

T.C.
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SODYUM BENZOAT ESASLI HAMMADDE KULLANILARAK LABORATUAR
ORTAMINDA HAZIRLANAN FARKLI KİMYASAL KATKILARIN ÇİMENTO
HARCININ BASINÇ DAYANIMI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökay KIRAS

HAZİRAN - 2023

T.C.
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SODYUM BENZOAT ESASLI HAMMADDE KULLANILARAK
LABORATUAR ORTAMINDA HAZIRLANAN FARKLI KİMYASAL
KATKILARIN ÇİMENTO HARCININ BASINÇ DAYANIMI ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökay KIRAS

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ

Haziran – 2023

“SODYUM BENZOAT ESASLI HAMMADDE KULLANILARAK LABORATUAR ORTAMINDA HAZIRLANAN FARKLI KİMYASAL KATKILARIN ÇİMENTO HARCININ BASINÇ DAYANIMI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ” adlı tez çalışması **Gökay KIRAS** tarafından hazırlanmış olup aşağıdaki jüri tarafından **OY BİRLİĞİ** ile Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ
Kırklareli Üniversitesi

Jüri Üyeleri:

Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZŞAHİN
Kırklareli Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet İnanç ONUR
Eskişehir Teknik Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 13/06/2023

Doç. Dr. H. Hale KARAYER
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Kırkireli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez ve Proje Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum bilgileri, verileri ve dokümanları, değişik sonuç verebilecek şekilde araştırma araç gereçleri kullanmadan, işlem veya kayıt sonuçlarını değiştirmeden akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gökay KIRAS
13/06/2023

ÖZET

SODYUM BENZOAT ESASLI HAMMADDE KULLANILARAK LABORATUAR ORTAMINDA HAZIRLANAN FARKLI KİMYASAL KATKILARIN ÇİMENTO HARCININ BASINÇ DAYANIMI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Gökay KIRAS

Yüksek Lisans Tezi

Kırklareli Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ

Haziran 2023, 35 sayfa

Beton dünya ve Türkiye’de yaygın olarak kullanıldığından üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir yapı malzemesidir. İyi bir betonda dikkat edilecek üç temel özellik olarak; işlenebilir olmalı, dayanıklı olmalı ve kalıcılık esas olmalı (Özçelik ve ark., 2013). Günümüzde artık betonun özelliğini değiştirmek içinde kimyasal katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı yapı sektöründe farklı içeriğe sahip kimyasal katkıları beton özelliğini değiştirmek için ihtiyaçlar doğrultusunda hazırlanarak tüketicinin kullanımına sunulur. Günümüzde farklı özelliklere sahip su azaltıcı katkıları üretilmektedir. Su azaltıcı katkı özellikleri çimentolu sistemlerin taze ve bazı sertleşmiş hal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, 31 farklı dizayna sahip yüksek oranda su azaltıcı polikarboksilat esaslı kimyasal katkıları laboratuvar ortamında üretilerek hazırlanan kimyasal katkıların Ph değerleri ölçülecektir. Üretilen çimento harçlarının mekanik özellikleri belirlenecek sonuçlar kapsamlı bir şekilde değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Polikarboksilat, Kimyasal katkı maddeleri

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT CHEMICAL ADDITIVES PREPARED IN THE LABORATORY ENVIRONMENT USING SODIUM BENZOATE-BASED RAW MATERIAL ON THE COMPRESSIVE RESISTANCE PROPERTIES OF CEMENT MORTAR

Gökay KIRAS

MSc Thesis

Kirklareli University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ

June 2023, 35 pages

Since concrete is widely used in the world and in Turkey, it is a building material that should be carefully considered. As three basic features to be considered in a good concrete; it should be workable, durable and permanence should be essential (Özçelik et al., 2013). Today, chemical additives are used to change the properties of concrete. Therefore, chemical additives with different content in the construction sector are prepared in line with the needs to change the concrete properties and offered to the use of the consumer. Today, water reducing additives with different properties are produced. Water reducing additive properties significantly affect the fresh and some hardened properties of cementitious systems. In this study, high water reducing polycarboxylate based chemical additives with 31 different designs will be produced in the laboratory and the pH values of the chemical additives will be measured. The mechanical properties of the cement mortars to be produced will be determined and the results will be evaluated comprehensively.

Keywords: Polikarboxylate, chemical additives

TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı üstlenen, konu seçiminden araştırmaların yürütülmesi dâhil beni sınırlamayıp özgür bırakan, tezi yazma sürecinde bilgi ve tecrübesini esirgemeyip her türlü imkânı sağlayan değerli Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ hocama teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	İİV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	Vİİ
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	Vİİİ
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	İX
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. KİMYASAL KATKILAR	3
2.1. Su Azaltıcı Katkılar	3
2.2. Süper Akışkanlaştırıcılar	4
2.3. Korozyon İnhibitörleri	9
2.3.1. Sodyum Benzoat	11
2.3.2. Kalsiyum Nitrat.....	11
3. AMAÇ VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. pH Sonuçlarının Değerlendirilmesi	17
4.2. Sertleşmiş Birim Ağırlık Sonuçlarının Değerlendirilmesi	18
4.3. Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi	22
4.4. Basınç Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi	25
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	35

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 3.1. Kimyasal Katkı Dizaynları	14
Çizelge 3.2. Kimyasal Katkıların pH Değerleri	15
Çizelge 3.3. Şahit Harç ve 31 Farklı Kimyasal Katkılı Harçların Bileşimi.....	16
Çizelge 4.4. 3, 7 ve 28 Günlük Numune Ağırlıkları	18
Çizelge 4.5.3, 7 ve 28 Günlük Numunelerin Sertleşmiş Birim Ağırlıkları	19
Çizelge 4.6. 3, 7 ve 28 Günlük Numunelerin Eğilme Dayanımı Sonuçları	22
Çizelge 4.7. 3, 7 ve 28 Günlük Numunelerin Ortalama Basınç Dayanımı Sonuçları	25

