile EN 772-16'ya uygun olarak belirlenen hacimden (uzunluk x genişlik x yükseklik), bütün çukur ve oyukların hacmi çıkartılarak,
- d) Tasarlanarak oluşturulmuş boşluk içeren beton kâgir birimlerde, yukarıda
- c) maddesinde tarif edilen işlem, ilâve olarak, diğer bütün boşlukların hacmi de çıkartılması suretiyle uygulanır. Net hacim $V_{n,u}$ en yakın 104 mm^3 'e yuvarlatılarak gösterilir.

Deneysel çalışmada numunelere en uygun yöntem olan c) maddesine göre net hacimler hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Daha sonra numunenin net yoğunluğunu $\rho_{n,u}$ bulmak için aşağıdaki (3.3) eşitliği kullanılarak hesaplanır:

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,u}}{v_{nu}} \times 10^6 \quad (3.3)$$

Her kâgir birim numunenin kuru yoğunluğu hesaplanır ve yoğunluğu 1000 kg/m^3 'e kadar olan birimlerde en yakın 5 kg/m^3 'e, yoğunluğu 1000 kg/m^3 ve daha fazla olan

birimlerde ise en yakın 10 kg/m^3 'e yuvarlatılarak gösterilir. Numunelerin ortalama kuru yoğunluğu da hesaplanır. Şekil 15'de deneysel çalışmadan bir görünüme yer verilmiştir.



Şekil 15. Deneysel çalışmadan bir görünüm

3.2.8. Kâgir Birimlerden Alınan Temsili Parçalar

Alınan parçaların net kuru yoğunluğu aşağıda anlatıldığı şekilde hesaplanır.

Öncelikle numuneden alınan her parça yukarıdaki ilgili bölümde tarif edildiği gibi değişmez kütleyle gelinceye kadar kurutulur ve kuru kütle $m_{dry,p}$ belirlenir. Her parçanın hacmi $V_{g,p}$, 1 mm doğrulukla ölçülen, uzunluk, genişlik ve yükseklik kullanılarak hesaplanır. Net kuru yoğunluk- $\rho_{u,p}$ aşağıda verilen eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanır ve en yakın 5 kg/m^3 'e yuvarlatılır:

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,p}}{V_{nu}} \times 10^6 \quad (3.4)$$

Numunenin yoğunluğu alınan parçaların net yoğunluğunun ortalaması alınarak belirlenir. Kâgir birimlerin net yoğunluğu 1000 kg/m^3 'e kadar olan birimlerde en yakın 5 kg/m^3 'e, yoğunluğu 1000 kg/m^3 ve daha fazla olan birimlerde ise en yakın 10 kg/m^3 'e yuvarlatılarak gösterilir.

3.2.9. Brüt Yoğunluk

Numenin brüt hacmi $V_{g,u}$, birimin, uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçülerinin (EN 772-16) çarpılmasıyla hesaplanan hacimden, harçla dolacak şekilde tasarlanan, delik, boşluk, çukur veya yuva hacminin çıkartılması yoluyla hesaplanır. Çıkartılacak bu hacimler, EN

772-16'da verilen ölçme metoduyla aynı doğruluğu sağlayacak herhangi bir ölçme işlemi sonucunda hesaplanır.

Numunenin brüt kuru yoğunluğu $\rho_{g,u}$ eşitlik (3.5) aşağıda verildiği gibi, bulunan kuru kütle $m_{dry,u}$, birimin brüt hacmine bölünür.

$$\rho_{n,u} = \frac{m_{dry,u}}{v_{nu}} \times 10^6 \quad (3.5)$$

3.3.Betondan, Gazbetondan, Yapay ve Doğal Taştan Yapılmış Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme ve Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Tayini (TS EN 772-11)

Numuneler yukarıda ilgili bölümde anlatıldığı gibi değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kurutma işlemi gerçekleştirildikten sonra numunenin bir yüzeyi bir miktar suya batırılır ve su emme miktarı ölçülür. Kil numuneler için, döşeme yüzünün ilk su emme hızı ölçülür. Beton, gazbeton, doğal taş ve yapay taş numuneler için, dış etkilere maruz kalacak yüzünün su emmesi, ilgili bölümde tarif edildiği şekilde ölçülür. (TS EN 772-11, 2011).

3.3.1. Cihazlar

a) Geniş tepsi: Derinliği en az 20 mm olan ve yüzey alanı, kâgir birimin suya batırılacak yüzeyinden daha geniş olan. Ayrıca tepsiye su seviyesi sabit tutma cihazı da yerleştirilmiş olmalıdır.

b) Mesnet elemanı: Bu deney elemanı numuneyi tepsinin tabanında yukarıda tutmak için kullanılır.

c)Kronometre: Saniye bölmeli olan.

d)Havalandırılmalı etüv: Kil, kireç-kumtaşı ve gazbeton kâgir birimlerde kullanmak için sıcaklığı, (105 ± 5) °C' a, beton ve yapay taş kâgir birimlerde kullanmak için sıcaklığı, (70 ± 5) °C' a ayarlanabilen.

e) Terazi: Numuneleri, kuru kütlelerinin %0,1'i doğrulukla tartabilen

3.3.2. Deney Numunelerinin Hazırlanması

a) Numune alma: Deneyde numune sayısı en az 6 olmalı ancak imalat şartnamesinde numune adedini daha fazla belirtilmişse ona belirtilen sayı kadar numune kullanılmalıdır.

b) Kurutma: Beton veya yapay taş kagir birim numuneleri (70 ± 5) °C sıcaklığa ayarlanmış, kil, kireç, kumtaşı ve gazbeton kagir birim numuneler ise (100 ± 5) °C sıcaklığa ayarlanmış havalandırılmalı etüvde, değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulur. 24 saat aralıklarla tartımlar yapılır ve değişmez kütleye ulaşınca kuru kütle ($m_{dry,u}$) kaydedilir. Şekil 16'da deneysel çalışmada kullanılan etüv görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 16. Numunelerin etüvde kurutulması

3.3.3. Deney İşlemi

Numuneler kurutma işlemi yapıp tartıldıktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar soğuması için bekletilir. Bu bekletme işlemi yapılmadığı takdirde numune emme kapasitesinden daha fazla miktarda suyu daha kısa sürede emebilir.

Bekletme işleminden sonra yukarıda ilgili bölümde anlatılan ilgili standartın şartlarına uygun olarak numune yüzeyleri ölçülür ve yüzey alanı (A_s) hesaplanır.

Numuneler tepsi tabanında yüzeyi suya (5 ± 1) mm derinlikte batacak şekilde, numune ve tepsi arasına mesnet elemanı ile yerleştirilir. Tepsideki suyun buharlaşmasını önlemek için tepsinin üzeri kapatılır. Numuneler deney sonuna kadar bu konumda ve sabit su miktarıyla bekletilir ve belirtilen sürelerde numuneler çıkartılır, kurulanır, artımlar yapılır ve kaydedilir. Verilen suya batırma süresi (t_{so}) sonunda numuneler tepside alınır, yüzeyindeki serbest su kurulanır ve tartılır ($m_{so,s}$).

Bu işlemlere numunede daha fazla kütle artışı gözlemlenmeyene denk devam edilir. Numunenin iki yüzünde de ölçülen su emme hızı farklılık gösterebilir. Böyle bir durumda numunenin iki yüzü içinde su emme hızı hesaplanır. Şekil 17’de deneysel çalışmadan bir görünüme yer verilmiştir.



Şekil 17. Numunelerin kapiler su emme tayini

3.3.4. Beton ve Yapay Taş Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme Katsayısı

Her numune için kapiler su emme katsayısı, aşağıda verilen bağıntı kullanılarak hesaplanır ve en yakın $1 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 'ye yuvarlatılarak gösterilir.

$$C_{W,S} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_S t_{so}} \times 10^6 \quad [\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{s})] \quad (3.6)$$

3.3.5. Gazbeton ve Doğal Taş Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme Katsayısı

Her numune için kapiler su emme katsayısı, aşağıda verilen (3.7) bağıntı kullanılarak hesaplanır ve en yakın $1 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{s}^{0.5})$ 'e yuvarlatılarak gösterilir.

$$C_{W,S} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_S \cdot \sqrt{t_{so}}} \times 10^6 \quad [\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{s}^{0.5})] \quad (3.7)$$

3.3.6. Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Hesaplanması

Her numune için ilk su emme hızı, aşağıda verilen bağıntı kullanılarak hesaplanır ve en yakın $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{min})$ 'e yuvarlatılarak gösterilir.

$$C_{W,j} = \frac{m_{so,s} - m_{dry,s}}{A_S \cdot t} \times 10^3 \quad [\text{Kg}/(\text{m}^2 \times \text{min})] \quad (3.8)$$

Burada $t=1$ dakikadır.

Beton ve yapay taş kâgir birimlerde kapiler su emme katsayıları ortalaması hesaplanarak en yakın $0,1 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{s})$ 'ye yuvarlatılır.

Gazbeton ve doğal taş kâgir birimlerde kapiler su emme katsayıları ortalaması hesaplanarak en yakın $1 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{s}^{0.5})$ 'ye yuvarlatılır.

Kil kâgir birimlerde ilk su emme hızları ortalaması hesaplanarak en yakın $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{min})$ 'e yuvarlatılır. Şekil 18, şekil 19, şekil 20 ve şekil 21'de kapiler su emme deneyinden görünümlere yer verilmiştir.



Şekil 18. Numunelerin kapiler su emme tayini



Şekil 19. Numunelerin kapiler su emme tayini



Şekil 20. Numunelerin kapiler su emme tayini



Şekil 21. Numunelerin kapiler su emme tayini

3.4. Basınç Dayanımının Tayin (TS EN 772-1+A1)

DeneySEL çalışmada bu bölümle ilgili bilgiler (Ts En 772-1 + A1) standartından alınmıştır. Deney numuneleri, standarta uygun hazırlandıktan sonra, basınç deney makinasının yükleme başlığı üzerine merkezlenerek yerleştirilir. Numuneye düzgün yayılı yük uygulanır ve yük sabit hızda artırılarak numune kırılıncaya kadar yüklemeye devam edilir (TS EN 772-1, 2011).

3.4.1. Kullanılan Cihazlar

a) Deney makinası: Deneyde kullanılacak olan makina numunelerin her birini kırmaya yetecek yükleme kapasitesine sahip olmalıdır. Deneyde kullanılan makinanın yükleme kapasitesi kırılacak olan numunenin kırılma değerinin 5 katını geçmemelidir.

b) Terazi: Deney numunelerini, kütlelerinin %0,1'i doğrulukla tartmaya uygun özellikte olan.

