



**Makale
(Article)**

Kağıt Fabrikası Atığının Alçı Panellerin Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Aylin Aydın*, Atilla Evcin*, Serhat Başpınar**

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Malz. Bil. ve Müh. Böl., Afyonkarahisar/TÜRKİYE

**Afyon Kocatepe Üniversitesi Tek. Eğt. Fak. Met. Eğt. Böl., Afyonkarahisar/TÜRKİYE
evcin@aku.edu.tr

Özet

Bu çalışma, alçı ürünlerde kullanılan katkı malzemelerinin alçı numuneler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Seka atığı kullanılarak dört farklı karışım hazırlanmış ve alçı dökümü yapılmıştır. Döküm boyunca karışımın reolojik özelliklerinin sabit değerde kalması sağlanmıştır. %2,5, %5, %10 oranlarında seka atığı katkılı alçı silindir ve çubuk numuneler hazırlanmıştır. Bu numuneler üzerinde eğme mukavemeti, su emme, gözeneklilik, hacim ağırlığı ve susuzlaşma hızı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, mukavemet, su emme, susuzlaşma hızı, gözeneklilik, hacim ağırlığı, ultrasonik test ve yayılma testi açısından farklı davranışlar gösterdikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alçı, Döküm, Kağıt Fabrika Atığı

The Effect on Physical Properties of Paper Plant Residue Gypsum Panel

Abstract

An investigation was performed to determine the relative effects of additives on the performance of plaster products. Sanitaryware casting slip were prepared using paper plant residue. During the casting the reology of the slip were staid. Solutions were prepared using %2,5, %5, %10 paper plant residue. 19ort he casting slip, water absorbtion, bending strength, bulk density and lost of weight were tested. Several results can be taken from this research. By looking the result of strength, water absorbtion, lost of weight, porosity, bulk density, ultrasonic test and fluidity of products is observed different behaviour.

Keywords : Plaster of Paris, Slip Casting, Paper Plant Residue.

1. GİRİŞ

Alçı uzun yıllardır seramik ürünlerinin şekillendirilmesinde kullanılan temel malzeme olmuştur. Alçının hazırlanmasında kullanılan hammadde alçıtaşıdır. Alçıtaşı değişik yerlerde değişik saflıklarda yataklanmış doğal oluşumlu bir kayadır. Bu kayaç bünyesinde % 20 civarında kimyasal olarak bağlanmış su içerir. Bu öğütülüp (toz haline getirilip) ısıtıldığında bünyesindeki suyun yaklaşık olarak $\frac{3}{4}$ 'ünü kaybeder ve genel adıyla kalsine alçı ya da *Plaster of Paris* denilen yapıya dönüşür. Kalsine edilmiş olan bu alçı tekrar su ile karıştırıldığında plastik veya akışkan bir kütle halini alır ve isteğe göre kalıplanabilir yada şekillendirebilir. Kalsinasyon sırasında kaybettiği kristal suyunu tekrar kazanmasının sebebi diğer doğal minerallerden farklı olarak kullanıcının isteğine ve şartlarına göre gözenek miktarı, absorpsiyon karakteristiği ve mukavemetinin bile değiştirilmesidir.

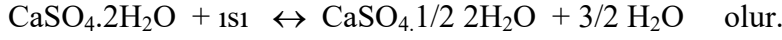
Bu makaleye atf yapmak için

Aydın A., Evcin A., Başpınar S., "Kağıt Fabrikası Atığının Alçı Panellerin Fiziksel Özelliklerine Etkisi"
Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2014, 10(2) 19-26

How to cite this article

Aydın A., Evcin A., Başpınar S., "The Effect on Physical Properties of Paper Plant Residue Gypsum Panel"
Electronic Journal of Construction Technologies, 2014, 10 (2) 19-26

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bileşimli jipsin 120°C civarında yakılmasıyla elde edilen beyaz-gri renkli maddeye “alçı” denir.



Isıtma 600°C 'nin üzerine çıkarsa jipsin bileşimindeki suyun tamamı çıkar ve $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 600^\circ\text{C} \leftrightarrow \text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ olur.

Bu şekildeki alçı; “Paris” veya “sıva alçısı” denilen susuz alçıdır. Bu tür alçı ancak uzun süre sonra katılaştır. 120°C 'de yakılmış jips öğütülür, elenir, torbalanır ve piyasaya sunulur [1-4].

