T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NORMAL VE HİDRATE OLMUŞ UÇUCU KÜL ATIĞINDAN YIĞMA YAPI BLOKLARI ÜRETİMİ

Mehmet Can ALAS

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2017

Prof. Dr. Paki TURĞUT danışmanlığında, Mehmet Can ALAS'ın hazırladığı **"Normal ve Hidrate Olmuş Uçucu Kül Atığından Yığma Blokları Üretimi"** konulu bu çalışma 03/10/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Paki TURĞUT ……..

Üye: Prof. Dr. Muhammet Arif GÜREL ……..

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Emin ÖNCÜ ……..

Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarıfından Desteklenmiştir.
Proje No : 16198

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET……. i
ABSTRACT…… ii
TEŞEKKÜR…… iii
ŞEKİLLER DİZİNİ……. iv
ÇİZELGELER DİZİNİ……... v
SİMGELER DİZİNİ……... vi
1. GİRİŞ…….. 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR…….. 5
3. MATERYAL ve YÖNTEM……... 6
3.1. Materyal…… 6
3.2. Numunelerin Hazırlanması……... 8
3.3. Numuneler Üzerinde Yapılan Testler……... 10
3.3.1. Basınç dayanımı……..... 10
3.3.2. Boşluk ve doluluk oranları testi…… 12
3.3.3. Isıl iletkenlik testi……. 13
3.3.4. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) numune hazırlama ve analizi…… 14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA …….. 15
4.1. Normal ve Hidrate Uçucu Küllü Numuneler…… 15
4.1.1. Birim ağırlık……. 15
4.1.2. Su emme…….. 16
4.1.3. Kılcal su emme……..... 17
4.1.4. Boşluk oranı……. 18
4.1.5. Isıl iletkenlikler…… 19
4.1.6. Basınç dayanımı…… 20
4.1.7. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) analizleri…….. 22
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER……..…… 24
KAYNAKLAR…….. 25
ÖZGEÇMİŞ…… 26

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NORMAL VE HİDRATE OLMUŞ UÇUCU KÜL ATIĞINDAN YIĞMA YAPI BLOKLARI ÜRETİMİ

Mehmet Can ALAS

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Paki TURĞUT
Yıl: 2017, Sayfa: 26

Kangal Termik Santrali'nde aşırı miktarda uçucu kül birikmektedir. Bu uçucu kül, kimyasal özellikleri nedeniyle ASTM C 618'deki sınıflandırmaya uymamaktadır fakat bağlayıcı özelliğe sahiptir. Yüksek miktarda serbest kireç ve sülfat içerdiğinden, beton yapımı uygulamalarında kullanılmamaktadır. Bu santralde üretilen uçucu kül, depolama alanlarına terk edilmekte ve ciddi çevre ve sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. İhtiyaç duyulan yeni depolama alanları da ilave maliyetler getirmektedir. Bu santraldeki uçucu kül, suyla nemlendirildikten sonra konveyörlerle atık depolama alanlarına taşınmaktadır. Suyla nemlendirildiğinden, bu depolama alanlarındaki uçucu kül hidrate olmuş bir yapıya sahiptir. Depolama alanındaki uçucu külün hidratasyon olayı, yağmur ve kar suyu yardımıyla da devam etmektedir. Böylece, uçucu külün uzun süreli hidratasyon süreciyle, içerisindeki serbest kireç miktarı azalmaktadır. Bu tez çalışmasında, normal ve hidrate uçucu küller karıştırılarak yığma yapı blokları üretildi. Üretilen blokların basınç dayanımı, su emme, kılcal su emme, yoğunluk, boşluk miktarı ve ısıl iletkenlik değerleri belirlendi. Testlerden elde edilen sonuçlar, bu malzemeleri kullanarak blok üretilebileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Uçucu kül, Hidrate uçucu kül, Yığma yapı bloğu üretimi.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE PRODUCTION OF MASONRY BLOCKS BY USING NORMAL AND HYDRATED FLY ASHES

Mehmet Can ALAS

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Paki TURĞUT
Year: 2017, Page: 26

A large amount of fly ash has been accumulating in Kangal Thermal Power Plant. This fly ash does not conform to ASTM C 618 classification because of its chemical properties but it has self-cementing property. It has not been used in concrete making applications because it contains high amount of free lime and sulfate contents. The fly ash produced in this plant has been abandoned to the landfill sites and has caused to serious environmental and health hazards problems. The needed new landfill sites have also been bringing extra costs. The fly ash in this plant has been conveyed to landfill sites by belt conveyors after humidified by water. The fly ash in these landfill sites has a hydrated nature because it has been humidified. Hydration process of fly ash in landfill site has also been continuing by rain and snow waters. Thus, the free lime content of fly ash has been decreased because of its long hydration process. In this thesis, the masonry blocks were produced by mixed the normal and hydrated fly ashes. The compressive strength, water absorption, sorptivity, density, porosity ratio and thermal conductivity values of blocks produced were determined. The results obtained from tests showed that block could be produced by using these waste materials.

KEY WORDS: Fly ash, Hydrated fly ash, Masonry block production.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda her anlamda beni yönlendiren, tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Paki TURĞUT'a, Yüksek Lisans tez savunmasına katılımlarından dolayı, jüri üyeleri Prof. Dr. M. Arif GÜREL'e ve Yrd. Doç. Dr. M. Emin ÖNCÜ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Termik santralin çalışma şeması……. 2
Şekil 1.2. Kangal Termik Santrali'nin haritadan görünümü..... 3
Şekil 1.3. Küllerin Atık Depolama Alanına Gönderilmesi ve Depolanması……..... 3
Şekil 3.1. Normal uçucu kül ve hidrate uçucu kül malzemeleri……... 6
Şekil 3.2. Normal uçucu kül, hidrate uçucu kül ve hidrate kireç malzemelerin SEM görüntüsü. 7
Şekil 3.3. Numuneleri hazırlanması……..……..... 9
Şekil 3.4. Numuneleri fırınlanması……..…… 10
Şekil 3.5. Kılcal su emme deneyi……..... 12
Şekil 3.6. Isıl iletkenliklerin bulunması……... 14
Şekil 3.7. SEM için numune hazırlanması ve görüntüleme…… 14
Şekil 4.1. NH numunelerinin birim ağırlığı……..... 15
Şekil 4.2. NKH numunelerinin birim ağırlığı……..…… 15
Şekil 4.3. NH numunelerinde ağırlıkça su emme (%)…… 16
Şekil 4.4. NKH numunelerinde ağırlıkça su emme (%)……. 16
Şekil 4.5. NH numunelerinde su emme (kg/m^3)……..……. 17
Şekil 4.6. NKH numunelerinde su emme (kg/m^3)……. 17
Şekil 4.7. NH numunelerinde kılcal su emme (10^{-3}cm/sn$^{0.5}$)…… 18
Şekil 4.8. NKH numunelerinde kılcal su emme (10^{-3}cm/sn$^{0.5}$)……... 18
Şekil 4.9. NH numunelerinde boşluk oranı (%)…….…… 19
Şekil 4.10. NKH numunelerinde boşluk oranı (%)…… 19
Şekil 4.11. NH numunelerin ısıl iletkenlik değerleri…….…… 20
Şekil 4.12. NKH numunelerin ısıl iletkenlik değerleri ……... 20
Şekil 4.13. NH numunelerinde basınç dayanımı (MPa)……..……. 21
Şekil 4.14. NKH numunelerinde basınç dayanımı (MPa)……..…….. 22
Şekil 4.15. N numunesinin SEM görüntüsü…….…….. 22
Şekil 4.16. NH numunelerin SEM görüntüleri…….…….. 23
Şekil 4.17. NKH numunelerin SEM görüntüleri…….…… 23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Malzemelerin kimyasal ve fiziksel özelikleri……... 7
Çizelge 3.2. Karışım miktarları (kg/m^3)…… 9

SİMGELER DİZİNİ

A	Numunenin su ile temas eden yüzey alanı
B	Numunenin suya doygun durumdaki ağırlığı
B_a	Birim ağırlık
d	Numunenin yoğunluğu
D	Cismin özgül ağırlığı
G	Numunenin fırın kurusu ağırlığı
f_m	Basınç dayanımı
K	Doluluk oranı (komposite)
k	Numunenin kılcal su emme değeri
t	Numunenin su ile temas süresi
S_a	Numunenin su emme yüzdesi
S_h	Su emme değeri
S	Numunenin kesit alanı
P	Numunenin kırılma yükü
p	Boşluk oranı (porozite)
P_0	Cismin kuru ağırlığı
V	Numunenin hacmi
V_b	Numunenin boşluk hacmi
V_d	Numunenin dolu hacmi
Q	Emilen su miktarı

Kısaltmalar

ASTM	American Society for Testing and Materials
CH	Kalsiyum - Hidroksit
C-S-H	Kalsiyum – Silikat - Hidrat
H	Hidrate uçucu kül
NH	Normal uçucu kül – Hidrate uçucu kül
NKH	Normal uçucu kül –Kireç - Hidrate uçucu kül
N	Normal uçucu kül
S.A.	Süper akışkanlaştırıcı
S+A+F	$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$
SEM	Scanning Elektron Microscope
TS EN	Türk Standartları (Europeane Norm)