3.4.2. Numune Alma Numune Alma Yöntemi

Deneyde numune sayısı en az 6 olmalı ancak imalat şartnamesinde numune adedini daha fazla belirtilmişse ona belirtilen sayı kadar numune kullanılmalıdır. Kâgir Birimin Farklı Yerlerinden Küp veya Benzeri Şekilli Temsili Parçalar Kesilerek, Basınç Dayanımı Bu Temsili Parçalarda Tayin Edilebilir (TS EN 772-1, 2011).

3.4.3. Yüzey Hazırlanması

Numuneler, belirlenen konumlarında deneye tabi tutulmalı ve deneydeki bu konumları deney raporunda belirtilmelidir. Bazı yapı tipleri için kâgir birimlerin birden fazla konumda deneye tabi tutulması gerekebilir.

Aşındırma işlemi uygulanması sonucunda, temas yüzeyi önemli derecede değiştiğinde veya yükseklik önemli derecede azaldığında, alternatif yöntemler gereklidir. Yüksek dayanımlı birimlerde olduğu gibi kil HD birimlerin aşındırılarak hazırlanmasının uygun olmadığı durumda, yüzeyin hazırlanmasında başlıklama uygulanabilir. Deneye başlamadan önce, imalat işlemi esnasında, kâgir birimin yük uygulanacak yüzeylerine yapışmış halde kalan herhangi artık malzeme varsa temizlenir.

Kâgir bütün birim veya büyük birimlerden kesilmiş parçanın yük uygulanacak yüzeyleri, herhangi yöndeki 100 mm uzunluk için düzlükten sapma, en fazla 0,1 mm olacak şekilde düz olmalı ve üst yüzey, tabana paralel ve her 100 mm’de aralarındaki açıklık 1 mm’den fazla olmayan, birbirine paralel iki düzlem arasında bulunmalıdır. Kâgir birimin, imalattan çıkmış veya büyük birimlerden kesilerek oluşturulmuş, deney uygulanacak yüzeylerinin bu şartı sağlamaması halinde yüzeyler, ilgili imalat standardında tarif edildiği şekilde, aşındırma yoluyla veya başlıklama yapılması yoluyla hazırlanır.

Yüzeyinde çukurlar bulunan ve başlık yapılması gerekli olmayan kâgir birimler, ilave işleme tabi tutulur. Numunelerde lamba veya zıvana (girinti veya çıkıntı) bulunması halinde deneyden önce numuneler, tarif edildiği şekilde hazırlanmalıdır (TS EN 772-1, 2011)

3.4.4. Lambalar veya Zıvanaların Kesilerek Uzaklaştırılması

Numunenin deneyden önce yük uygulanacak yüzeyi üzerinde bulunan lamba ve/ veya zıvana kısımlar numuneden kesilerek uzaklaştırılmalı. Büyük numunelerden kesilip parça alınıp deney numunesi olarak kullanılması durumunda, parçaların kesilme yerleri lamba ve/veya zıvana kısımlar hariçte kalacak şekilde seçilmelidir.

3.4.5.Yüzeyinde Çukurlar Bulunan ve Başlık Yapılmayacak Kâgir Birimlerin Hazırlanması

Deney numunesinin döşeme yüzünde bulunan çukur haricindeki net yükleme alanı, brüt döşeme alanının %35'inden fazla olduğu durumlarda, bu çukurlara hiçbir işlem uygulanmadan deneye tabi tutulur. Net yükleme alanının, brüt yüzey alanının %35'inden az olduğu durumlarda ise yükleme yapılacak numunenin yüzeyindeki çukurlar aynı türden bir harç ile doldurulmalıdır.

3.4.6.Aşındırma

Deney numunesinin yüzeyinde düzlük için belirtilen şartlar yerine getirilinceye kadar yüzeydeki girinti ve çıkıntılar, çukur delik ve boşluklar değişmeyecek şekilde aşındırma işlemi ile yüzeyde paralellik sağlanır. Aşındırma işlemi deney numunesinin yüzeyinde istenilen paralellik oluşturuluncaya kadar ve yüzeydeki çukur, delik ve boşluk değişmeyecek şekilde aşındırma işlemi yapılır. Aşındırma işlemi yüzeyde paralellik sağlanana kadar devam etmelidir.

3.4.7. Başlıklama

Başlıklama işleminde çimento/kum harcı kullanılır. Yapılacak bu harç ilgili standarta uygun olarak, başlıklama yapılacak numunenin beklenen basınç dayanımı veya 30 N/mm²'den düşük olanı kadar olmalıdır.

Deney numunesi eğer yüksek su emme karakteristiğine sahip bir malzeme ise başlık yapılacak yüzey suya doyurulmalıdır. Numune başlık yapılmadan önce düz olması koşuluyla cam veya çelik rijit bir plaka üzerine yerleştirilir. Plakanın herhangi bir yönde sapsması 0,1 mm'den büyük olmamalıdır.

Plakalar su terazisi ile yataylığı kontrol edilerek birbirine dik iki yönde tornalanmış yüzeyi üste gelecek şekilde sıkıca yerleştirilir. Ayrıca plaka yüzeyleri ya ince yağlı bir kâğıt ile ya da yüzeyler yağlanarak harç yapışması önlenmelidir. Harç yaklaşık olarak 5mm kalınlığında düzgün ve yayılı olarak yüzeye yerleştirilmelidir.

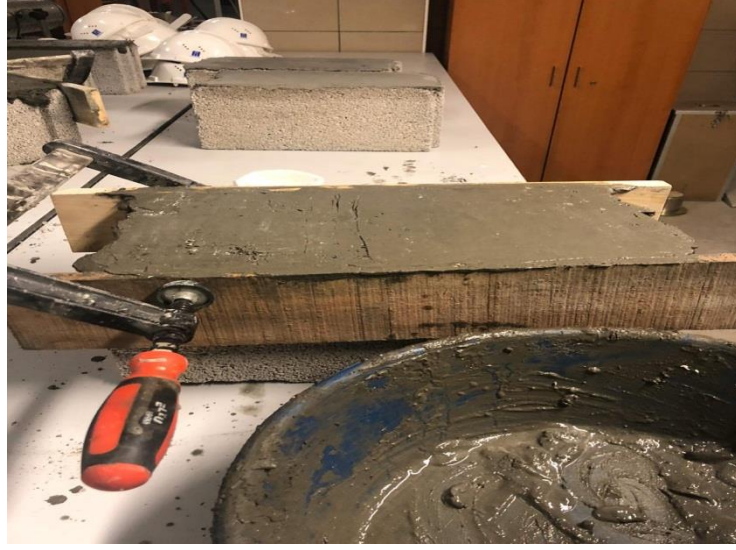
Başlıklamada kullanılan harç numunenin genişliğinden yaklaşık olarak 10 mm boyundan ise yaklaşık olarak 25 mm daha fazla olmalıdır.

Yayılan harç döşeme üzerine sıkıca bastırılarak yerleştirilir. Bu işlem sırasında numune dört yüzeyinde gönye ile kontrol edilir. Ayrıca numunede bulunan ve yapıda kullanırken harç ile dolacak olan bütün boşluk ve delikler harç ile doldurulmuş olmalıdır. Yapıda kullanılırken harç ile dolmayacak olan delik ve boşluklu kısımların ise harç ile dolmasını önlemek için içerisine kağıt ile yapay bir dolgu yapılmalıdır. Başlıklama işlemi tamamlandıktan sonra numune kenarlarına taşan yapışan harç kalıntıları temizlenmeli ve başlık üzeri nemli bir bez ile örtülüp başlık kuruyup yeterli sertliğe gelene kadar bez nemi muhafaza edilmelidir. Yeteri sertliğe ve koşula ulaşan, yüzeye tam yapıştığı ve çatlak gibi kusurlarının bulunmadığı kontrol edilen başlık tamamlanmış olarak kabul edilir ve aynı işlemler sırasıyla diğer diğer yüzey içinde uygulanır. Şekil 22’de başlıklama kullanılan harcın görünümüne yer verilmiştir.



Şekil 22. Başlıklamada kullanılan harç

Şekil 23, şekil 24 ve şekil 25’ de deneysel çalışmadan görünlere yer verilmiştir.



Şekil 23. Deneysel çalışmada başlıklama yapımı



Şekil 24. Bimsblok boşluklarının doldurulması



Şekil 25. Tuğla numunesi başlıklama

3.4.8. Başlıklanmış Numunelerin Muhafazası

Numuneler muhafaza edileceği süre boyunca ıslak çuvallarla kaplanarak veya bağlı nemi %90'dan az olmayan odada muhafaza edilir.

3.4.9. Numunelerin Deneyden Önce Şartlandırılması

Numuneler belirlenmiş ve uygun olan nem şartı kullanılarak şartlandırılmalıdır. Şartlanma sırasında numunelerin etrafında serbest hava dolaşımı sağlanmalıdır.

3.4.9.1. Hava kurusuna şartlandırma

Numunelerin verilen şartlara uygun olan laboratuvar ortamında en az 14 gün süreyle sıcaklık ≥ 15 °C bağıl nem \leq %65 ortam koşullarında değişmez kütleye gelinceye kadar tutulması ve kurutma esnasında 24 saatten daha az olmayan zaman aralıklarıyla tartılıp değişmez kütleye ulaşması durumudur.

Beton veya yapay taş kagir birim numunelerin (70±5) °C sıcaklığa ayarlanmış, kil, kireç, kumtaşı ve gazbeton kagir birim numuneler ise (100 ±5) °C sıcaklığa ayarlanmış havalandırılmalı etüvde, değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulur. 24 saat aralıklarla tartımlar yapılır ve değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kuru kütle ($m_{dry,u}$) kaydedilir.

Kurutmadan sonra numuneler, deney uygulanmadan önce, $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ısıl denge sağlanıncaya kadar muhafaza edilir. Daha sonra deney 24 saat içerisinde uygulanır.

3.4.9.2. Etüv kurusuna şartlandırma

3.4.9.3. Suya batırma yoluyla şartlandırma

Numuneler $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki suya en az 15 saat batırılır ve daha sonra, suyun süzülmesi için 15 ila 20 dakika arasındaki herhangi bir süre boyunca bekletilir.

3.4.10. Yükleme Alanı

3.4.10.1. Brüt alan

Numunelerde yük uygulanacak yüzeyin brüt alanı genişlik ve uzunluğun çarpılmasıyla mm^2 olarak hesaplanan alandır.