1.1. Alçı Çeşitleri

•**Yapı alçısı** : Yapı alçısı, alçıtaşının öğütülüp pişirilmesiyle elde edilen, genellikle bina bölümlerinin fabrikada üretimi veya yerinde yapımı işlerinde kullanılan esas olarak $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ veya susuz CaSO_4 'den oluşan ve kullanım amacına uygun olarak çeşitli katkı malzemeleri içeren alçı türüdür.

•**Normal Alçı** : Normal alçı, alçıtaşının öğütülmesi ve bileşiminde $1/2$ mol kristal suyu kalacak ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) şekilde dezitratasyon işlemine tabi tutularak, içerdiği kristal suyunun kısmen giderilmesi ile elde edilen yapı alçısıdır.

•**Katkılı Normal Alçı** : Katkılı normal alçı, normal alçının işlenebilme özelliklerini daha elverişli duruma getirmek için kullanım amacına uygun olarak içine akışkanlaştırıcı, priz geciktirici (donmayı geciktirici), yumuşatıcı gibi çeşitli katkı malzemelerinin ilavesiyle elde edilen bir yapı alçısıdır.

•**Susuz Alçı** : Susuz alçı (anhidrit alçısı, anhidrit çimentosu anhidrit bağlayıcı), alçıtaşının öğütülmesi ve ihtiva ettiği 2 mol kristal suyunun dezitratasyon işlemine tabi tutularak tamamen giderilmesi veya kimyasal veya doğal kaynaklı anhidritin (CaSO_4) öğütülmesi ile elde edilen bir yapı alçısıdır.

•**Katkılı Susuz Alçı** : Katkılı susuz alçının işlenebilme özelliklerini daha elverişli hale getirmek amacı ile kullanım amacına uygun olarak çeşitli katkı maddelerinin ilavesiyle elde edilen bir yapı alçısıdır.

•**Saten Alçı** : Alçı sıva kaplanmış duvarlara veya beton yüzeylere uygulanır.

Yukarıda tanımlanan yapı alçıları sıva işlerinde (katkısız alçı sıvası, kumlu alçı sıvası, alçı kireç sıvası) kartonpiyer işlerinin ilk kaba şekillendirilmesinde, ince sıva (perdah sıvası) kalıp yapma, sıva ve süsleme işlerinde, duvar blokları, duvar kaplamaları, alçı duvar levhaları ve yapı elemanlarının yapılmasında kullanılır [2].

1.2. Alçıda Arzu Edilen Özellikler

- Yüksek gerilme (çekme) direnci
- Yüksek basınç direnci
- Yüksek sertlik
- Yüksek plastisite (iyi hamur haline gelme)
- Donma (priz) süresinin iyi bilinmesi
- Prizin düzenli olması (Prizin birden değil yavaş yavaş ve belli ve ölçülü bir zaman içinde kalması)

Bu özelliklerden bazıları, bazı kullanılma alanları için diğerlerinden daha önemli olmaktadır. Örneğin kil katılmış duvar alçısında, eğer çok miktarda kum kullanılacaksa, alçının plastisite özelliği başta gelmektedir. Plastisite özelliği prefabrikte imalat ve tuğla yapımında önemli değildir. Plastikliğin az

olması işleme süresini kısaltır. Çok plastik harç ile çalışmak, plastik olmayan harç ile çalışmaktan daha zordur [4].

1.3. Alçının Avantajları ve Dezavantajları

1.3.1. Avantajları

- Düşük maliyet
- İyi yüzey düzgünlüğü
- Yüksek çözenek, düşük boyutu
- Çabuk katılaşma
- Küçük boyutsal genleşme [4].

1.3.2. Dezavantajları

- Su ile doyunca basma mukavemeti azalır.
- Düşük aşınma dayanımı
- Jipsin suda çözünmesi
- Düşük ısıl şok direnci.

Su/ alçı oranı azaldıkça basma mukavemet artar, absorpsiyon azalır. Alçının su absorlama kapasitesi alçı/su oranına göre değişir. Su arttıkça gözenek boyutu ve miktarı artar. Gözenekler yeterince büyüdüğünde (kritik değeri aştıktan sonra) döküm hızı düşer [4].