1. GİRİŞ

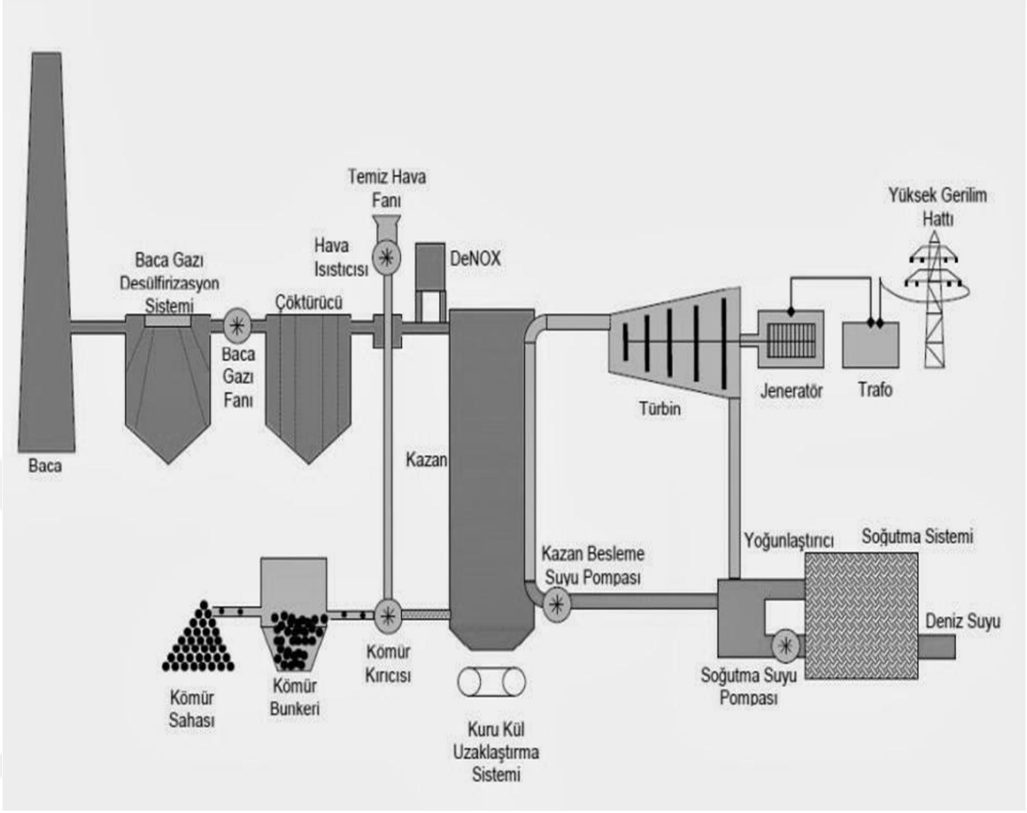
Ülkemizdeki elektrik enerjisinin bir kısmı, kömüre dayalı termik santrallerden elde edilmektedir. Kalorisi düşük linyit kömürlerinin yakıldığı termik santrallerde, baca gazları ile birlikte hareket eden ve elektro filtreler yardımıyla tutulan mikron boyutunda kül tanecikleri oluşmaktadır. Termik santral atığı olan bu kül taneciklerine, uçucu kül ismi verilmektedir. Ülkemizde kömür ile çalışan 39 adet termik santral bulunmaktadır (Anonim, 2016).

Termik santrallerde yakılan kömürün içerisinde var olan kimyasal enerji ısı enerjisine dönüşmektedir. Yanma olayı sonucunda oluşan ısı enerjisi ise, kinetik enerjiyi oluşturmaktadır. Oluşan bu kinetik enerji yardımıyla elektrik üretimi yapılmaktadır. Özetle, termik santraller kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü tesislerdir.

Termik santrallerin içerisinde en karmaşık yapıya sahip olanı, katı yakıtlı buhar santralidir. Kısmen daha basit yapıdaki gaz türbinleri de termik santral sınıfları arasındadır. Bahsedilen bu iki termik santralin birlikte olduğu duruma da kombine çevrim santrali ismi verilmektedir.

Kazan, buhar türbini ve jeneratör bir termik santralin temel unsurlarıdır. Kimyasal enerjinin elde edildiği kömür kazanda yakılmaktadır. Kazan içerisinde dolaşan içi su dolu borular bulunmaktadır. Kömürün yanmasından elde edilen bu kimyasal enerji, kazan içerinde dolaşan boruların içerisindeki suya verilmektedir. Böylece, boru içerindeki su buhar fazına geçmektedir. Oluşan buharın sıcaklığı 570 ^{o}C ve basıncı 170 bardır. Boruların içerisindeki buhar, buhar türbini rotorlarına gönderilmekte ve rotor döndürülmektedir. Rotorun dönmesiyle oluşan kinetik enerji, jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yoğunlaştırıcıda soğutulan buhar tekrar su haline gelmektedir. Bu su türbinden ısı çekerek ısındıktan sonra, tekrar kazan içerisindeki borulara gönderilir. Buhar ve su kapalı bir devre halinde dolaştıklarından, bu çevrim sonsuza kadar yenilenir. Kazanda yanan

kömürün dumanı elektro filtreden geçirildikten sonra, atmosfere verilir. Şekil 1.1.'de, termik santralin çalışma şeması gösterilmektedir (Ozuslu, 2011).



Şekil 1.1. Termik santralin çalışma şeması

Kangal Termik Santrali ülkemizin İç Anadolu Bölgesi'nde, Sivas ilinin Kangal ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 1.2.). 2010 yılında Sivas – Kangal'daki toplam kömür (linyit) rezervi 79.4 Mt' dur. Sivas - Kangal Termik santralinde yıllık kömür tüketimi 5.4 Mt'dur. Yaklaşık olarak yıllık 1.18Mt uçucu kül açığa çıkmaktadır (Anonim, 2010).

Kangal Termik Santrali'nde uçucu külün bacalarda tutulması hava kirliliğini kısmen önlemektedir. Bacalarda tutulan küller belirli zaman aralıklarında boşaltılmaktadır. Bu külün betonda mineral katkı olarak kullanılması içerisindeki serbest kirecin fazla olmasından dolayı sakıncalıdır. Bu nedenle, kül içerisine ağırlığının 1/3 oranına su katılarak nemlendirilerek atık depolama alanlarına bantlarla Şekil 1.3.'te gösterildiği gibi gönderilmektedir. Daha sonra, uçucu küller araziye

serilmektedir. Su ile nemlendirilmiş olan uçucu külün hidratasyonu, zaman içerinde yağmur sularına maruz kalarak devam etmektedir. Bu küllerin atık depolama alanlarına taşınması ve arazide depolanması ilave maliyetleri beraberinde getirmektedir.



Şekil 1.2. Kangal Termik Santrali'nin haritadan görünümü.



Şekil 1.3. Küllerin Atık Depolama Alanına Gönderilmesi ve Depolanması

Bu küllerin atık depolama alanlarında birikmesi, yeni depolama alanların açılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda bu küller, ciddi çevre ve sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bu küllerin geri dönüşüme kazandırması büyük önem arz etmektedir.

ASTM C 618 (1991)'e göre uçucu küller iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi, bitümlü kömürlerden elde edilen ve SiO_2 (S), Al_2O_3 (A), Fe_2O_3 (F) toplamı % 70'in üzerinde olan F sınıfı uçucu küldür. Diğeri ise, linyit veya yarı bitümlü kömürlerden elde edilen ve S+A+F değeri % 50'nin üzerinde olan C sınıfı uçucu küllerdir. CaO miktarı % 10'dan az olan küllere düşük kireçli kül, % 10'dan fazla olanlara da yüksek kireçli kül ismi verilmektedir (ASTM C 618, 1991).

Kimyasal bileşiminde reaktif silikat, alüminat ve demirin yanında kalsiyum oksit miktarının da fazla olması, C sınıfı uçucu küllere puzolanik özellikle birlikte bağlayıcılık özellikleri de sağlamaktadır (Berry ve ark., 2009). C sınıfı uçucu küllerin su ile reaksiyonu sonucunda, kalsiyum silikat hidrat (C-S-H) jellerinin oluştuğu görülmüştür (Berry ve ark., 2009; Turgut, 2010; Turgut, 2013;). Bağlayıcılık özelliğine sahip uçucu külün reaksiyonu ve oluşan ürünler kapsamlı bir şekilde Pollard ve ark., (1992) tarafından aşağıda verilmiştir.

$Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O = (CaO)_X(SiO_2)_Y(H_2O)_Z$

(Kalsiyum – Silikat – Hidrat [C-S-H])

$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + H_2O = (CaO)_X(Al_2O_3)_Y(H_2O)_Z$

(Kalsiyum – Alüminat – Hidrat [C-A-H])

$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + SiO_2 + H_2O = (CaO)_X(Al_2O_3)_Y(SiO_2)_Z(H_2O)_W$

(Kalsiyum – Alüminat – Silikat – Hidrat [C-A-S-H])

$Ca(OH)_2 + Al_2O_3 + SO_3 + H_2O = (CaO)_X(Al_2O_3)_Y(CaSO_3)_Z(H_2O)_W$

(Kalsiyum – Alüminat – Sülfat – Hidrat)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Portland çimentosuz, salt uçucu kül kullanılarak blok ya da briket üretimiyle ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Berry ve ark. (2009)' da sadece C sınıfı uçucu kül kullanarak beton üretmiş ve ürettikleri betonun yapısal performansının iyi olduğunu belirtmişlerdir. Turgut (2010; 2013), C sınıfı uçucu kül-kalker tozu, uçucu kül-kalker tozu-silis dumanı ve uçucu kül-kalker tozu-cam tozu kullanarak üç farklı yığma yapı bloku üretmiştir. Blokların üretiminde şu yol izlenmiştir; karışımı oluşturan toz malzemeler mikserde önce kuru olarak karıştırılmış, karıştırma devam ederken nemlendirilmiş ve daha sonra çelik kalıp içerisinde sıkıştırılmıştır. Kalıptan çıkarılan blokların üzerine oda sıcaklığında 48 saat boyunca günde birkaç defa su püskürtülerek ön küre tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda, 7, 28 ve 90 günlük özelliklerinin tespiti için, su dolu kür havuzuna yerleştirilmiştir. Bloklar üzerinde yapılan mekanik ve fiziksel test sonuçlarının ulusal ve uluslararası standartlarda verilen sınır değerlerini sağladığı gözlenmiştir. Tokyay ve Çetin (1991)' de uçucu kül ve kireç karışımından briket üretmişlerdir.

Söz konusu çalışmada, uçucu kül ve kireç karışımı nemlendirilmiş, kalıp içerisinde sıkıştırılmış ve üretimden sonra briketlere 6 saat boyunca buhar kürü uygulanmıştır. Bu sürenin sonunda, briketlerin 28 ve 90 günlük bazı özelliklerini test etmek için deney gününe kadar suda kür işlemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, uçucu külün duvar blok elemanı üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

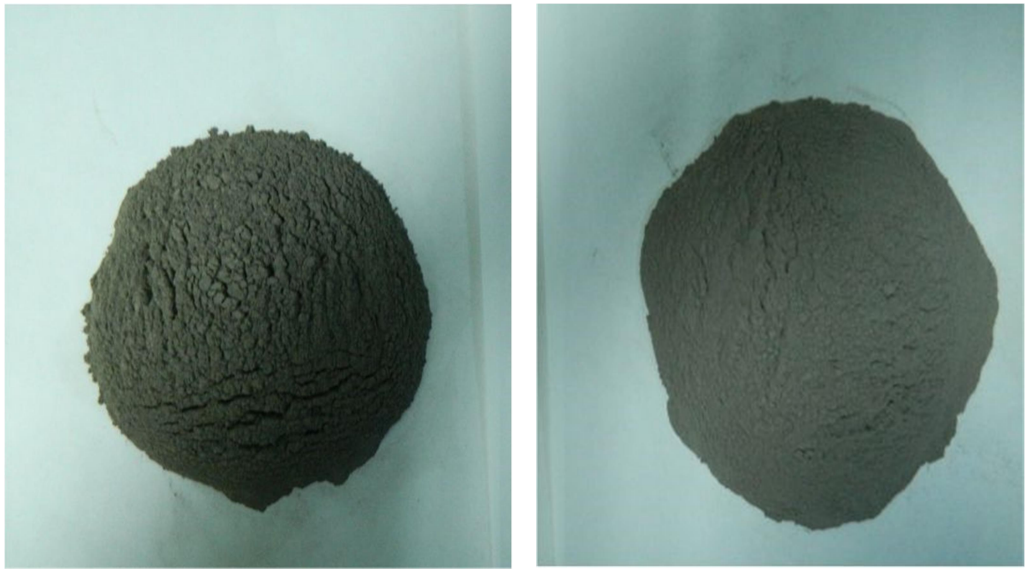
Özetle, mevcut olan blok ya da briket üretimlerinde, rutubetlendirilmiş malzemeyi sıkıştırma tekniği kullanılmış ve malzemeler su içerisinde uzun süreli kür işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu çalışmada, uçucu kül, kireç ve hidrate kül kullanılarak bloklar üretilmiştir. Blok üretim metodu literatürde verilenlerden farklı olmuştur. Yani, karışımlarda süper akışkanlaştırıcı kullanılmış ve taze karışımlar kalıp içerisine ya kendiliğinden yerleşmiş ya da masa tipi vibratör kullanılarak yerleştirilmiştir. 70 ^{o}C sıcaklıkta kür işlemine tabi tutulmuş ve hızlı bir üretim hedeflenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

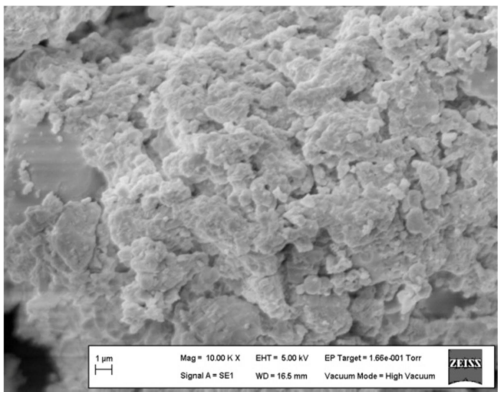
Bu çalışmada, ana malzeme olarak Kangal Termik Santral külü kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Söz konusu külün ağırlıkça S+A+F miktarı % 33.47 olmuştur. ASTM C 618 (1991)'e göre S+A+F değeri % 50'den büyük ve % 70'ten küçük, ağırlıkça SO_3 miktarı da % 5'ten küçük olmadığından uçucu kül herhangi bir sınıfa girmemiştir. Bu çalışmada kullanılan külün SO_3 miktarı ağırlıkça % 12.06 olmuştur. Kangal Termik Santral külü, C ve F sınıflarına uymamakla birlikte, ağırlıkça S+A+F toplam miktarı olarak C sınıfı uçucu küle yakın olmuştur. Çalışmada hazır torba kireç kullanılmıştır.

Hidrate uçucu külde göze çarpan en önemli husus, normal uçucu külün serbest kireç (CaO) miktarı ağırlıkça % 3.46 olurken, hidrate olmuş uçucu külün serbest kireç miktarı ağırlıkça 0.48 değerine düşmüştür. Normal ve hidrate uçucu kül malzemeleri Şekil 3.1.'de gösterilmektedir. Normal ve hidrate uçucu kül ve kireç malzemelerine ait SEM görüntüleri Şekil 3.2.'de gösterilmektedir.

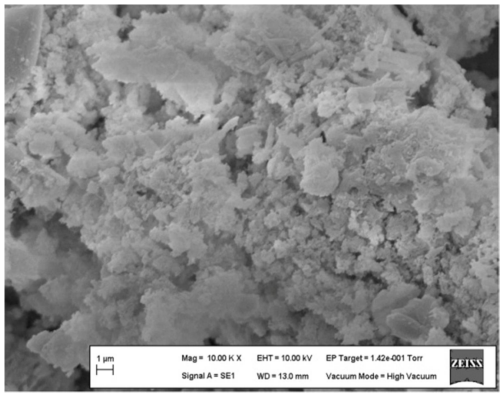


a) Normal uçucu kül b) Hidrate uçucu kül

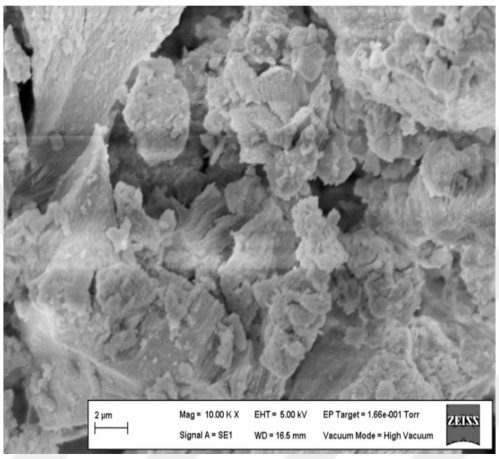
Şekil 3.1. Normal uçucu kül ve hidrate uçucu kül malzemeleri



c) Normal kül SEM görüntüsü



d) Hidrate kül SEM görüntüsü



e) Hidrate kireç SEM görüntüsü

Şekil 3.2. Normal uçucu kül, hidrate uçucu kül ve hidrate kireç malzemelerin SEM görüntüsü

Çizelge 3.1. Malzemelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Kompozisyon (%)	Uçucu kül	Kireç	Hidrate Uçucu Kül
CaO	32.58	70.08	28.77
SiO_2	26.79	0.87	21.21
Al_2O_3	12.01	0.20	8.78
Fe_2O_3	5.67	0.14	5.01
Na_2O	1.56	0.49	1.17
K_2O	0.75	-	0.60
MgO	4.34	1.34	3.57
SO_3	12.06	0.96	9.67
TiO_2	0.62	-	0.53
Cl^-	0.03	0.02	0.013
Serbest CaO	3.46	-	0.48
Kızdırma kaybı	2.42	25.74	0.42
Yoğunluk	2.35	2.25	2.33
Özgül yüzey (cm^2/g)	2047	5831	2437

3.2. Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada, blokların üretiminde normal uçucu kül-hidrate uçucu kül ve normal uçucu kül-kireç-hidrate uçucu külden oluşan iki seri karışım hazırlanmıştır. Her bir seri kendi içersinde de, kullanılan malzemelerin miktarına göre isimler almaktadır. Normal uçucu kül-hidrate uçucu kül karışımları NH ve normal uçucu kül-kireç-hidrate uçucu kül karışımları da NKH olarak isimlendirilmiştir. Blok numuneleri oluşturan malzemelerin ağırlıkça karışım oranları Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Harflerin önünde verilen rakamlar ağırlıkça malzeme oranlarını göstermiştir. Örneğin, 7N1H karışımındaki ağırlıkça 7 birim normal uçucu kül ile 1 birim hidrate kül kullanılmıştır. 32N3K5H karışımında, normal uçucu kül, kireç ve hidrate uçucu kül miktarları ağırlıkça sırasıyla 32, 3 ve 5 birim olmuştur.