3.4.10.2. Uygulamada harç ile doldurulacak çukurlar ihtiva eden kâgir birimlerin net yükleme alanı

Uygulamada harç ile doldurulacak çukurlar ihtiva eden kâgir birimin net alanının brüt alanın %35'inden daha fazla olması halinde, çukurluklar ihtiva eden döşeme yüzünün basınç dayanımı, net yükleme alanı esas alınarak hesaplanır. Çukurlar bulunan yüzeyin net alanının, brüt alanın %35'inden daha az olması durumunda ise basınç dayanımı, kâgir birimin brüt alanı kullanılarak hesaplanır. Kâgir birimin her iki döşeme yüzünde de çukurlar bulunması halinde, basınç dayanımı hesaplanmasında her iki yüzün net yükleme alanlarından küçük olanı kullanılmalıdır.

Düzgün şekilli olmaları halinde, çukurların yüzey alanı, basit ölçümler ve geometri prensipleri kullanılarak belirlenir. Dikdörtgen şekilli çukurların bulunduğu numunede, çukurun yüzey alanı, çukurun dış yüzünün uzunluk ve genişliği, çelik metre ile ölçülerek hesaplanır. Ölçümler 1 mm yaklaşımla yapılmalıdır. Her numunenin net yükleme alanı, döşeme yüzünün brüt alanı ile boşluk alanı arasındaki fark bulunarak hesaplanır.

3.4.11. Numunelerin Deney Makinasına Yerleştirilmesi

Deney makinasının yükleme başlıklarının yüzeyleri silinerek temizlenir ve varsa numunenin döşeme yüzlerinde bulunan gevşek taneler alınır. Numune, uniform bir yükleme sağlanabilmesi için, küresel yataklanmış başlığın merkezine gelecek şekilde dikkatlice yerleştirilir. Yüzeyinde tek çukur bulunan kâgir birimler, çukur bulunan yüz üste gelecek şekilde yerleştirilir. Her iki yüzünde de çukur bulunan kâgir birimler ise, çukurlardan büyük olanı üste gelecek şekilde yerleştirilir. Yüzeyleri aşındırılarak hazırlanmış, dış et kalınlığı boyunca yataklanacak veya şerit yataklamalı kâgir birimler dışındaki birimlerde herhangi yerleştirme malzemesi kullanılmaz.

Şekil 26, şekil 27 ve şekil 28’ de deneysel çalışmalardan görünümlere yer verilmiştir.



Şekil 26. Deneysel çalışmada Epsblok basınç dayanımı

3.4.12. Yükleme

Deney başlangıcında, elverişli herhangi deney hızı uygulanabilir. Ancak tahmin edilen azami yükün yaklaşık yarısına ulaşıncaya, yükleme hızı, azami yük değerine yaklaşık olarak bir dakikadan az olmayan sürede ulaşılabilecek şekilde ayarlanır.



Şekil 27. Deneysel çalışmada gazbeton numunesi basınç dayanımı



Şekil 28. Deneysel çalışmada bimsblok basınç dayanımı

4. DENEYSEL ÇALIŞMA SONUÇLARININ VE İRDELENMESİ

Bu bölümde yapılan deneylerin sonucundaki değerlere yer verilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir. Aşağıdaki tablolarda numaralarla belirtilmiş bütün deney numuneleri aynı şartlar altında deney koşullarına uygun olarak işlemlere tabii tutulmuş ve sonuçlara ayrı grafiklerde yer verilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 7' de bimsblok numuneleri boyut tayini deneylerine tabii tutulmuş ve uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri yapıp tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7. Bimsblok numunesi boyut tayini

Numune adı ve no	lu (Uzunluk) (cm)	wu (genişlik) (cm)	hu (Yükseklik) (cm)
Bimsblok 1A	38,5	19	18
Bimsblok 1B	38,5	19	18
Bimsblok 1C	38,5	19	18
Bimsblok 1D	38,5	19	18
Bimsblok 1E	38,5	19	18
Bimsblok 1F	38,5	19	18

Aşağıdaki Tablo 8' da epsblok numuneleri boyut tayini deneylerine tabii tutulmuş ve uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri yapıp tabloda gösterilmiştir.

Tablo 8. Epsblok boyut tayini

Numune adı ve no	lu (uzunluk) cm	Wu (genişlik) cm	Hu (yükseklik) cm
EPSBLOK 2A	10	10	10
EPSBLOK 2B	10	10	10
EPSBLOK 2C	10	10	10
EPSBLOK 2D	10	10	10
EPSBLOK 2E	10	10	10
EPSBLOK 2F	10	10	10

Aşağıdaki Tablo 9’ da gazbeton numuneleri boyut tayini deneylerine tabii tutulmuş ve uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri yapıp çizelgede gösterilmiştir.

Tablo 9. Gazbeton boyut tayini

Numune adı ve no	lu (uzunluk) cm	wu (genişlik) cm	hu (yükseklik) cm
GAZBETON 3A	10	10	10
GAZBETON 3B	10	10	10
GAZBETON 3C	10	10	10
GAZBETON 3D	10	10	10
GAZBETON 3E	10	10	10
GAZBETON 3F	10	10	10

Aşağıdaki Tablo 10’de tuğla numuneleri boyut tayini deneylerine tabii tutulmuş ve uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri yapıp çizelgede gösterilmiştir.

Tablo 10. Tuğla numunesi boyut tayini

Numune adı ve no	lu (uzunluk) cm	wu (genişlik) cm	hu (yükseklik) cm
TUĞLA 4A	28	18	13,5
TUĞLA 4B	28	18	13,5
TUĞLA 4C	28	18	13,5
TUĞLA 4D	28	18	13,5

Aşağıdaki Tablo 11’de bimsblok numuneleri kuru kütle tayini deneylerine tabii tutulmuş ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulup belirli aralıklarla kütle ölçümü yapılan numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 11. Bimsblok numunesinin değişmez kütleye gelinceye kadar kurutma işlemi

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	2. gün ağırlığı (g)	3.gün ağırlığı (g)	4. gün ağırlığı (g)
BİMSBLOK 1A	8270,5	8160	8159	8159
BİMSBLOK 1B	8489,5	8428	8428	8428
BİMSBLOK 1C	8310	8194	8193	8193
BİMSBLOK 1D	8769,5	8653	8651	8651
BİMSBLOK 1E	8231	8114	8110	8110

Aşağıdaki Tablo 12’de epsblok numuneleri kuru kütle tayini deneylerine tabii tutulmuş ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulup belirli aralıklarla kütle ölçümü yapılan numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 12. Epsblok numunesinin değişmez kütleye gelinceye kadar kurutma işlemi

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	2. gün ağırlığı (g)	3.gün ağırlığı (g)	4. gün ağırlığı (g)
EPSBLOK 2A	442,2	409,7	390,6	390,6
EPSBLOK 2B	402	365,6	362,8	362,8
EPSBLOK 2C	407,4	365,5	361,1	361,1
EPSBLOK 2D	412,6	371,9	367,4	367,4
EPSBLOK 2E	411,7	375,7	373,2	373,2
EPSBLOK 2F	422,7	384,9	382,3	382,3

Aşağıdaki Tablo 13’ de gazbeton numuneleri kuru kütle tayini deneylerine tabii tutulmuş ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulup belirli aralıklarla kütle ölçümü yapılan numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 13. Gazbeton numunesinin değişmez kütleye gelinceye kadar kurutma işlemi

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	2. gün ağırlığı (g)	3.gün ağırlığı (g)	4. gün ağırlığı (g)
GAZBETON 3A	442.03	409,7	409,1	409,1
GAZBETON 3B	447	389,7	389,2	389,2
GAZBETON 3C	446,5	400,1	399,3	399,3
GAZBETON 3D	427,6	398,5	392,9	392,9
GAZBETON 3E	493,8	419,2	418,5	418,5
GAZBETON 3F	459	411,5	411	411

Aşağıdaki Tablo 14’ de tuğla numuneleri kuru kütle tayini deneylerine tabii tutulmuş ve değişmez kütleye gelinceye kadar etüvde kurutulup belirli aralıklarla kütle ölçümü yapılan numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 14. Tuğla numunesinin değişmez kütleye gelinceye kadar kurutma işlemi

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	2. gün ağırlığı (g)	3.gün ağırlığı (g)	4. gün ağırlığı (g)
TUĞLA 4A	3658,5	3628,3	3627	3627
TUĞLA 4B	3674	3632,6	3630,5	3630,5
TUĞLA 4C	3630	3598,4	3595,6	3595,6
TUĞLA 4D	3680	3635,4	3630,5	3630,5

Aşağıdaki Tablo 15’ de tuğla numuneleri Kagir Birimlerin Net ve Brüt Kuru Birim Hacim Kütlelerin Tayini deneyine tabii tutulmuş ve yukarıda ilgili bölümde verilmiş formüllere uygun olarak hesaplamalar yapılmış ve numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 15. Bimsblok numunesinin kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluğu tablosu

Numune adı ve no	Boşluk hacmi (m ³)	Kuru net hacim(m ³) (V _{n,u})x10 ⁻³	Kuru net kütle (m _{dry,u})(kg)	Kuru net yoğunluk (kg/m ³)x10 ⁶
BİMSBLOK 1A	4,446	7,623	8,159	1,0703
BİMSBLOK 1B	4,446	7,623	8,428	1,1063
BİMSBLOK 1C	4,446	7,623	8,193	1,0751
BİMSBLOK 1D	4,446	7,623	8,651	1,1348
BİMSBLOK 1E	4,446	7,623	8,17	1,0717
BİMSBLOK 1F	4,446	7,623	8,588	1,127

Aşağıdaki tablo 16’ de epsblok numuneleri kagir birimlerin net vee brüt kuru birim hacim kütlelerin tayini deneyine tabii tutulmuş ve yukarıda ilgili bölümde verilmiş formüllere uygun olarak hesaplamalar yapılmış ve numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 16. Epsblok kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluk tablosu

Numune adı ve no	Kuru net hacim(m ³) (V _{n,u})x10 ⁻³	Kuru net kütle (m _{dry,u})(kg)	Kuru net yoğunluk (kg/m ³) x10 ⁶
EPS BLOK 2A	6,98	2,737	0,392
EPS BLOK 2B	6,88	2,802	0,407
EPS BLOK 2C	6,56	2,711	0,412
EPS BLOK 2D	6,66	2,711	0,407
EPS BLOK 2E	6,97	2,797	0,400
EPS BLOK 2F	7,07	2799	0,394

Aşağıdaki Tablo 17’ de gazbeton numuneleri kagir birimlerin net ve brüt kuru birim hacim kütlelerin tayini deneyine tabii tutulmuş ve yukarıda ilgili bölümde verilmiş formüllere uygun olarak hesaplamalar yapılmış ve numunelerin değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 17. Gazbeton kuru net hacim, kuru kütle ve kuru net yoğunluk tablosu

Numune adı ve no	Kuru net hacim(m ³) (V _{n,u})x10 ⁻³	Kuru net kütle (m _{dry,u})(kg)	Kuru net yoğunluk (kg/m ³) x10 ⁶
GAZ BETON 3A	6,74	2,98	0,442
GAZ BETON 3B	7,11	2,96	0,437
GAZ BETON 3C	6,88	2,98	0,432
GAZ BETON 3D	6,79	2,97	0,437
GAZ BETON 3E	7,02	2,96	0,422
GAZ BETON 3F	7,11	2,71	0,381

Deney numunelerine gerekli standartlara uygun olarak işlemler yapılmış ve önceki bölümlerde detaylıca açıklanmıştır. Bu bölümde ise gerçekleştirilen çalışmaların ve deneylerin sonuçları değerlendirilip grafik ve şekillerle numunelerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan dört farklı numune türüne aşamalı olarak belirlenen bütün deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu bölümde kapiler su emme deneyi yapılmıştır. Öncelikle numunelerin boyut tayinleri yapılmış kuru birim hacim ağırlık ve yoğunluk değerleri bulunmuş ve yukarıda deneysel çalışma bölümünde tablolar halinde verilere yer verilmiştir.