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmanın amacı; alçıya kağıt fabrikası atığının değişik oranlarda katkısının alçının susuzlaşma hızına, su emmesine, dayanımına etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla ABS Bozüyük kartonpiyer alçısı kullanılmıştır.

İlk olarak Katkısız alçı, %2,5 - %5 ve %10 kağıt fabrikası atığı olmak üzere 4 farklı karışım hazırlanmıştır. Bu karışım oranları kullanılarak 25x25x150 mm boyutunda prizmatik ve 50x50 mm boyutunda silindirik numune dökülmüştür.

Son aşama olarak kurumuş alçı numunelere su emme, birim hacim ağırlık, porozite, üç nokta eğme mukavemeti, ultrasonik test ve yayılma testi uygulanmıştır. Deney numunelerinin hazırlanmasında ABS Bozüyük Kartonpiyer Alçısı kullanılmıştır.

2.1. Alçı Kalıpların Hazırlanması

Alçıda kullanılan katkı maddelerinin alçı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla 25x25x150 mm boyutunda alçı çubuk ve 50x50 mm boyutunda silindirik alçı numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan alçı çubuk ve alçı silindirik numuneler kurutulmuş sabit tartıma getirilmiştir.

2.2. Alçı/Su Karışımının Hazırlanması

Alçı/su oranı tespit edilip, karıştırma ve bekleme süreleri sabitleştirilerek, alçının ve suyun kullanım miktarları hesaplandıktan sonra temiz bir kap içerisinde bulunan suya, alçı 1 dakika sürede serpilerek 2,5 dakika boyunca karıştırılır ve karıştırma sonunda 30 sn alçının havasını almak için beklenir. Bu süre sonunda döküm yapılır.

2.3. Deney Numunelerine Uygulanan Testler

2.3.1. Alçının Susuzlaşma Hızı Testi

Katkı maddelerinin alçı üzerine etkisini belirlemek amacıyla alçının susuzlaşması tespit edilmiştir. Testin yapılmış aşamaları aşağıdaki gibidir.

Her karışımdan bir tane alınan 50 x 50 mm boyutundaki alçı silindirik numuneler 40°C’de sabit tartıma kadar kurutulmuştur. Ağırlığı hassas terazide tespit edilir. Alçı silindirik numuneler 2 dakika süreyle tamamı suda kalacak şekilde suya batırılarak yeniden su emmeleri sağlanmıştır. Daha sonra numuneler tekrar 40°C’de etüve konarak yarımşar saat arayla ağırlığındaki kayıplar hesaplanmıştır. Bu işlemler uygulandıktan sonra elde edilen değerler grafiğe geçirilir.

2.3.2. Görünür Porozite, Su Emme, Birim Hacim Ağırlık Testi

Katkı maddelerinin alçının su emme, gözeneklilik, hacim ağırlığı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla alçı çubuk numuneler üzerinde test yapılmıştır. Testin yapılmış aşamaları aşağıdaki gibidir. Her katkı oranından beşer alçı çubuk numune alınarak 5 dakika süre ile suda bekletilir. 5 dakika sonunda alçı çubuk numunelerin su içinde asılı durumda tartımları alınır.

Alçı çubuk numuneler su içinden çıkarılıp uygun bir bezle hafifçe yüzeyindeki suyu alınır ve tartılır. Alçının su içinde çözüldüğü için suda bekletme süresi 5 dakika olarak belirlenmiştir.

Bu işlemler uygulandıktan sonra aşağıdaki formüller ile yüzde görünür gözeneklilik, yüzde su emme ve birim hacim ağırlık (bulk yoğunluk) değeri hesaplanır ve grafiğe geçirilir.

$$\% \text{ Görünür Gözeneklilik} = \frac{W-D}{W-S} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Su emme} = \frac{(W-D)}{D} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Birim Hacim Ağırlığı} = \frac{D}{W-S} \quad (3)$$

Burada:

D = Kuru numunenin ağırlığı (gr)

W = Yaş numunenin ağırlığı (gr)

S = Sudaki numunenin ağırlığı (gr)

2.3.3. Üç Nokta Eğilme Mukavemeti Testi

Katkı maddelerinin alçının dayanımı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla alçı çubuk numuneler üzerinde test yapılmıştır. Testin yapılmış aşamaları aşağıdaki gibidir.