Karışımların tümünde su/binder oranı 0.38 alınmıştır. Toplam binder ağırlığının % 1'i kadar süper akışkanlaştırıcı (S.A.) kullanılmıştır. Karışımlarda Degussa yapı kimyasalları sanayi A.Ş. firmasının GLENIUM 51, polikarboksilik eter esaslı, yoğunluğu 1.092, pH değeri 7.03 ve katı madde oranı % 35.52 olan yüksek oranda su azaltıcı süper akışkanlaştırıcısı kullanılmıştır.

Tüm serilerdeki karıştırma işlemi şu şekilde yapılmıştır. Mikser içerisine konulan malzemeler 1 dakika kuru olarak karıştırılmıştır. Bu süre sonunda, su ve süper akışkanlaştırıcı karışıma ilave edilmiş ve ilave olarak 9 dakika daha karıştırılmıştır (Şekil 3.3.a).

Taze karışımlar kalıplara doldurulmuş ve masa üstü vibratör kullanılarak sıkıştırılmışlardır (Şekil 3.3.b). Sıkıştırma işlemi için 1 dakika süreyle titreşim uygulanmıştır. 1 dakikalık titreşim sonunda kuru karışımların tamamının kalıba yerleştiği ve akışkan duruma geçtiği gözlenmiştir. Kalıp içerisindeki karışımların açık olan yüzey kısmı plastik bir örtüyle kapatılmıştır (Şekil 3.3.d). Daha sonra, numuneler etüve yerleştirilmiş ve etüvün sıcaklığı $70^{o}C$'ye ayarlanmıştır (Şekil 3.4.). 1 günlük (24 saatlik) kür süresi sonunda, etüv kapatılmış ve numunelerin sıcaklığının kendiliğinden oda sıcaklığına ulaşması sağlanmıştır. 1 günlükken test edilecek

numuneler ayrılmış, diğer numuneler 7, 28 ve 56 gün süresince 23°C sıcaklığındaki su içerisinde kür edilmiştir.

Çizelge 3.2. Karışım miktarları (kg/m^3).

Numune adı	N	K	H	S	S.A.
N	1130	-	-	429	11.30
7N1H	989	-	141	429	11.30
3N1H	848	-	283	429	11.30
5N3H	706	-	424	429	11.30
1N1H	565	-	565	429	11.30
32N3K5H	904	85	141	429	11.30
27N3K10H	763	85	283	429	11.30
22N3K15H	621	85	424	429	11.30
17N3K20H	480	85	564	429	11.30



a) Karıştırma



b) Sıkıştırma



c) Yüzey düzeltmesi



d) Plastik örtü ile kaplama

Şekil 3.3. Numunelerin hazırlanması



Şekil 3.4. Numunelerin fırınlanması

3.3. Numuneler Üzerinde Yapılan Testler

3.3.1. Basınç dayanımı

50 mm küp numuneler üzerinde basınç dayanımı testleri yapılmıştır. Her bir test için 3 adet numune kullanılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır. Numunelerin basınç dayanımı testinde ASTM C 109, (2016) standardı takip edilmiştir. Oda sıcaklığındaki numuneler kalıptan çıkarılmış ve 2 saat süreyle rutubetli bir ortamda tekrar bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, numunelerin yüzeyleri rutubetli bir bezle temizlenmiştir.

Numunelerin basınç ve yarmada çekme dayanımı testleri, 90 ton kapasiteli yük kontrollü preste yapılmıştır. Ortalama yükleme hızı 1800 N/s olmuştur. Presin göstergesi üzerinde numunenin kırılma yükü okunduktan sonra, basınç dayanımı aşağıdaki bağıntı (3.1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$fm = \frac{P}{S} \tag{3.1}$$

Bu bağıntıda, fm numunenin basınç dayanımıdır (MPa). P numunenin kırılma yükünü, (N) ve S numunenin kesit alanını göstermektedir (mm^2).

Yoğunluk, kılcal su emme ve su emme testleri ϕ45×90 mm numuneler üzerinde yapılmıştır. Yoğunluk testlerinden sonra, aynı numuneler üzerinde kılcal su emme testleri yapılmıştır. Kılcal su emme testlerinden sonra, su emme testleri aynı numuneler kullanılarak yapılmıştır.

Numunelerin yoğunluk ve su emme testleri ASTM C 642 (2013)'e göre yapılmıştır. Numuneler 110 ^{o}C sıcaklıktaki etüv içerisinde 24 saat bekletilmiş ve fırın kurusu duruma getirilmiştir. Numuneler etüvden çıkarıldıktan sonra, oda sıcaklığına kadar soğumuş ve hassas terazide tartılarak ağırlıkları bulunmuştur. Aşağıda bağıntıda, numunelerin ölçülen ağırlıkları görünen hacmine bölünmüş ve yoğunluk değerleri (3.2) bağıntısıyla bulunmuştur.

$$d = \frac{G}{V} \tag{3.2}$$

Bu bağıntıdaki, d numunenin yoğunluğudur (kg/m^3). G numunenin fırın kurusu ağırlığı (kg) ve V silindir şekilli numunenin hacmidir (m^3).

Numunelerin kılcal su emme testleri TS EN 772-11 (2012)'e göre yapılmıştır. Fırın kurusu durumdaki numunelerin su ile temas eden yüzeyi ve bu yüzeye paralel üst yüzey hariç, diğer tüm yüzeyler deney esnasında suyun buharlaşarak uzaklaşmasını engellemek amacıyla su geçirmez bir bantla kaplanmıştır (Şekil 3.5.). Numuneler saf su içerisine 5 mm batacak şekilde yerleştirilmiş ve 5, 10, 30, 60, 240 ve 1440 dakikalık sürelerdeki ağırlık artışları ölçülmüştür. Her bir ölçümden önce, numunelerin su ile temas eden yüzeyindeki serbest su nemli bir bezle silinmiştir. Ağırlık artışları 0.01 g hassasiyetli bir tartı ile ölçülmüştür.

Numunelerin başlangıçtaki ağırlıklarına göre, ağırlık farkları hesaplanarak kılcal su emme değerleri bulunmuştur. Kılcal su emme değerleri aşağıdaki bağıntı (3.3) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}} = \mathrm{k}\sqrt{\mathrm{t}} \tag{3.3}$$

Bu bağıntıda, k numunenin kılcal su emme değeridir (cm/s$^{0.5}$). Numunenin su ile temas eden yüzey alanı A (cm^2)'dır. Numunenin su ile temas süresi t (s)'dir. Emilen su miktarı ise, Q (cm^3)'dur. En küçük kareler yöntemi kullanılarak, Q/A ve t değerleri arasında lineer ilişki kurulmuş ve kılcallık katsayıları hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Kılcal su emme deneyi

Numunelerin su emme değerlerini bulmak için, kılcal su emme testleri tamamlanan numunelerin etrafındaki bantlar sökülmüş, 110 ^{o}C sıcaklıktaki etüv içerisinde tekrar 24 saat bekletilmiş ve kuruduktan sonraki ağırlıkları kaydedilmiştir. Numuneler, sıcaklığı 21 ^{o}C olan suyun içerisinde 48 saat bekletilmiştir.

Bu süre sonunda, su içerisinden çıkarılan numunelerin yüzeyindeki serbest su kuru bez yardımıyla alınmıştır. Aşağıdaki bağıntı (3.4) kullanılarak, numunelerin ağırlıkça su emme yüzdeleri bulunmuştur.

$$S_a(\%) = [\frac{B - G}{G}] \times 100 \quad (3.4)$$

Bu bağıntıdaki, numunenin yüzey kurusu suya doygun durumdaki ağırlığı B (kg)' dir. Fırın kurusu durumdaki numunenin ağırlığı G (kg)'dır. Numunelerin m^3 cinsinden kg olarak su emme değeri S_h (kg/m^3) ise, aşağıdaki bağıntı (3.5) ile hesaplanmıştır (Onaran, 1993).

$$S_h = S_a \times d \quad (3.5)$$

Bu bağıntıdaki d numunenin yoğunluğudur (kg/m^3).