Aynı numuneler etüvde gerekli koşullarda değişmez kütleye gelinceye kadar kurutulmuş bu değerlerde kaydedilmiştir.

Değişmez kütleye ulaşan numune standartta belirtilen koşullara uygun olarak belirlenen miktarda su dolu kaplara numunenin tek yüzeyi suya batırılması koşuluyla bırakılıp 1 30 60 ve 120. dakikalarda numuneler tartılmış ve veriler kaydedilmiştir. Kaydedilen bu veriler formül (3.6) (3.7) (3.8) de kullanılarak kapiler su emme katsayıları elde edilmiştir.

Her numune türü için ayrı ayrı bulunan kapiler su emme katsayılarının ortalaması alınmış ve numune türleri arasında kıyaslaması yapılmıştır.

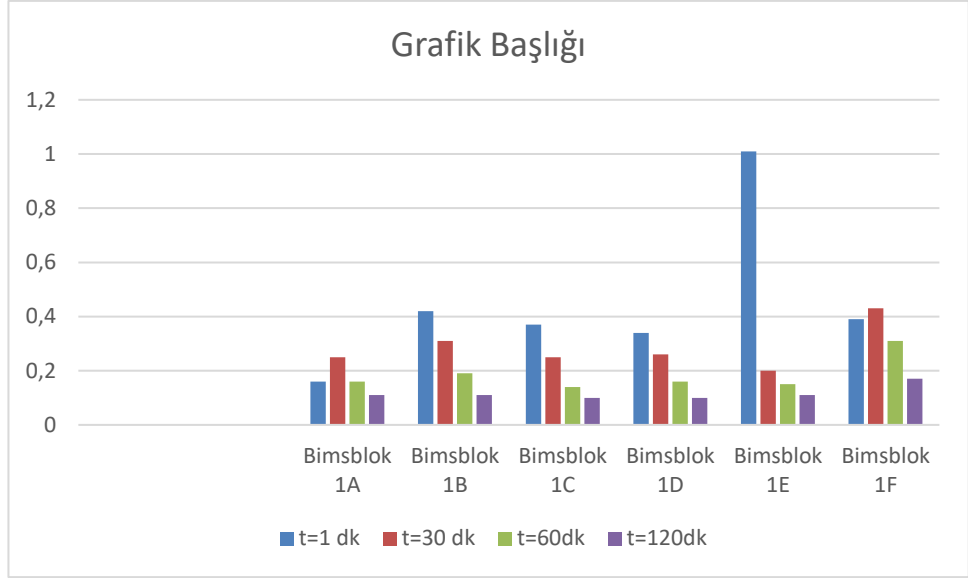
Aşağıdaki Tablo 18'de bimsblok numunesi için belirli zamanlara bağlı kapiler su emme kütle değişim değerlerine yer verilmiştir. Tablo 19' de ise bu değerlere bağlı olarak hesaplanan kapiler su emme katsayılarına yer verilmiştir. Şekil 29' de ise bimsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 18. Bimsblok numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri

Numune Adı ve No	Kuru net kütle (g) ($m_{dry,u}$)	1.dk	30.dk	1.saat	2.saat
Bimsblok 1A	8159	8245	8736	8812	8923
Bimsblok 1B	8428	8564	9070	9151	9199
Bimsblok 1C	8193	8321	8769	8819	8940
Bimsblok 1D	8651	8774	9240	9319	8940
Bimsblok 1E	8170	8381	8689	8817	8957
Bimsblok 1F	8588	8720	9342	9497	9551

Tablo 19. Bimsblok numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları

Numune	Kapiler su emme katsayısı ($g/m^2.t(s)$)	Kapiler su emme katsayısı ($g/m^2.t(s)$)	Kapiler su emme katsayısı ($g/m^2.t(s)$)	Kapiler su emme katsayısı ($g/m^2.t(s)$)
	t=1 dk	t=30 dk	t=60dk	t=120dk
BİMSBLOK 1A	0,16	0,25	0,16	0,11
BİMSBLOK 1B	0,42	0,31	0,19	0,11
BİMSBLOK 1C	0,37	0,25	0,14	0,1
BİMSBLOK 1D	0,34	0,26	0,16	0,1
BİMSBLOK 1E	1,01	0,2	0,15	0,11
BİMSBLOK 1F	0,39	0,43	0,31	0,17



Şekil 29. Bimsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi

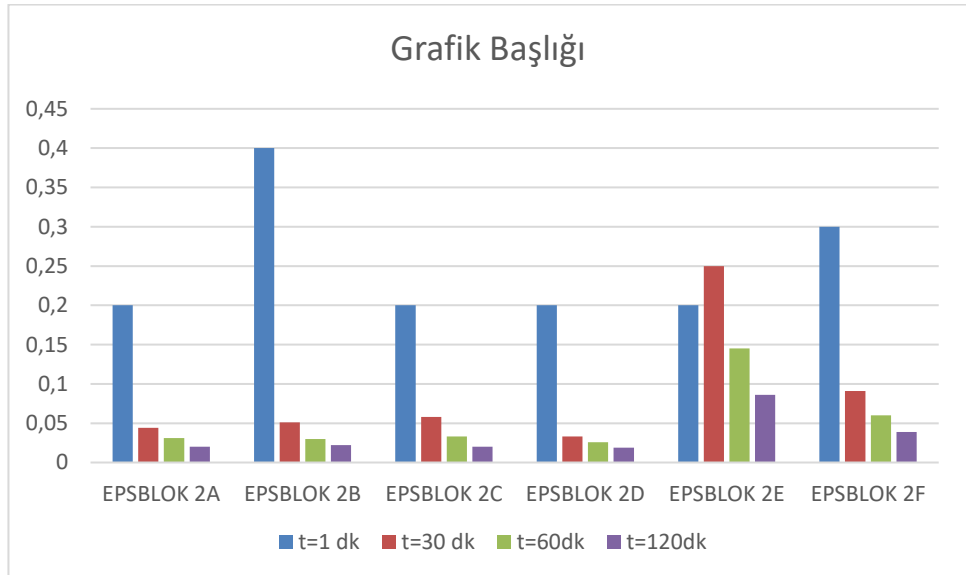
Aşağıdaki Tablo 20’ de epsblok numunesi için belirli zamanlara bağlı kapiler su emme kütle değişim değerlerine yer verilmiştir. Tablo 21’ de ise bu değerlere bağlı olarak hesaplanan kapiler su emme katsayılarına yer verilmiştir. Şekil 30’ de ise epsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 20. Epsblok numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri

Numune adı ve no	Kuru net kütle (mdry,u)(g)	1.dk	30.dk	1.saat	2.saat
EPSBLOK 2A	2737	2770	2826	2843	2859
EPSBLOK 2B	2802	2850	2905	2911	2924
EPSBLOK 2C	2711	2748	2807	2815	2831
EPSBLOK 2D	2711	2741	2789	2808	2828
EPSBLOK 2E	2797	2831	3010	3026	3047
EPSBLOK 2F	2799	2840	2927	2946	2967

Tablo 21. Epsblok numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları

Numune	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=1 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=30 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=60dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=120dk
EPSBLOK 2A	0,2	0,044	0,031	0,02
EPSBLOK 2B	0,4	0,051	0,03	0,022
EPSBLOK 2C	0,2	0,058	0,033	0,02
EPSBLOK 2D	0,2	0,033	0,026	0,019
EPSBLOK 2E	0,2	0,25	0,145	0,086
EPSBLOK 2F	0,3	0,091	0,06	0,039



Şekil 30. Epsblok numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterim

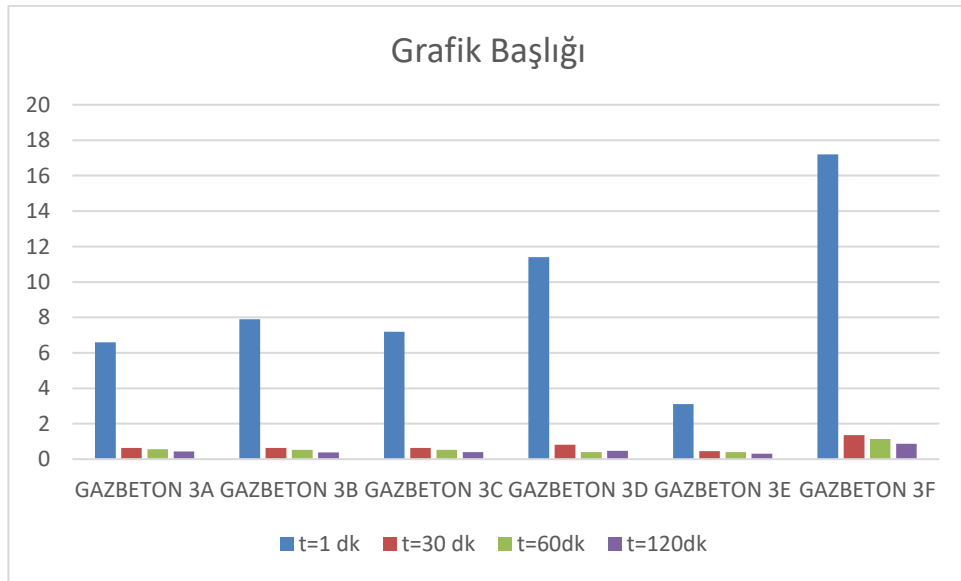
Aşağıdaki Tablo 22’ de gazbeton numunesi için belirli zamanlara bağlı kapiler su emme kütle değişim değerlerine yer verilmiştir. Tablo 23’ de ise bu değerlere bağlı olarak hesaplanan kapiler su emme katsayılarına yer verilmiştir. Şekil 31’de ise gazbeton numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 22. Gazbeton numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri

Numune adı ve no	Kuru net kütle (mdry,u)(g)	1.dk	30.dk	1.saat	2.saat
GAZBETON 3A	2980	3179	3322	3432	3538
GAZBETON 3B	3110	3328	3448	3544	3636
GAZBETON 3C	2980	3188	3320	3417	3514
GAZBETON 3D	2970	3232	3354	3459	3552
GAZBETON 3E	2960	3097	3250	3335	3427
GAZBETON 3F	2710	3031	3204	3348	3502

Tablo 23. Gazbeton numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları

Numune	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s)) t=1 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s)) t=30 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s)) t=60dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s)) t=120dk
GAZBETON 3A	6,6	0,64	0,56	0,43
GAZBETON 3B	7,9	0,63	0,52	0,38
GAZBETON 3C	7,2	0,64	0,53	0,39
GAZBETON 3D	11,4	0,81	0,39	0,47
GAZBETON 3E	3,1	0,46	0,39	0,3
GAZBETON 3F	17,2	1,35	1,13	0,87



Şekil 31. Gazbeton numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 24’ de tuğla numunesi için belirli zamanlara bağlı kapiler su emme kütle değişim değerlerine yer verilmiştir. Tablo 25’ da ise bu değerlere bağlı olarak hesaplanan kapiler su emme katsayılarına yer verilmiştir.