Her katkı oranından beşer alçı çubuk numune alınıp deney düzeneğindeki mesnetlere göre simetrik olacak ve mesnetler ile yükleme parçası numunenin her iki tarafından eşit miktarda taşacak şekilde yerleştirilir.

Deney mesnetlerin tam ortasından düzgün bir şekilde ve çarpmasız olarak devamlı artan bir kuvvetin kırılma meydana gelene kadar uygulanması yoluyla yapılır. Kırılma anındaki en büyük kuvvet tespit edilir (P). Bu işlemler uygulandıktan sonra aşağıdaki formül ile üç nokta eğilme mukavemeti değeri hesaplanır ve grafiğe geçirilir.

$$\text{Eğilme Dayanımı} = \frac{3.P.L}{2.b.d^3} \quad (4)$$

Burada:

P= Uygulanan kuvvet (kgf)

L= Mesnet açıklığı (cm)

b= Numunenin deneyden önce birbirine dik doğrultuda ölçülen genişliklerinin ortalaması (cm)

d= Kırılmış numunede kırılma kesitinde 0,1 mm duyarlılıkta dört yerden ölçülen kalınlıklarının ortalaması (cm)

2.3.4. Ultrasonik Test

Alçı kalıbın su içerisinde çözünebileceği düşünülerek, gözenek miktarını değerlendirmek amacıyla numunelere ultrasonik test uygulanmıştır. Bu amaçla 25 x 25 x 150 mm boyutundaki prizmatik numuneler kullanılmıştır. Numune boyunca ses dalgasının iletim süresi ölçülmüştür. Ses dalgasının iletiminde meydana gelecek gecikme numunede artan gözenekliliğin bir işaretidir. Katı malzemelerde ses iletim hızı gözenekli malzemelere göre daha hızlıdır.

2.3.5. Yayılma Testi

Alçı/su 100/75 oranına göre elde edilen alçı harcı camın üzerindeki vicat halkasına doldurulmuştur. Sabit süre beklendikten sonra vicat halkası kaldırılarak cam üzerinde meydana gelen yayılma çapı ölçülür. Bu işlem her katkı oranı için tekrarlanır. Böylece alçıya katılan değişik katkıların donmaya etkileri ve akma çapları gözlenmiştir.

3. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Alçının Susuzlaşma Hızının Tespiti

Alçının susuzlaşma hızının tespiti alçının ağırlık kaybını ölçerek bulunur. Ağırlık kaybı değerlerinin süreye göre katkı oranlarına bağlı olarak değişimi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ağırlık Kaybı – Süre değişim değerleri

% Kağıt fabrikası Atığı	1/2 Saat	1 Saat	3/2 Saat	2 Saat
0	1,1	2,5	4,1	5,7
2,5	1,4	3	4,8	6,8
5	1,4	3,1	5,1	7,4
10	1,1	2,7	4,4	6,5

3.2. % Su Emme – Birim Hacim Ağırlık Değişimi

% Su emme ve birim hacim ağırlığı değerlerinin katkı oranlarına bağlı olarak değişimi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. % Su Emme ve Birim Hacim Ağırlık değerleri

% Kağıt fabrikası atığı	Hacim Ağırlığı(gr/cm^3)	% Su Emme Miktarı
0	1,078	31,6
2,5	1,07	36,9
5	1,068	37,9
10	1,05	41,4

Tablo 2’de görüldüğü gibi katkı miktarının artması katkısız alçıya göre birim hacim ağırlığında azalma ve % su emme değerlerinde artma göstermiştir. Birim hacim ağırlığının azalması yapının gözenekli olduğunun bir göstergesidir. Gözenekli malzemelerde ise su emme değeri daha yüksek çıkacaktır.

3.3 % Görünür Gözeneklilik – Eğme Mukavemeti Değişimi

% Görünür gözeneklilik ve eğme mukavemeti değerlerinin katkı oranlarına bağılı olarak değişimi Tablo 3’de gösterilmiştir.