3.3.2. Boşluk ve doluluk oranları testi

Basit geometrik biçimine sahip bir cismin boyutları ölçülerek V görünen hacmi hesaplanabilir. V görünen hacim değişik tür ve büyüklükte boşluklar içerir. V görünen hacim, V_d dolu hacimle V_b boşluk hacminin toplamına eşittir. (3.6).

$$V = V_d + V_b \quad (3.6)$$

Boşluk hacmi V_b ile görünen hacim V'nin oranına boşluk oranı (porozite) (3.7) bağıntısı ile bulunur.

$$p = \frac{V_b}{V} \quad (3.7)$$

Doluluk oranı (komposite) k_k, dolu hacim V_d' nin görünen hacim V' ye oranıdır. Aşağıdaki bağıntı (3.8)'le elde edilir.

$$k_k = \frac{V_d}{V} \quad (3.8)$$

Bunların toplamı bire eşittir, (3.9).

$$p+k_k=1 \quad (3.9)$$

Yoğunluk veya birim hacmin ağırlığı veya kısaca birim ağırlık, cismin P_0 kuru ağırlığının V görünen hacme bölerek aşağıdaki bağıntı (3.10)'la elde edilir,

$$B_a = \frac{P_0}{V} \quad (3.10)$$

Aynı cismin özgül ağırlığı, P_0 kuru ağırlığı V_d dolu hacmine bölerek aşağıdaki bağıntı (3.11)'le elde edilir.

$$D = \frac{P_0}{V_d} \quad (3.11)$$

Özgül ağırlığı ölçmek için boşluklu cisim öğütülerek ince toz haline getirilir, sonra 74 mikron çaplı elekten elenir. Elekten elenen ince tozların bir kısmı tartılarak kütlenin ağırlığı bulunur, sonra aynı kütle içinde inert sıvı bulunan bir dereceli kaba konarak hacmi ölçülür. Ağırlığı bu şekilde bulunan hacme bölünerek özgül ağırlık hesaplanır (Onaran, 1993).

3.3.3. Isıl iletkenlik testi

Isıl iletkenlik ölçer (Kem QTM 500) cihazı kullanılarak, numunelerin ısı iletim katsayısı değerleri test edilmiştir. Isıl iletkenliği test edilmiş numuneleri, özel bir şekle sokmak gerekmemektedir. Numunelerin düz ve pürüzsüz bir yüzeyin olmasına dikkat edilmiştir. Şekil 3.6.' da verildiği gibi, ölçümü yapılacak numunelerin düz ve pürüzsüz yüzeyi, cihazın hassas sensör ile temas edildi. Isıl iletkenlik ölçerin ekranına, numunenin ısı iletim katsayısı değeri verilmektedir.



Şekil 3.6. Isıl iletkenliklerin bulunması

3.3.4. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) numune hazırlama ve analizi

Numuneler uygun büyüklüğe getirildi, Şekil 3.7.a' da gösterildiği gibi numune tutucu üzerine sırasıyla monte edildi. Numuneler, Şekil 3.7.b' de olduğu gibi numune tutucu ile püskürtme cihazına alındı. Numuneler vakum altına alınırak, karbon kaplama işlemi yapıldı. Numuneler, Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) cihazında incelenebilir hale getirildi. Numuneler, Şekil 3.7.c' de vakum odasında cihazın numune hücresine yerleştirildi. Numunelerin, vakumunu tekrar almak için bekletildi. Uygun algılayıcılarla toplanan sinyaller bilgisayarın monitörüne görüntü olarak verilmektedir. Böylece, istenilen boyutlarda görüntü alınabildi.



a) b) c)

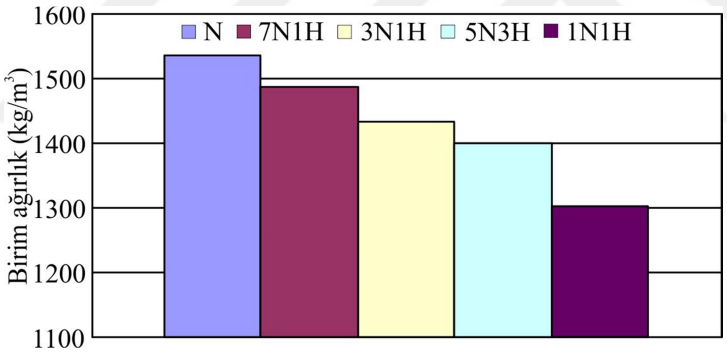
Şekil 3.7. SEM için numune hazırlanması ve görüntüleme

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

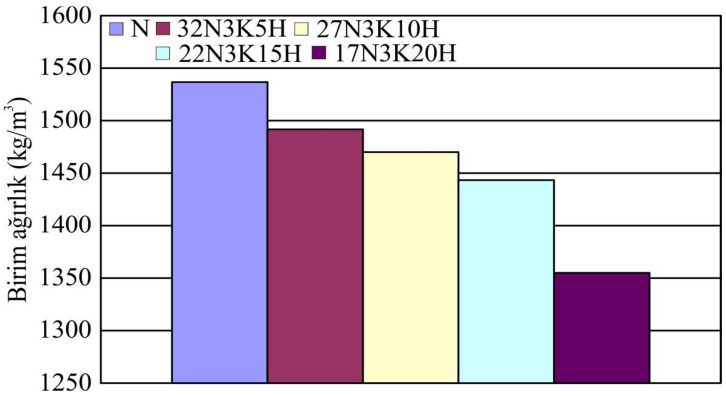
4.1. Normal ve Hidrate Uçucu Küllü Numuneler

4.1.1. Birim ağırlık

Numunelerin birim ağırlık değerleri Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir. Normal uçucu kül ile hidrate uçucu kül yer değiştirmesinde, hidrate kül miktarı arttıkça birim ağırlık değeri azalmıştır. Çizelge 3.1.'de verildiği gibi, normal uçucu külün yoğunluğu 2.35 ve hidrate uçucu külün yoğunluğu 2.33'tür ve yoğunluk değerleri arasında fazla bir fark olmamıştır. Hidrate uçucu kül miktarının artmasıyla, numunelerin birim ağırlıklarındaki azalma, hidrate uçucu külün hava sürükleme etkisinden ya da elektriksel yüklerden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.1. NH numunelerinin birim ağırlığı.



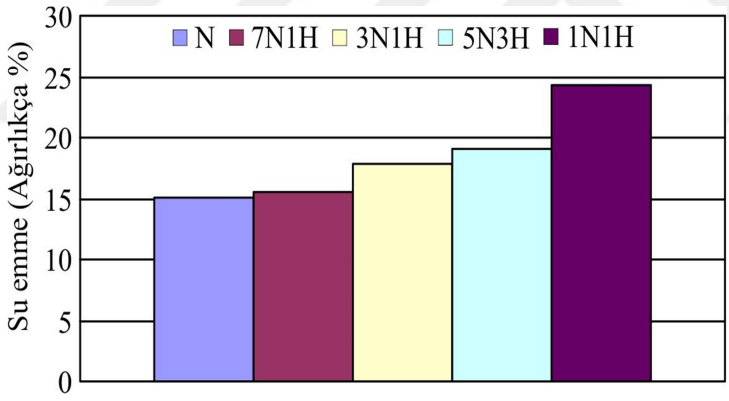
Şekil 4.2. NKH numunelerinin birim ağırlığı.

4.1.2. Su emme

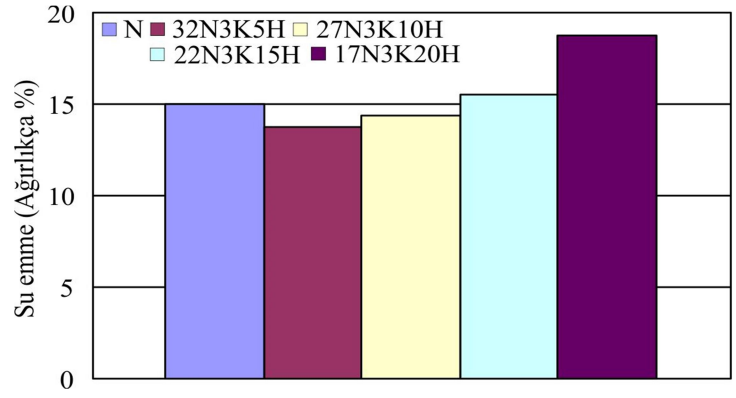
Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de numunelerin ağırlıkça % su emme değerleri verilmiştir. Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da ise, 1 m^3 numunenin kg olarak su emme değerleri gösterilmiştir.

Karışım içerisinde hidrate kül miktarı arttıkça, numunelerin su emme değerleri artmıştır. Aşırı derecede su emme, numuneler içerisinde oluşan yoğun boşluklardan kaynaklanmıştır. NKH numunelerinde kullanılan kireç, numunelerin su emme değerleri biraz azaltmıştır.

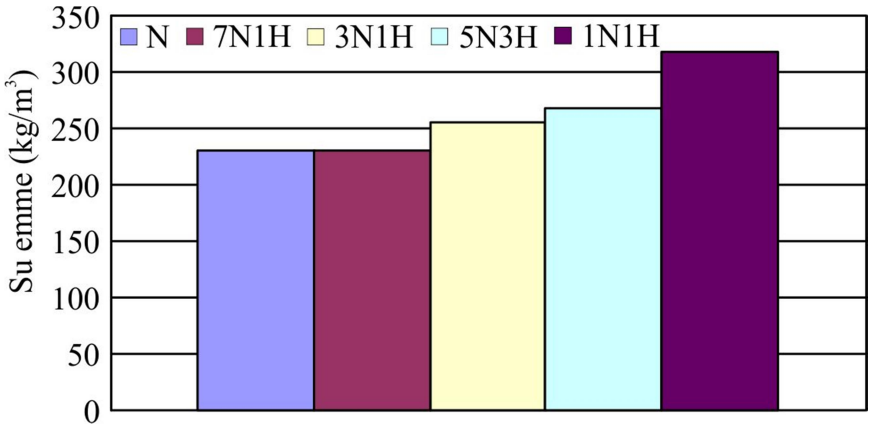
ASTM C 140 (2006)'a göre yapıların taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan kısımlarında kullanılacak bloklarda su emme değerinin 288 kg/m^3'ten daha az olması gerektiği belirtilmiştir. 1N1H dışındaki tüm numuneler bu şartı sağlamıştır.