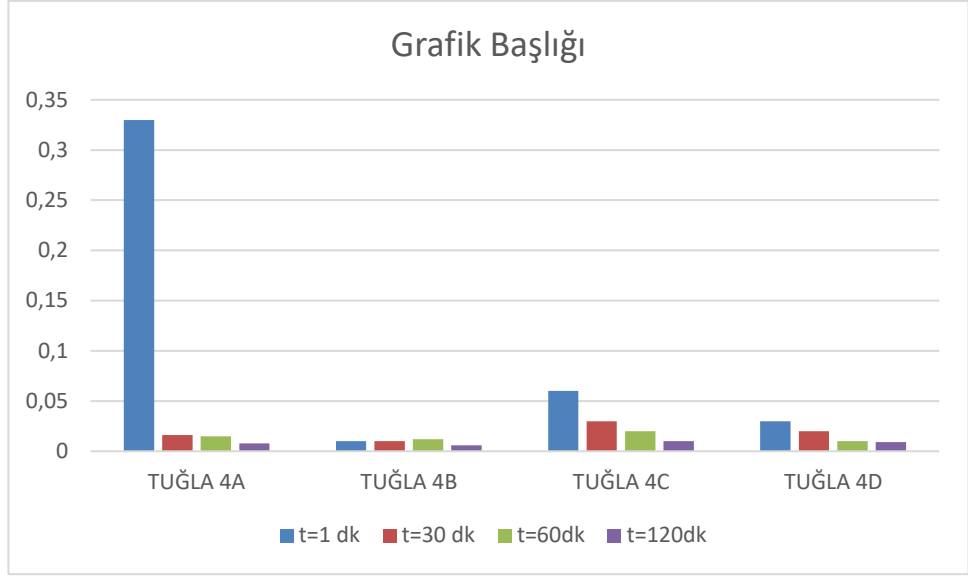
Şekil 32’ de ise tuğla numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimine yer verilmiştir. Şekil 33’ de ise bütün değerlerin ortalama sonuçlarının gösterimi verilmiştir.

Tablo 24. Tuğla numunelerinin kapiler su emme kütle değişim değerleri

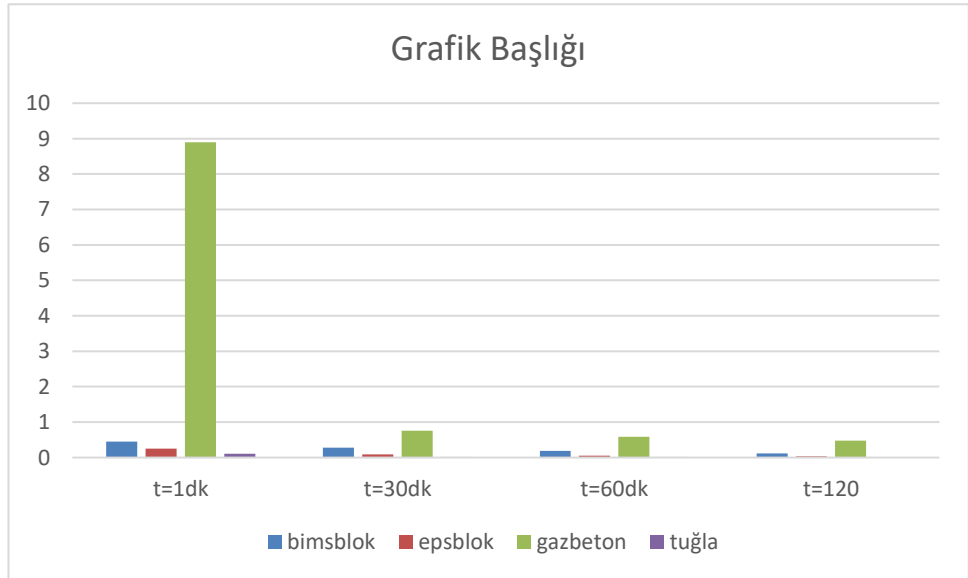
Numune adı ve no	Kuru net kütle (mdry,u)(g)	1.dk	30.dk	1.saat	2.saat
TUĞLA 4A	3659	3691	3783,5	3827,5	3828,4
TUĞLA 4B	3674	3693,5	3784,5	3825,5	3826,5
TUĞLA 4C	3630	3675,2	3795	3842,6	3842,6
TUĞLA 4D	3680	3714,5	3824,5	3867,3	3868,6

Tablo 25. Tuğla numunelerinin belirli sürelerdeki kapiler su emme katsayıları

Numune	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=1 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=30 dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=60dk	Kapiler su emme katsayısı (g/m ² .t(s) t=120dk
TUĞLA 4A	0,33	0,016	0,015	0,0077
TUĞLA 4B	0,01	0,01	0,012	0,006
TUĞLA 4C	0,06	0,03	0,02	0,01
TUĞLA 4D	0,03	0,02	0,01	0,009



Şekil 32. Tuğla numunelerinin kapiler su emme katsayılarının grafik gösterimi



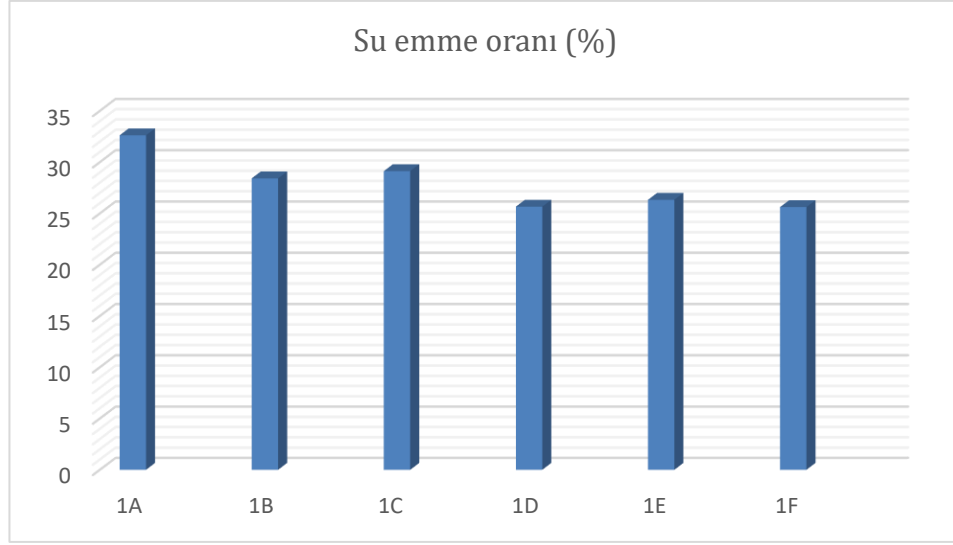
Şekil 33. Bütün numunelerin kapiler su emme katsayılarının karşılaştırılmasının grafik gösterimi

Çalışmanın bu bölümünde numuneler değişmez kütleye gelinceye kadar kurutma işlemi yapıldıktan sonra su havuzuna yerleştirilip 24 ve 48. Saatlerdeki kütleleri kaydedilmiştir.

Çalışmanın ayrıntılarına ve verilere bir önceki bölümde detaylıca yer verilmiştir. Tablo 26' de bimsblok numunelerinin doymun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerine yer verilmiştir. Şekil 34' de bimsblok numunelerinin doymun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerinin grafik olarak gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 26. Bimsblok numunelerinin doymun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	Değişmez kütleye kadar kurutulmuş	24 saat sonra doymun haldeki ağırlık (g)	48 saat sonra doymun haldeki ağırlık (g)	Su emme oranı (%)
BİMSBLOK 1A	8270,5	8159	9050	10821	32,62
BİMSBLOK 1B	8489,5	8428	9278	10824	28,42
BİMSBLOK 1C	8310	8193	9030	10580	29,13
BİMSBLOK 1D	8769,5	8651	10056	10871	25,66
BİMSBLOK 1E	8231	8110	9075	10246	26,33
BİMSBLOK 1F	8655	8588	9678	10789	25,62

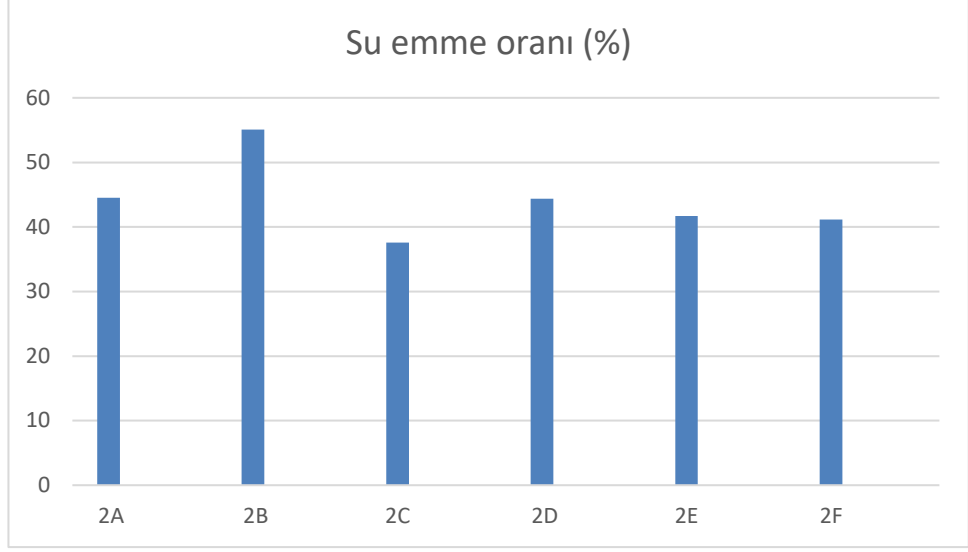


Şekil 34. Bimsblok numunelerinin su emme oranları

Tablo 27’ de epsblok numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerine yer verilmiştir. Şekil 35’ da epsblok numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerinin grafik olarak gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 27. Epsblok numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme değerleri