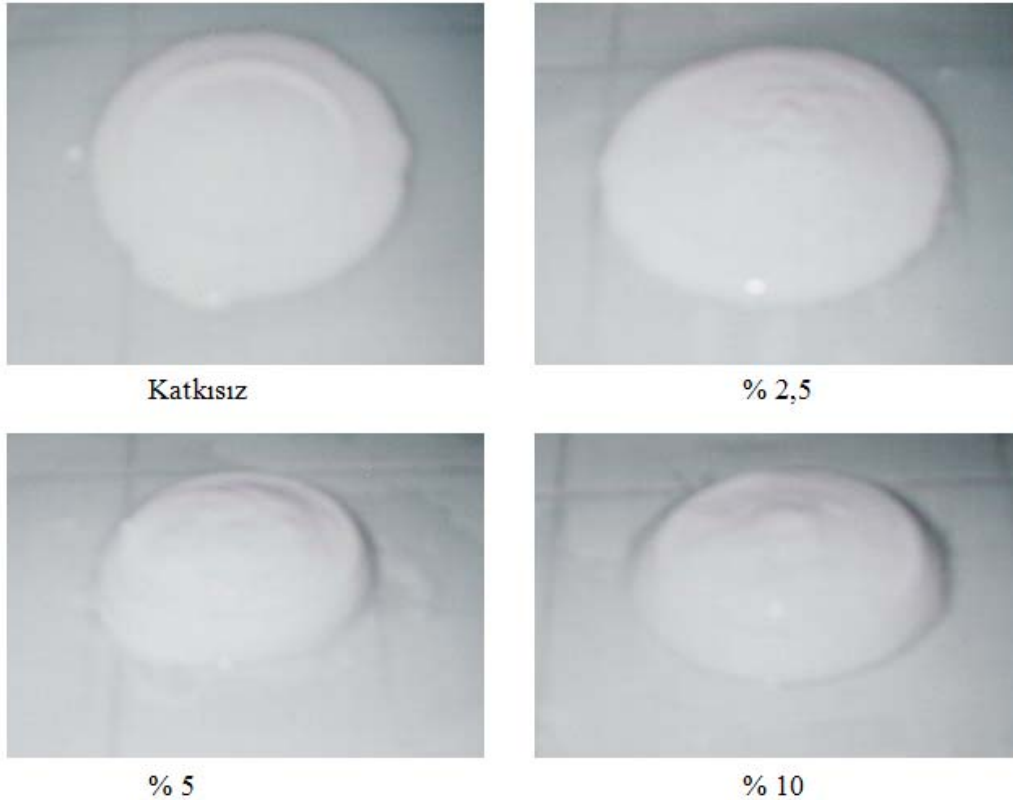
Tablo 3. % Görünür Gözeneklilik ve Eğme Mukavemeti değerleri

% Kağıt fabrikası Atığı	% Görünür Gözeneklilik	Eğme Mukavemeti(MPa)
0	34,1	4,4
2,5	39,6	7,5
5	40,5	7,3
10	43,5	4,6

Tablo 3’de görüldüğü gibi katkı miktarının artması % görünür gözenekliliği artırmıştır. Su emme değerlerine paralel olarak beklenen bir değişimdir. Aynı şekilde katkı miktarının artması eğme mukavemetlerinde düzenli bir artış göstermemiştir. En yüksek eğme mukavemeti % 2,5 kağıt atığı katkılı numunelerde gözlenmiştir.