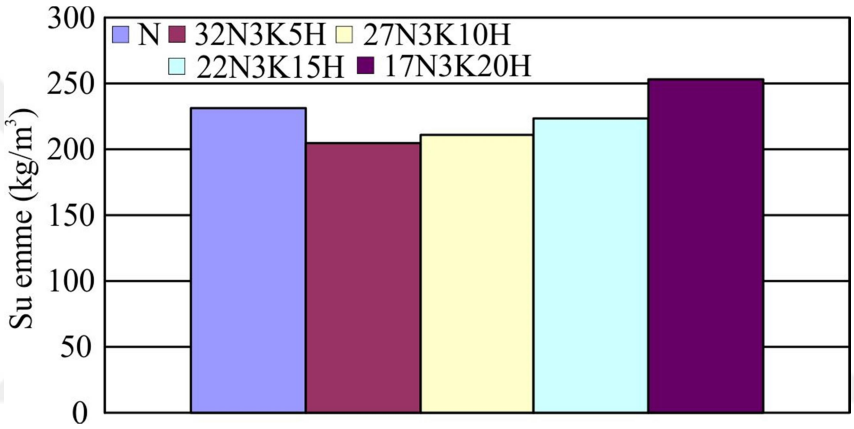
Şekil 4.3. NH numunelerinde ağırlıkça su emme (%).



Şekil 4.4. NKH numunelerinde ağırlıkça su emme (%).



Şekil 4.5. NH numunelerinde su emme (kg/m^3).



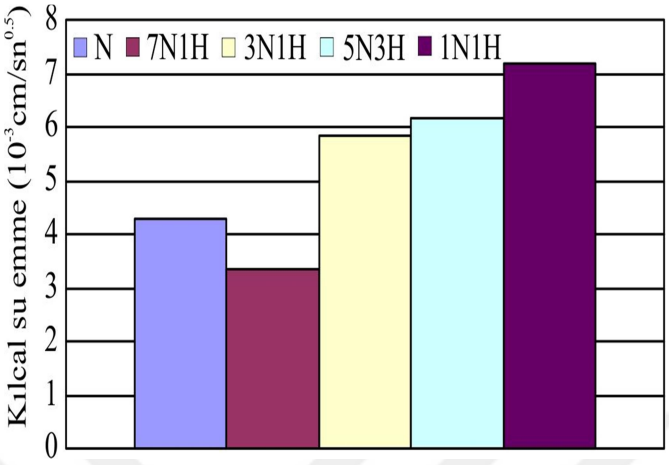
Şekil 4.6. NKH numunelerinde su emme (kg/m^3).

4.1.3. Kılcal su emme

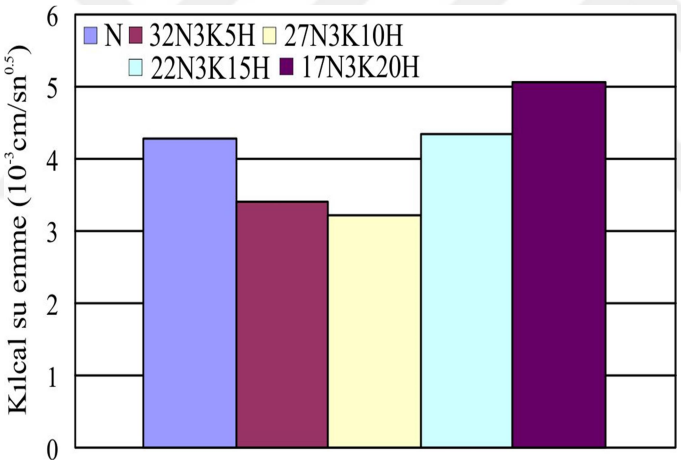
Numunelerin kılcal su emme değerleri Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de verilmiştir. Şekil 4.7.'de gösterildiği gibi, NH numunelerinde, 7N1H numunesinin dışındaki tüm numunelerde hidrate uçucu kül miktarı arttıkça kılcal su emme değerleri de kontrol numunesine (N) kıyasla artmıştır. Şekil 4.8.'de gösterildiği gibi, karışımlarda hidrate kireç kullanılması kılcal su emme miktarlarını azaltmıştır. Bu durum, hidrate kirecin boşlukları tıkama özelliğinden kaynaklanmış olabilir.

Piyasada yaygın olarak kullanılan bazı yapı malzemelerinin kılcal su emme ($10^{-3}\times cm/s^{0.5}$) değerleri bir mukayese yapmak için verilmiştir; Gaz beton: 12.12-13.50 ve bims beton: 5.41-6.47 (Özdemir, 2002). Bu çalışmada, normal ve hidrate kül içeren

numunelerin kılcal su emme değerleri, piyasada en çok kullanılan gaz beton ve bims betonun kılcal su emme değerlerinden daha küçük olmuştur.



Şekil 4.7. NH numunelerinde kılcal su emme (10^{-3}cm/sn$^{0.5}$).

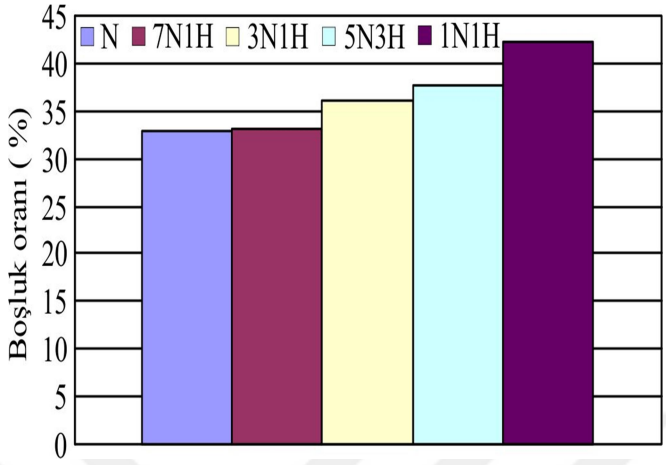


Şekil 4.8. NKH numunelerinde kılcal su emme (10^{-3}cm/sn$^{0.5}$).

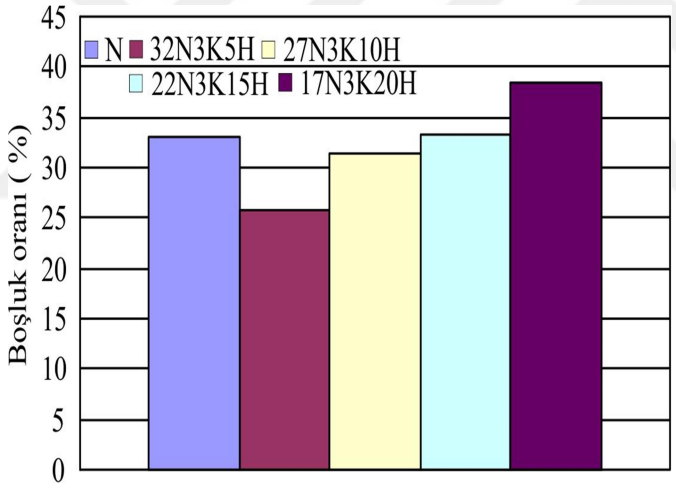
4.1.4. Boşluk oranı

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, numunelerin boşluk yüzdesi hidrate uçucu kül miktarı arttıkça artmıştır. Bu durum, hidrate uçucu külün hava sürükleme kabiliyetinden kaynaklanmıştır. 1N1H numunesindeki boşluk yüzdesi en büyük olmuştur. Şekil 4.10.'da hidrate kireç içeren normal ve hidrate uçucu küllü numunelerin boşluk yüzdesi gösterilmektedir. Bu numunelerde, hidrate kireç kullanılmasının boşluk yüzdesini çok fazla değiştirmediği görülmüştür. Tüm NH

numunelerin, NKH numunelerine kıyasla boşluk yüzdesinin daha büyük olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.9. NH numunelerinde boşluk oranı (%).

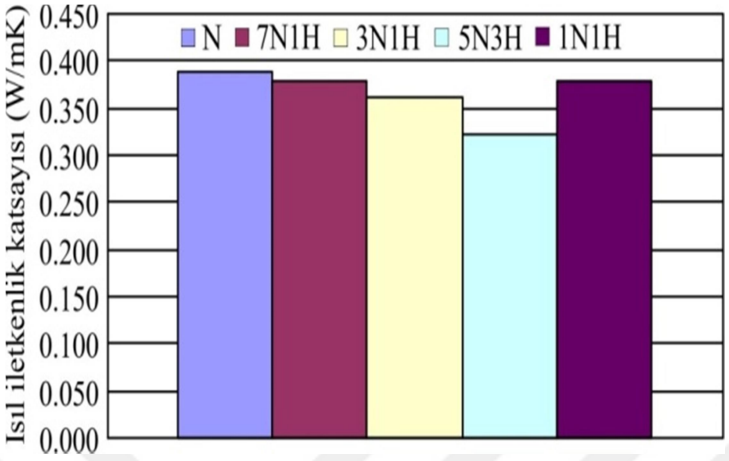


Şekil 4.10. NKH numunelerinde boşluk oranı (%).