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	Değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuş	24 saat sonra doygun haldeki ağırlık	48 saat sonra doygun haldeki ağırlık (g)	Su emme oranı (%)
EPSBLOK 2A	442,2	390,6	551,5	564,5	44,5
EPSBLOK 2B	402	362,8	556,5	562,7	55,09
EPSBLOK 2C	407,4	361,2	497	497	37,59
EPSBLOK 2D	412,6	367,4	529,2	530,4	44,36
EPSBLOK 2E	411,7	373,4	516	529,2	41,7
EPSBLOK 2F	422,7	382,3	538,1	541,3	41,16

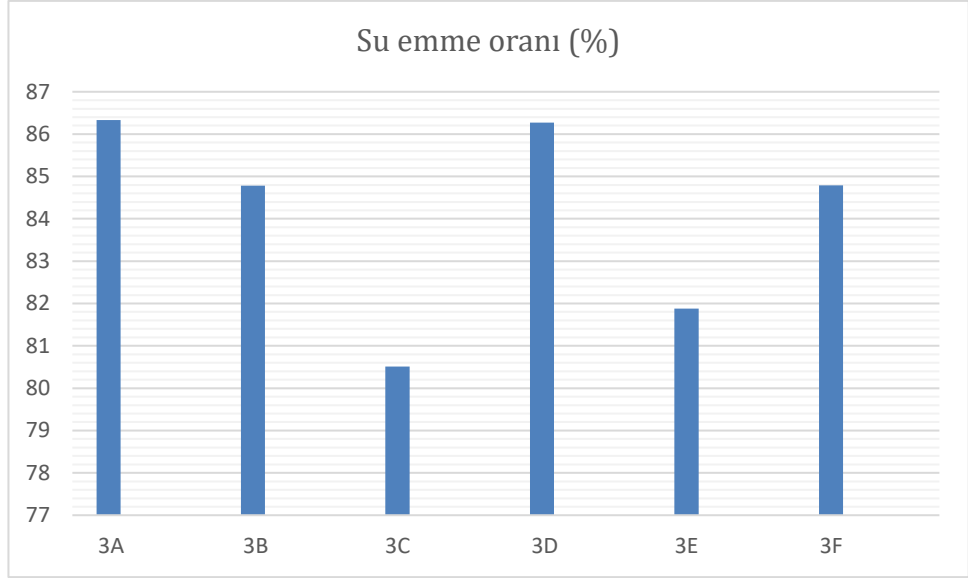


Şekil 35. Epsblok numunelerinin su emme oranları

Tablo 28’ de gazbeton numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerine yer verilmiştir. Şekil 36’ da gazbeton numunelerinin doygun hale ulaştığı zamanaki su emme yüzdelerinin grafik olarak gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 28. Gazbeton numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	Değişmez kütleye kadar kurutulmuş	24 saat sonra doygun haldeki ağırlık (g)	48 saat sonra doygun haldeki ağırlık (g)	Su emme oranı (%)
GAZBETON 3A	442,3	409,1	723,1	762,3	86,33
GAZBETON 3B	447	389,2	696,2	719,2	84,78
GAZBETON 3C	446,5	399,3	712,5	720,8	80,51
GAZBETON 3D	427,6	392,9	702,4	731,9	86,28
GAZBETON 3E	493,8	418,5	754,1	761,2	81,88
GAZBETON 3F	459	411	745,7	759,5	84,79

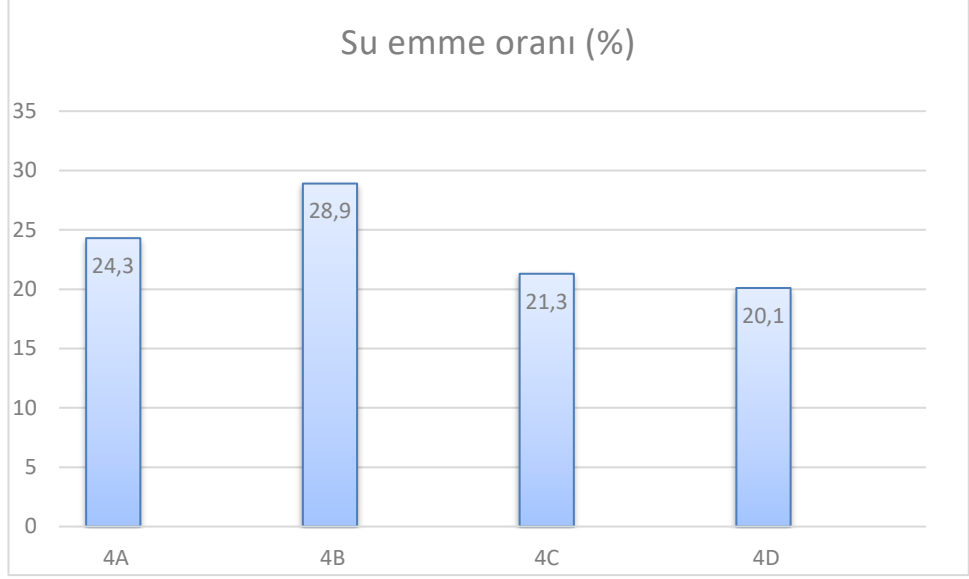


Şekil 36. Gazbeton numunelerinin su emme oranları

Tablo 29’ da tuğla numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerine yer verilmiştir. Şekil 37’ de tuğla numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerinin grafik olarak gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 29. Tuğla numunelerinin doygun hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdeleri

Numune adı ve no	Başlangıç ağırlığı (g)	Değişmez kütleye kadar kurutulmuş	24 saat sonra doygun haldeki ağırlık (g)	48 saat sonra doygun haldeki ağırlık (g)	Su emme oranı (%)
TUĞLA 4A	3658,5	3627	4309	4509	24,3
TUĞLA 4B	3674	3630,5	4472,8	4680	28,9
TUĞLA 4C	3630	3595,6	4270	4360,7	21,3
TUĞLA 4D	3680	3630,5	4173	4360	20,1

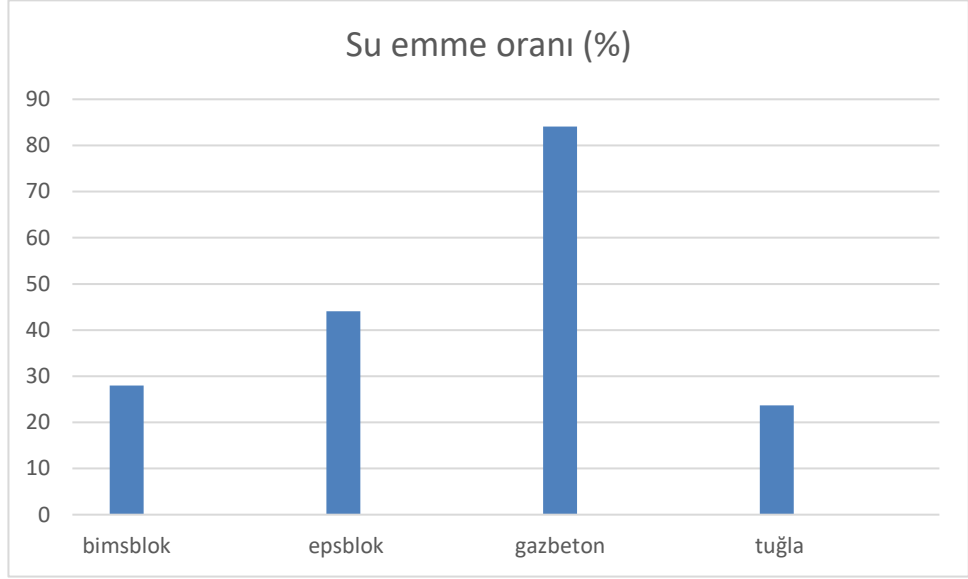


Şekil 37. Tuğla numuneleri su emme oranları

Her bir numune için ayrı ayrı hesaplanan su emme oranı yüzdelerinin numune türüne göre ortalamaları alınmıştır ve aşağıdaki Tablo 30’ da verilmiştir. Şekil 38’ da bu değerler grafik üzerinde gösterilmiştir. Şekil 38’ da bütün numunelerinin doymuş hale ulaştığı zamandaki su emme yüzdelerinin ortalamasının grafik olarak gösterimine yer verilmiştir.

Tablo 30. Numunelerin su emme oranlarının ortalaması

Numune	Su Emme%
Bimsblok	28
Epsblok	44,1
Gazbeton	84,1
Tuğla	23,7

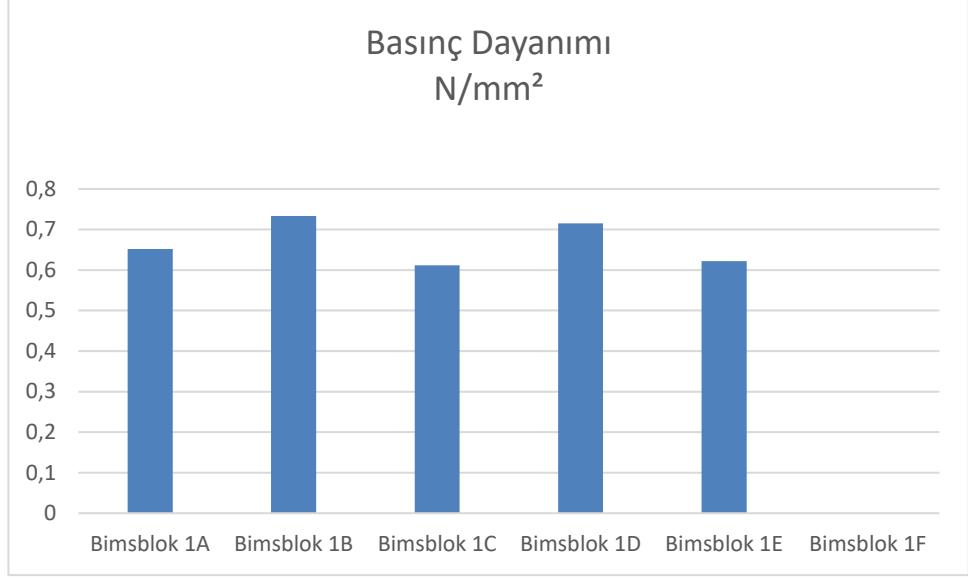


Şekil 38. Numunelerin su emme oranlarının karşılaştırma grafiği

Aşağıdaki Tablo 31’ da bimsblok numuneler belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçlar aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 39’ da grafiklerde gösterilmiştir.