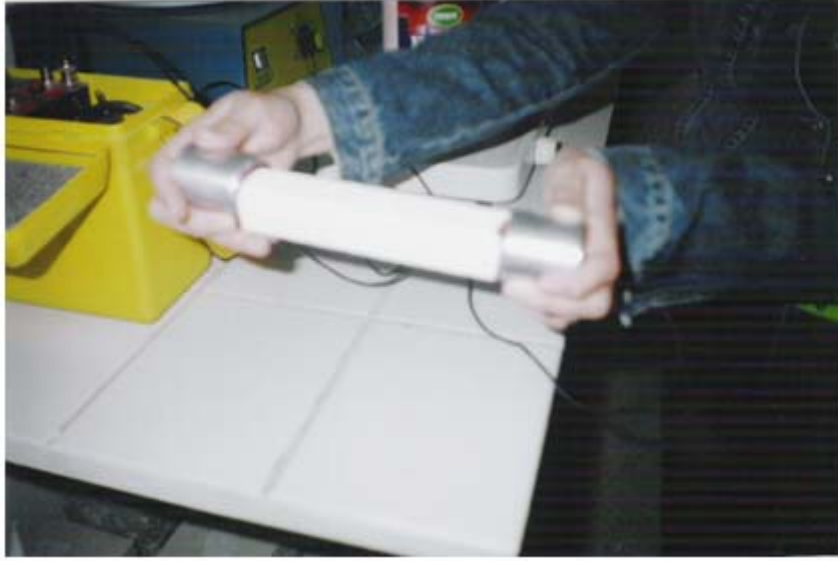
3.4. Yayılma Testi

Şekil 1’de görüldüğü gibi %2,5 kağıt fabrikası atığı katkı oranında alçının yayılma çapı çok az miktarda, azalan yönde değişim göstermiştir. Yani, akışkanlığı azalmıştır. Buna göre, donma süresi kısalmıştır diyebiliriz. %5 kağıt fabrikası atığı katkı oranında ise alçının yayılma çapında büyük bir değişim gözlenmektedir. Bu da, donma süresinin azaldığını ve akışkanlığın da aynı oranda azaldığını anlatır. %10 kağıt fabrikası atığı katkı oranında ise %5’lik katkı oranına nazaran daha az bir değişim görülmüştür. Bu durumda, yine akışkanlık azalan yönde bir artış göstermiş olduğunu ve donma süresinin orantılı olarak azalma gösterdiği görülmektedir.



Şekil 1. Yayılma testi sonrası.

3.5. Ultrasonik Test



Şekil 2. Ultrasonik Test Deneyinin Yapılışı

Tablo 5. Ses Dalgası İletimi değerleri

% Katkı Oranları	% 0	% 2,5	% 5	% 10
Ses dalgası μ sn	30,5	29,3	29	30,6

Tablo 5’de görüldüğü gibi katkısız alçı oranına göre %2,5 ve %5 katkılı numunelerde ses dalgası daha erken iletilmiştir. %10 katkılı numunede ise ses dalgası iletiminde gecikme söz konusudur.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

- Alçıya yapılan kağıt fabrikası atığı ilavesi miktarının artmasıyla malzemenin hacim ağırlığında azalma gözlenmiştir ve buna bağlı olarak su emme miktarının da attığı gözlenmiştir. Su emme değerlerine paralel olarak görünür gözeneklilikte de artma söz konusudur.
- Kağıt fabrikası atığı katkılı numunelerde ise, katkısız oranla %2,5 ve %5 katkı oranlarında mukavemetin belirgin şekilde arttığı, %10 katkı oranında az miktarda artış olduğu gözlemlenmiştir.
- Uygulanan ultrasonik inceleme sonucunda, %2,5 ve %5 kağıt fabrikası atığı katkılı numunelerde ses iletiminde gecikme olmadığı, %10 kağıt fabrikası atığı katkılı numunelerde ise çok az miktarda gecikme olduğu tespit edilmiştir.
- Kağıt fabrikası atığı katkılı numunelerde katkı miktarına bağlı olarak alçının kuruma hızının, katkısız alçı numunelerine göre daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Ancak, bu artış kağıt fabrikası atığı katkılı numunelerde artmasıyla doğru orantılı olmadığı, % 2,5 ve % 5 oranındaki katkılarda kuruma hızının daha yüksek, %10 oranındaki katkıda ise bu hızın diğer katkı oranlarına göre daha düşük olduğu gözlenmiştir.
- Kağıt fabrikası atığı ilavesinde katkı oranı arttıkça yayılmada azalma gözlenmiştir. En çok azalma %5 katkı oranında görülmüştür. En az azalma ise %2,5 katkı oranında gözlemlenmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Emrullahođlu, Ö.F., 2001, “Seramik Hammaddeleri Ders Notları”, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
2. Kibici, Y., Karaduman, M.E., 1999, “Temel Jeoloji Prensipleri”, Devran Matbaacılık, Ankara
3. Temur, S., 1998, “Endüstriyel Hammaddeler”, Konya.
4. Kızıloğlu, M., 2003, “Niřasta ve Diatomit ilavesinin Alçı Kalıp ve Döküm Özelliklerine Etkisi”, Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.