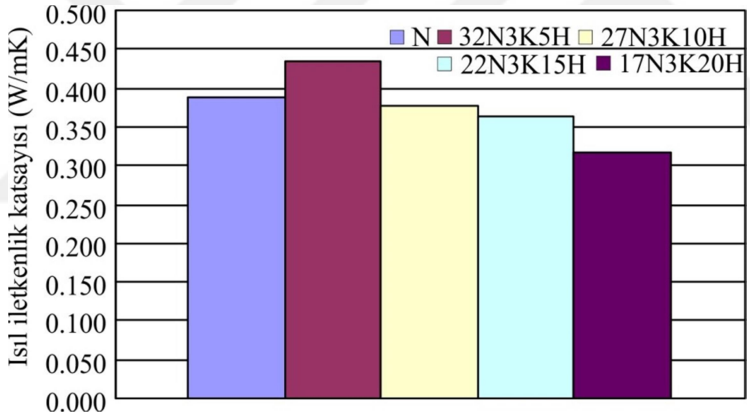
4.1.5. Isıl iletkenlikler

Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de, numunelerin ısıl iletkenlik değerleri gösterilmektedir. Hidrate kül miktarı arttıkça, numunelerin ısıl iletkenlik değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. İçerisinde hidrate kireç kullanılması, Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi, ısıl iletkenlik değerlerini önemli derecede değiştirmemiştir. 32N3K5H numunesinin ısıl iletkenlik katsayısı değeri en büyük olmuştur. Numunelerin ısıl

iletkenlik değerinin, hafif betonların ısıl iletkenlik değerlerine yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 4.11. NH Numunelerin ısıl iletkenlik değerleri.



Şekil 4.12. NKH Numunelerin ısıl iletkenlik değerleri.

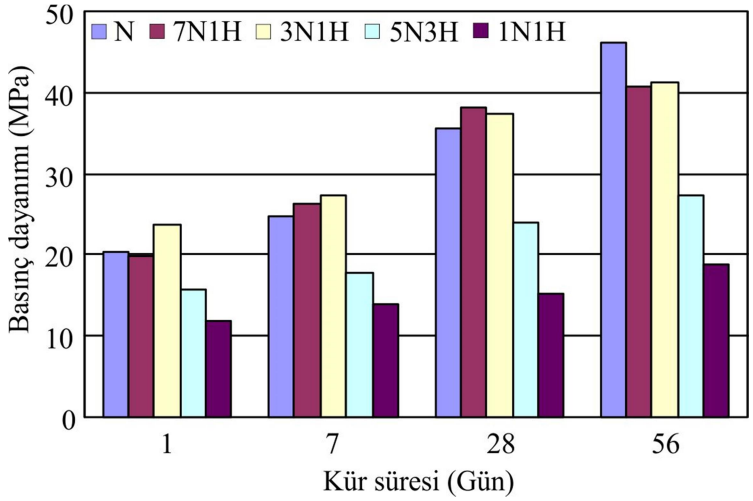
4.1.6. Basınç dayanımı

Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'de numunelerin basınç dayanımı değerleri gösterilmiştir. ASTM C 90 (2006)'a göre, yapıların taşıyıcı kısmında kullanılacak blokların basınç dayanımının en az 11.7 MPa olması gerektiği bildirilmiştir. Numunelerin hepsinin, tüm kür sürelerinde sınır değeri olan 11.7 MPa basınç dayanımı şartını sağladığı görülmüştür. 1 günlük numuneler, 70 ^{o}C sıcaklıkta 24 saat boyunca kür fırın içerisinde edilmiştir. 7, 28 ve 56 günlük numuneler ilk önce 24 saat boyunca 70 ^{o}C sıcaklıkta fırın içerisinde kür edilmiş, daha sonra ise, 23 ^{o}C sıcaklığa

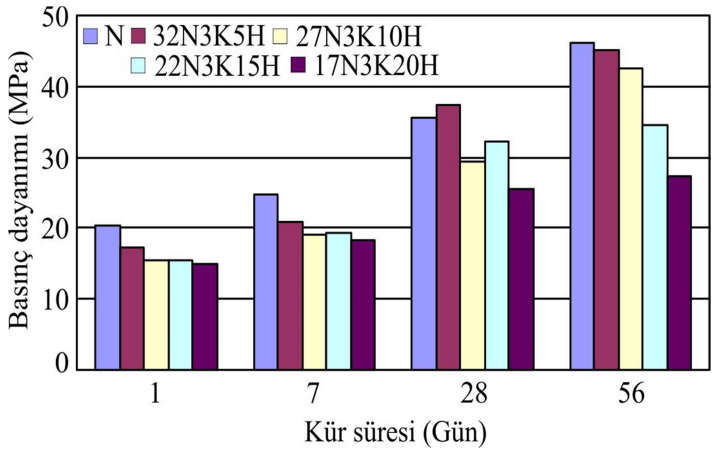
sahip su içerisinde kür edilmiştir. Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.'de görüldüğü gibi, 23 ^{o}C sıcaklıktaki su içerindeki numunelerin zamanla olarak basınç dayanımları artmıştır. Bu durum hidratasyon olayını su içerisinde devam ettiğini göstermiştir. C sınıfı uçucu külün su ile reaksiyonu sonucu, Portland çimentosuna benzer olarak C-S-H ve CH ürününün oluştuğu iyi bilinmektedir.

Şekil 4.13.'te, hidratasyonu sonucunda basınç dayanımını artıran ana malzeme normal uçucu küldür (N). Hidrate uçucu kül (H) ise, kimyasal bir reaksiyon oluşturmamıştır. Bu nedenle, genelde hidrate uçucu kül miktarı arttıkça numunelerin basınç dayanımı azalmıştır. 1N1H numunesinin, atık depolama tesisinde bulunan hidrate uçucu külün tüketilmesi bakımından uygun olduğu görülmüştür.

Şekil 4.14.'te, hidrate kireç içeren numunelerin basınç dayanımı değerleri verilmiştir. Bu numunelerde, normal uçucu kül azaltılmış ve hidrate uçucu kül miktarı artırılmıştır. Tüm numunelerde kullanılan hidrate kireç miktarı aynı alınmıştır. Şekilde görüldüğü gibi, kullanılan hidrate kireç nedeniyle basınç dayanımlarında bir miktar artma meydana gelmiştir. Bu dayanım artışı hidrate uçucu kül ile kireç arasındaki kimyasal reaksiyondan kaynaklanmış olabilir. NH ve NKH numunelerinin basınç dayanımı gelişiminde kür süresinin önemli olduğu görülmüştür. 1 günlük numunelerin basınç dayanımları, hızlı bir üretimin yapılabileceğini göstermiştir.



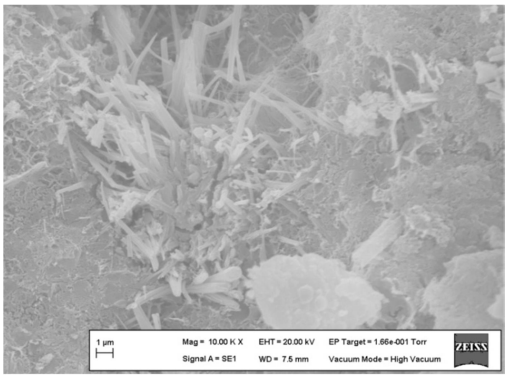
Şekil 4.13. NH numunelerinde basınç dayanımı (MPa).



Şekil 4.14. NKH numunelerinde basınç dayanımı (MPa).

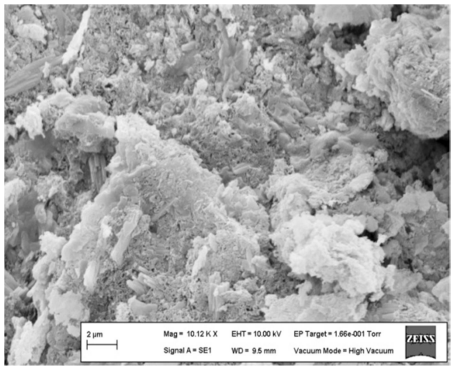
4.1.7. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) analizleri

Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'da, NH numunelerin SEM analiz fotoğrafları gösterilmiştir. Şekil 4.15.a' daki kontrol numunesinde (N), C-S-H ürünlerinin yanında yoğun bir şekilde etrenjit ürününün oluştuğu görülmüştür. Kısmen kristal yapıya sahip olan CH ürünlerine de rastlanmıştır. Normal uçucu kül (N) ve hidrate uçucu külün (H) birlikte kullanıldığı numunelerde, çok yoğun C-S-H ürünleri bulunmuştur. Kısmen bazı numunelerde, az sayıda etrenjit ürünü de oluşmuştur. Hidrate kireç içeren numunelerde, Şekil 4.17.'de normal uçucu külün azalması sonucunda hidrate kirecin etkisiyle 22N3K15H ve 17N3K20H numunelerinde değişik etrenjit şekilleri oluşmuştur. 32N3K5H ve 27N3K10H numunelerinde yoğun C-S-H ürünlerinin yanında kısmen CH ürünleri bulunmuştur.