Tablo 31. Numunelerin basınç dayanım sonuçları

Numune Adı ve no	Basınç
	Dayanımı N/mm ²
Bimsblok 1A	0.652
Bimsblok 1B	0.733
Bimsblok 1C	0.612
Bimsblok 1D	0.715
Bims blok 1E	0.622
Bimsblok 1F	0.871

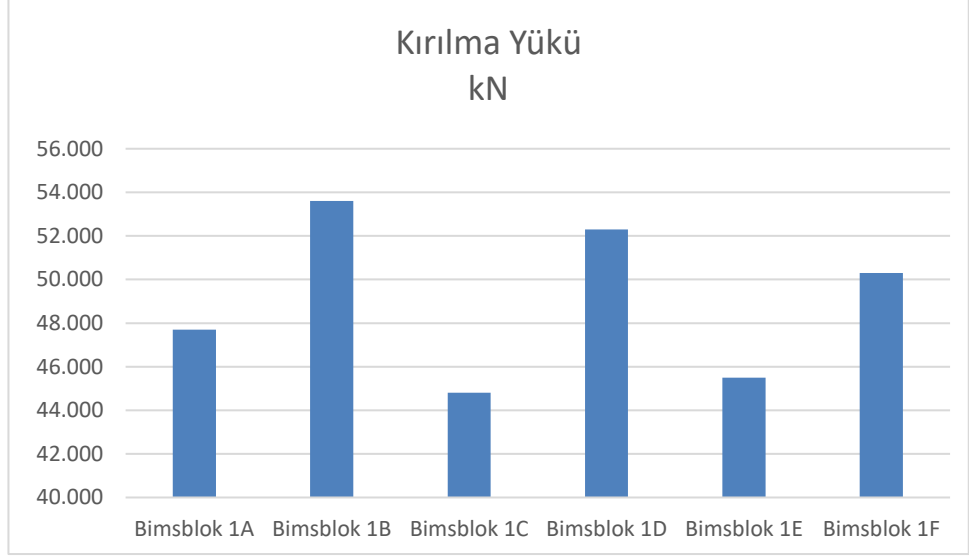


Şekil 39. Bimsblok numunesinin basınç dayanım grafikleri

Aşağıdaki Tablo 32’ da bimsblok numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve kırılma yükü sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 40’ da grafiklerde gösterilmiştir.

Tablo 32. Bimsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri

Numune Adı ve no	Kırılma Yüğü kN
Bimsblok 1A	47.700
Bimsblok 1B	53.600
Bimsblok 1C	44.800
Bimsblok 1D	52.300
Bimsblok 1E	45.500
Bimsblok 1F	50.300

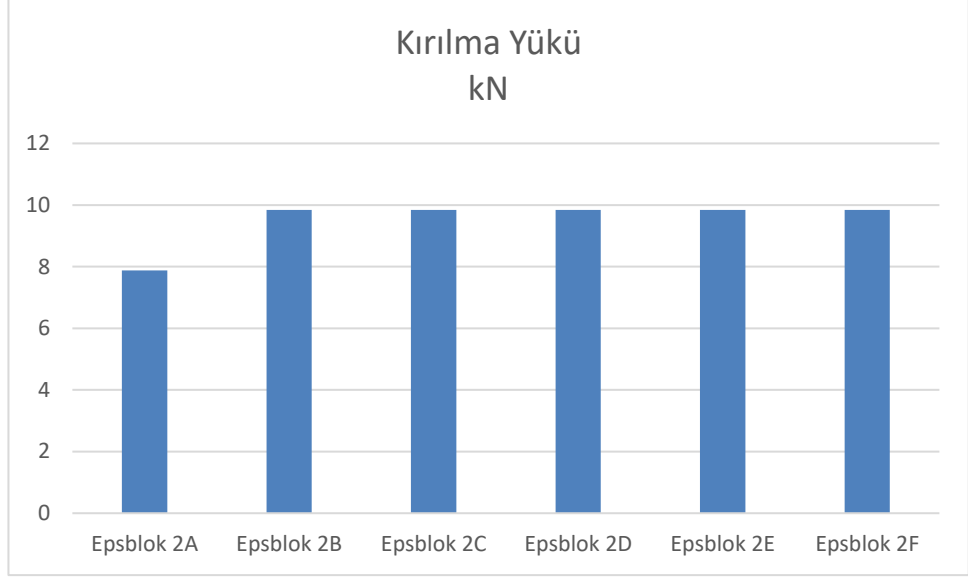


Şekil 40. Bimsblok numunelerinin kırılma yüğü değeri grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 33’ da epsblok numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve kırılma yüğü sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 41’ de grafikde gösterilmiştir

Tablo 33. Epsblok numunelerinin kırılma yüğü değeri

Numune Adı	Kırılma Yüğü kN
Eps blok 2A	7,876
Eps blok 2B	9,839
Eps blok 2C	9,839
Eps blok 2D	9,839
Eps blok 2E	9,839
Eps blok 2F	9,839

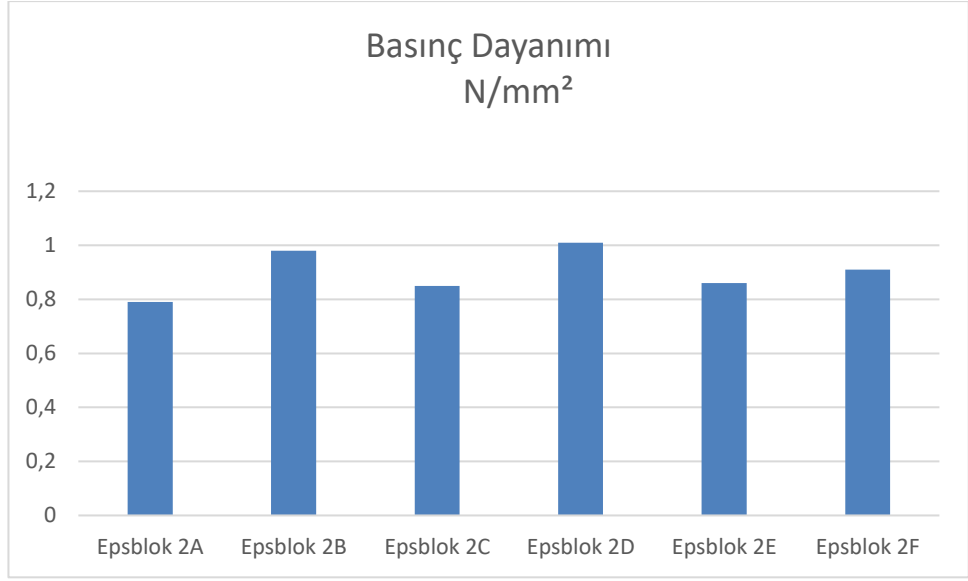


Şekil 41. Epsblok numunelerinin kırılma yükü değerleri grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 34’ da epsblok numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 42’ de grafikde gösterilmiştir

Tablo 34. Epsblok numunelerinin basınç dayanım değerleri

Numune Adı ve no	Basınç Dayanımı N/mm ²
Eps blok 2A	0,79
Eps blok 2B	0,98
Eps blok 2C	0,85
Eps blok 2D	1,01
Eps blok 2E	0,86
Eps blok 2F	0,91

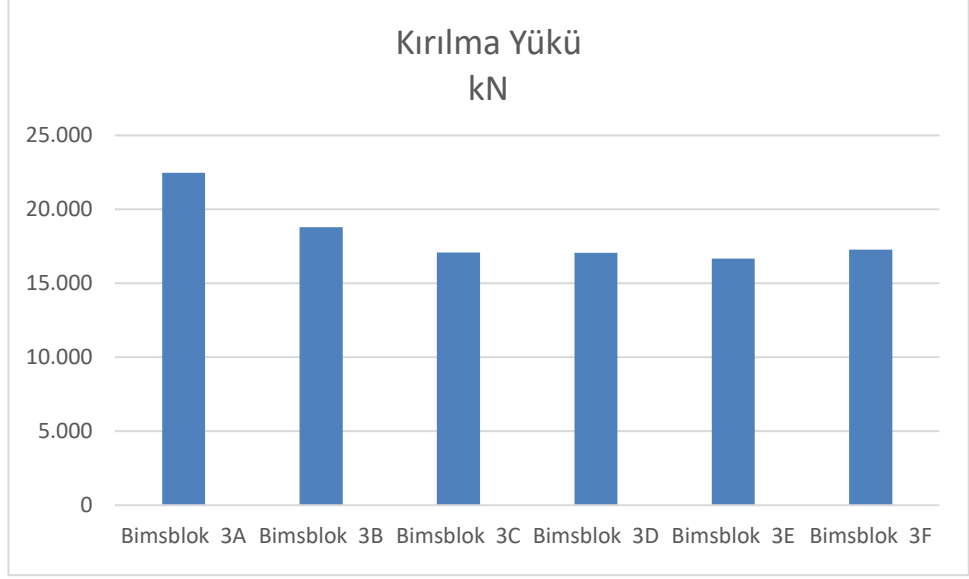


Şekil 42. Epsblok numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 35’ da gazbeton numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 43’ de grafikde gösterilmiştir

Tablo 35. Gazbeton numunelerinin kırılma yükü değerleri

Numune Adı ve no	Kırılma Yükü kN
Gazbeton 3A	22,479
Gazbeton 3B	18,805
Gazbeton 3C	17,095
Gazbeton 3D	17,067
Gazbeton 3E	16,668
Gazbeton 3F	17,278

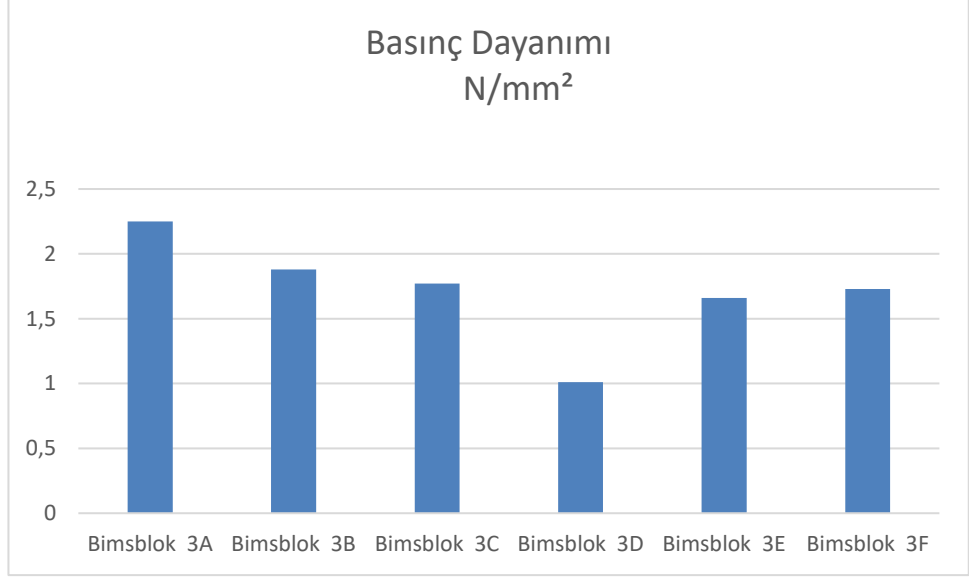


Şekil 43. Gazbeton numunelerinin kırılma yüğü değeri grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 36' da gazbeton numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 44' de grafikde gösterilmiştir

Tablo 36. Gazbeton numunelerinin basınç dayanım değeri

Numune Adı ve no	Basınç Dayanımı N/mm ²
Gazbeton 3A	2,25
Gazbeton 3B	1,88
Gazbeton 3C	1,77
Gazbeton 3D	1,01
Gazbeton 3E	1,66
Gazbeton 3F	1,73

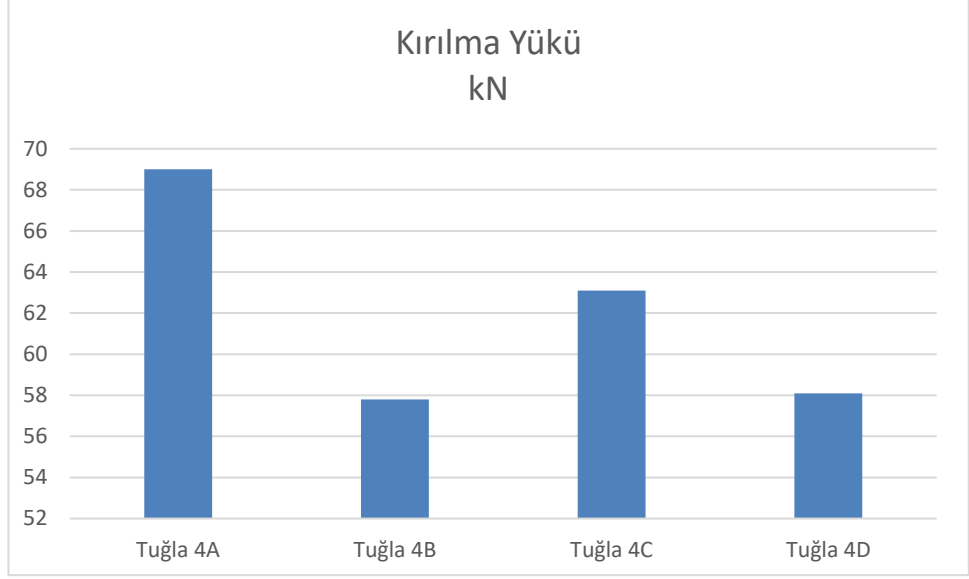


Şekil 44. Gazbeton numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi

Aşağıdaki Tablo 37’ da tuğla numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçları aşağıda tablolarla ve aşağıdaki şekil 45’ de grafikde gösterilmiştir

Tablo 37. Tuğla numunelerinin kırılma yükü değerleri

Numune Adı ve no	Kırılma Yükü Kn
Tuğla 4A	69
Tuğla 4B	57.8
Tuğla 4C	63.09
Tuğla 4D	58.100

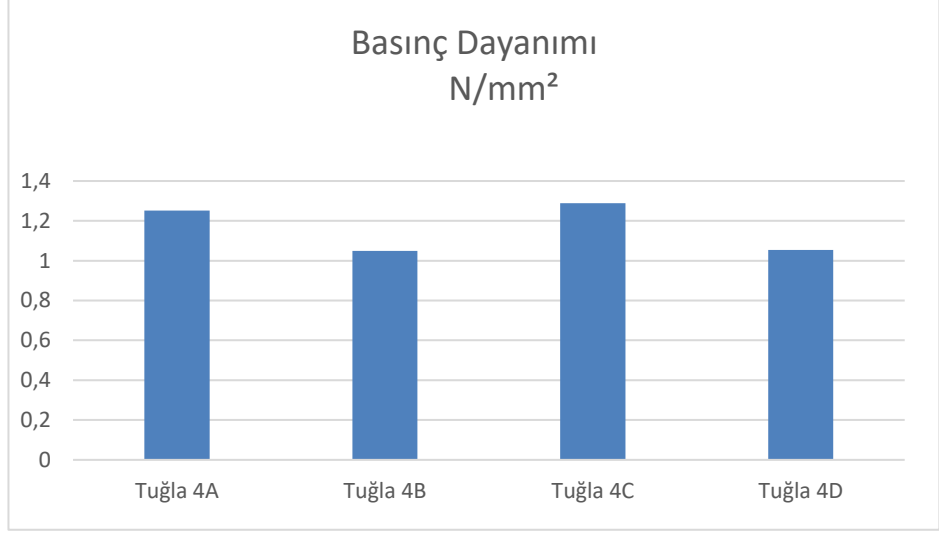


Şekil 45. Tuğla numunesinin kırılma yüğü değerleri grafik gösterimi

Aşğıdaki Tablo 38' da tuğla numuneleri belirtilen şartlara uygun olarak basınç dayanım testine tabii tutuldu ve sonuçları aşğıda tablolarla ve aşğıdaki şekil 46' grafikde gösterilmiştir

Tablo 38. Tuğla numunelerinin basınç değerleri

Numune Adı ve no	Basınç Dayanımı N/mm ²
Tuğla 4A	1,252
Tuğla 4B	1,049
Tuğla 4C	1,289
Tuğla 4D	1,054



Şekil 46. Tuğla numunelerinin basınç dayanım değerleri grafik gösterimi

5. SONUÇLAR

Bu bölümde yapılan bütün deneysel çalışmalar irdelenip bazı sonuçlara ulaşılmış ve burada bu sonuçlara yer verilmiştir. Öncelikle bütün numuneler aynı koşul ve ortamda aynı deneysel çalışmalara tabii tutulmuş olup sonuçlar düzenli olarak kayıt altına alınmıştır.

Kuru net yoğunluk bakımından en düşük yoğunluğa sahip olan numune türü epsbloktur. En yüksek kuru net yoğunluğa sahip olan numune ise bimsbloktur. Kapiler su emme katsayıları karşılaştırılması yapıldığında en yüksek kapiler su emme katsayısı değeri ise gazbeton numunesine aittir. Aynı zamanda kapiler su emme hızı da en yüksek olan numune gazbetondur. En az su emme katsayısına sahip olan numune tuğla olup ondan sonra epsblok numunesi gelmektedir.

Numunelerin su emme yüzdeleri bakımından karşılaştırılması yapıldığında en yüksek su emme oranına gaz beton numunesi sahiptir. Gazbetonu sırayla epsblok ve bimsblok numuneleri takip etmektedir. Tuğla numunesi en az su emme oranına sahip numune olarak deney sonuçlarına işlenmiştir.

Su emme oranları açısından gazbetonun en düşük olarak görüldüğünden nemli ve su emme oranının yüksek olduğu bölgelerde gazbetonun kapiler su emmeye karşı tedbirler alınarak kullanılması uygun görülmüştür.

Numunelerin basınç dayanım değerleri bakımından karşılaştırılmasında en düşük basınç dayanım değeri bimsblok numunesine aittir. En yüksek basınç dayanım değeri ise gazbetona aittir. En yüksek kırılma yüküne sahip olan numune tuğladır. En düşük kırılma yüküne sahip numune ise epsbloktur.

Betonarme yapılarda basınç dayanım dayanımın değerinin önemli olduğundan tuğlanın kullanılması uygundur. Karkas ve yığma yapılarda ise bimsblok ve tuğla elemanlarının kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Karşılaştırmalar bu elemanlardan yapılmış duvarlar üzerinden basınç, kesme ve tersinir tekrarlanır yükleme yapılarak çalışmaların yapılması ile devam edilmesi uygun olacağı görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Çiçek, E. (2002). *Pişmiş Toprak Tuğla, Bimsbeton, Gazbeton ve Perilitli Yapı Malzemelerinin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Epsblok. (n.d.). *Epsblok Ürünler*.
- Kıvrak, S. (2006). *uçucu kül katkılı bimsblokların mekanik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması*. Gazi Üniversitesi.
- özdemir, aykut. (n.d.). *Gazbeton vs Tuğla vs Bim*.
- Sarışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ., & Çankıran, O. (1998). *Pomza Teknolojisi Cilt II*. SD Ü. Müh. Mim. Fak.
- Tatlıldil, H., & Sancak, E. (2013). Pomza Agregali Hafif Betonların Panel Duva Üretimi Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 5(2), 87–94.
- Toklu, K. (2009). *POMZA TAŞINDAN ÜRETİLEN BİMS BLOK KALİTESİNİN ARTIRILMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI*. istanbul üniversitesi.
- Ts En 771-1. (2013). *Kâgir Birimler - Özellikler -Bölüm 1: Kil Kâgir Birimler(Tuğlalar)*.
- Ts En 771-4. (2013). *Kâgir Birimler - Özellikler - Bölüm 4: Gazbeton Kâgir Birimler*.
- TS EN 772-1. (2011). *Kâgir Birimler - Deney Yöntemleri - Bölüm 1, Basınç Dayanımının Tayini*.
- TS EN 772-11. (2011). *Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 11: Betondan, gazbetondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kâgir birimlerde kapiler su emme ve kil kâgir birimlerde ilk su emme hızının tayini Methods* (Issue 112).
- TS EN 772-16. (2012). *KÂGİR BİRİMLER - DENEY YÖNTEMLERİ - BÖLÜM 16: BOYUTLARIN TAYİNİ Methods* (Issue 112).
- Ünal, O., Demir, I., & Uygunoğlu, T. (2003). Pomza Ve Diyatomitin Hafif Blok Eleman Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması. *III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, 107–113. Yapıblok. (n.d.). *taşıyıcı duvar elemanları*.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gülen Yaşın KAMACI

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2015-2016, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2021, KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2014-2015, Stajyer, Seha Yapı, Park Mahal

Projeler :

Çalıştığı Kurumlar : 2016-2017, Kontrol Mühendisi, Köklü Yapı Denetim

Tarih: 26.02.2021