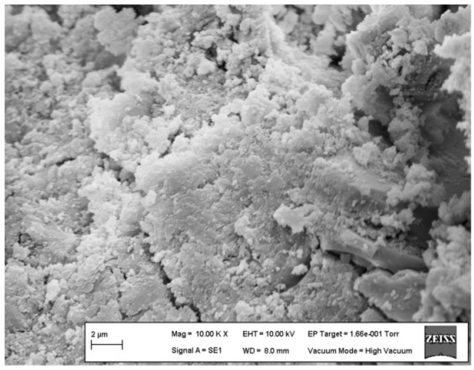


a) N Numunesi

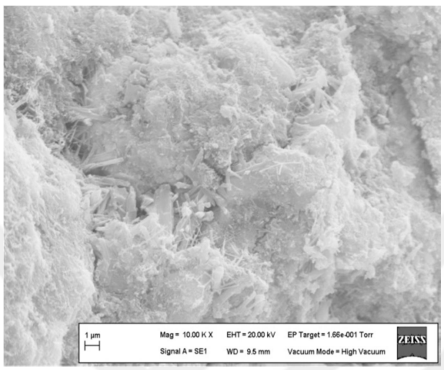
Şekil 4.15. N numunesinin SEM görüntüsü



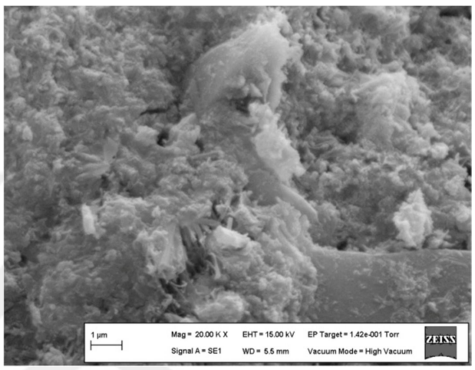
a) 7N1H



b) 3N1H

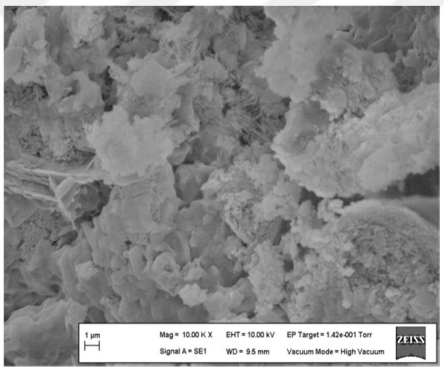


c) 5N3H

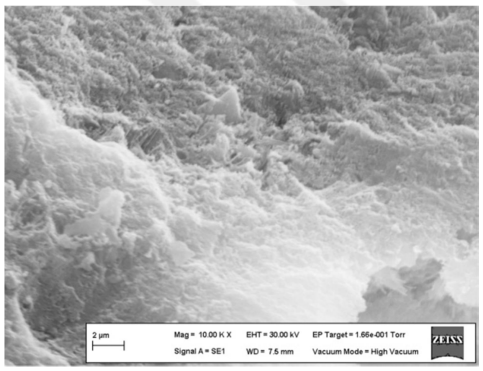


d) 1N1H

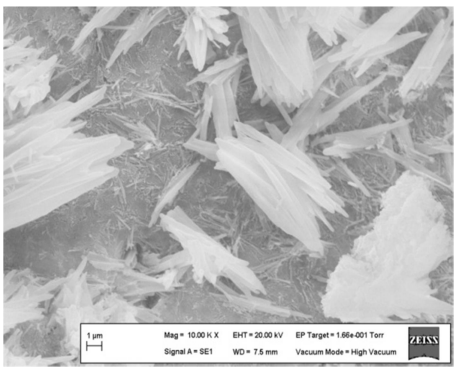
Şekil 4.16. NH numunelerin SEM görüntüleri



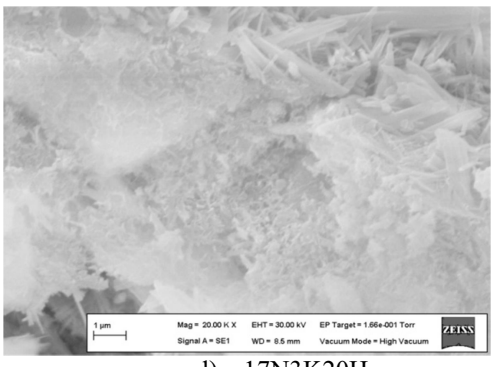
a) 32N3K5H



b) 27N3K10H



c) 22N3K15H



d) 17N3K20H

Şekil 4.17. NKH numunelerin SEM görüntüleri

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasından aşağıdaki sonuçlar ve öneriler bulunmuştur;

- Portland çimentosu veya benzeri bir bağlayıcı kullanılmadan yığma yapı bloğu üretilmiştir.
- Normal uçucu kül içerisinde kullanılan hidrate uçucu kül miktarı arttıkça, blokların birim ağırlık değerleri azalmış ve su emme ve boşluk oranı değerleri artmıştır. Boşluk oranının artması, hidrate külün hava sürükleme özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Üretilen 1N1H bloğunun su emme değeri hariç, diğer tüm bloklar standartta istenilen sınır değeri sağlamıştır.
- Normal ve hidrate kül içeren blokların kılcal su emme değerleri, hâlihazırda en çok kullanılan gaz beton ve bims betonun kılcal su emme değerlerinden daha küçük olmuştur. Kireç içeren blokların kılcal su emmesi bir miktar azalmıştır.
- Üretilen blokların ısıl iletkenlik değerlerinin, hafif betonların ısıl iletkenlik değerlerine yakın olmuştur.
- Üretilen blokların hepsinin, tüm kür sürelerinde ASTM C 90'ın sınır değeri olan 11.7 MPa basınç dayanımı olması şartını sağlamıştır.
- Bu küller, depolama alanlarına terk edilmekte ve ciddi çevre ve sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. İhtiyaç duyulan yeni depolama alanları da ilave maliyetler getirmektedir. Testlerden elde edilen sonuçlar, bu malzemeleri kullanarak blok üretilebileceğini göstermiştir. Dolayısıyla, termik santrallerin atığı olan bu külleri, kullanarak geri dönüşüme kazandırılabilir.

KAYNAKLAR

ANONİM, 2010. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Kömür İşletmeleri, Ankara.

ANONİM, 2016. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Bilgi Merkezi".

ASTM C 618, 1991. Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as A Mineral Admixture in Portland Cement Concrete, ASTM.

ASTM C 140-09, 2006. Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units, ASTM.

ASTM C 90-09, 2006. Standard Specification for Load-Bearing Concrete Masonry Units, ASTM.

ASTM C 642, 2013. Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete, ASTM.

ASTM C 109, 2016. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars, ASTM.

BERRY, M., CROSS, D., and STEPHENS, J., 2009. Changing the environment: an alternative "Green" concrete produced without Portland cement. In Proc., World of Coal Ash Conf., Lexington, KY, USA.

ONARAN, K., 1993. Malzeme Bilimi. Bilim ve Teknik Yayınevi, İstanbul, s. 270-273.

OZUSLU, Meral 2011. http://meralozuslu.blogcu.com/genel-bilgi-termik-santral-nedir/10997074 , Erişim tarihi: 5 Ağustos 2017

ÖZDEMİR, A., 2002. Bazı Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri. Geological Engineering Journal, 26 (1): 19-32.

POLLARD, TJS., MONTGOMERY, MD., and SOLLAR, JC., 1992. Organic Compounds in The Cement-Based Stabilization/ Solidification of Hazardous Mixed Waste Mechanistic and Process Consideration. Imperial College Center for Toxic Waste Management, Imperial College of Science, Technology and Medicine, London, UK, SW7, 2BU.

TOKYAY, M.,ve ÇETİN, BK., 1991. Preslenmiş, Buhar Kürü Uygulanmış Uçucu Kül- Kireç Tuğlalarının Dayanım ve Su Emme Özellikleri. Teknik Dergi, 2 (9) : 385-394.

TS EN 772-11, 2012. Kâgir Birimler-Deney Metotları-Bölüm 11: Betondan, Yapay ve Doğal Taştan Yapılmış Kâgir Birimlerde Kapiler Su Emme ve Kil Kâgir Birimlerde İlk Su Emme Hızının Tayini.

TURGUT, P., 2010. Masonry composite material made of limestone powder and fly ash. Powder Technology, 204 (1) : 42–47.

TURGUT, P., 2013. Fly ash block containing limestone and glass powder wastes. KSCE Journal of Civil Engineering, 17 (6) : 1425–1431.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Can ALAS
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Derik / MARDİN - 1991
Telefon : -
Faks : -
e-mail : alasmehmetcan@gmail.com

EĞİTİM

DERECE	Adı	ilçe/ il	biterme yıllı
Lise	: Derik Lisesi	Derik / MARDİN	2009
Üniversite	:Harran Üniversitesi	Merkez/ŞANLIURFA	2015

YABANCI DİLLER

İngilizce