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 4.1. Farklı Hammaddeler Kullanılarak Laboratuvar Ortamında Hazırlanan 31 farklı Dizayna Sahip Kimyasal Katkıların pH Değerleri	17
Şekil 4.2. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 3 Günlük Numunelerin Sertleşmiş Birim Ağırlık Sonuçları	20
Şekil 4.3. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 7 Günlük Numunelerin Sertleşmiş Birim Ağırlık Sonuçları	20
Şekil 4.4. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 28 Günlük Numunelerin Sertleşmiş Birim Ağırlık Sonuçları	21
Şekil 4.5. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 3 Günlük Numunelerin Eğilme Dayanımı Sonuçları	23
Şekil 4.6. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 7 Günlük Numunelerin Eğilme Dayanımı Sonuçları	23
Şekil 4.7. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 28 Günlük Numunelerin Eğilme Dayanımı Sonuçları	24
Şekil 4.8. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 3 Günlük Numunelerin Basınç Dayanımı Sonuçları	26
Şekil 4.9. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 7 Günlük Numunelerin Basınç Dayanımı Sonuçları	26
Şekil 4.10. Farklı Dizaynlara Sahip Kimyasal Katkılar Kullanılarak Üretilen 28 Günlük Numunelerin Basınç Dayanımı Sonuçları	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
$CaSO_4$	Kalsiyum Sülfat
$CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$	Alçı
$Ca(NO_2)_2$	Kalsiyum Nitrit
$Ca(NO_3)_2$	Kalsiyum Nitrat
C_2S	Dikalsiyum Silikat
C_3A	Trikalsiyum Alüminat
C_3S	Trikalsiyum Silikat
C_4AF	Tetra Kalsiyum Alüminoferrite
C_6H_5COOH	Benzoik Asit
$C_7H_5NaO_2$	Sodyum Benzoat
$NaNO_2$	Sodyum Nitrit
Na_2SO_4	Sodyum Sülfat
Na_2PO_3F	Sodyum monoflorafosfat
g/cm^3	Yoğunluk
Mpa	Basınç birimi
Kısaltmalar	Açıklamalar
PCE	Polikarboksilik Ester
SA	Süper Akışkanlaştırıcı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SMF	Sülfonatlanmış Melamin Formaldehit
SNF	Sülfonathı Naftalin Formaldehit
TBF	Tribütil Fosfat

1. GİRİŞ

Beton dünya ve Türkiye’de yaygın olarak kullanıldığından üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir yapı malzemesidir. İyi bir betonda dikkat edilecek üç temel özellik olarak; işlenebilir olmalı, dayanıklı olmalı ve kalıcılık esas olmalı (Özçelik ve ark., 2013). Günümüzde artık betonun özelliğini değiştirmek içinde kimyasal katkı maddeleri kullanılmaktadır. Son yıllarda da içinde kimyasal katkı maddeleri bulunmayan beton bulmak imkânsız hale gelmiştir (Erdoğan ve ark., 2017). Bundan dolayı yapı sektöründe farklı içeriğe sahip kimyasal katkı beton özelliğini değiştirmek için ihtiyaçlar doğrultusunda hazırlanarak tüketicinin kullanımına sunulur. Ülkemizde genellikle betonun özelliğini değiştirmesi ile daha işlenebilir özellik kazandıran akışkanlaştırıcı katkı en çok kullanılan kimyasal katkılardır (Taştan ve Kılınç, 2021). Günümüzde farklı özelliklere sahip su azaltıcı katkılarda üretilmektedir. Su azaltıcı katkı özellikleri çimentolu sistemlerin taze ve bazı sertleşmiş hal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bunlar gibi polikarboksilat-esaslı yüksek oranda su azaltıcı katkılarda kullanılarak çimentolu sistemlerin özelliklerini önemli ölçüde etkilerler. Bu çalışmada, 31 farklı dizayna sahip polikarboksilat esaslı kimyasal katkı laboratuvar ortamında üretilerek hazırlanan kimyasal katkıların Ph değerleri ölçülecektir. Üretilen çimento harçlarının mekanik özellikleri belirlenecek sonuçlar kapsamlı bir şekilde değerlendirilecektir.



2. KİMYASAL KATKILAR

Kimyasal katkıları, betonun taze veya sertleşmiş haldeki özelliklerini iyileştirmek amacı ile su agrega ve çimento gibi diğer bileşenlerinin dışında betona karışım suyu ile birlikte veya daha sonra katılarak kullanılan kimyasallardır (Özkul ve Sağlam, 2002).

Son yıllarda, kimyasal katkıları betonun taze ve sertleşmiş özellikleri üzerinde pozitif etkilerinden dolayı özellikle de akışkanlaştırıcıları, hazır beton sektörünün vazgeçilmez ögesi olmuştur. Dolayısıyla kimyasal katkı maddeleri kullanmadan iyi bir beton üretimi gerçekleştirilememektedir. Bununla birlikte, hazır beton sektörünün en önemli sorunlarından birisi kimyasal katkı maddeleri ile çimento uyumsuzluğudur (Ramyar ve ark., 2008).

Kimyasal katkıları iki kısım olarak ayrılır. Bir kısmı çimento ile su sisteminde hareket ederler ve sıvıların yüzeyinde oluşan yüzey gerilimini etkilerler. Diğerleri ise iyonik bağların oluşturduğu bileşenleri bozarlar ve çimento bileşenleri ile su arasındaki kimyasal reaksiyonları etkilerler (Gök ve ark., 2017).

Kimyasal katkıları taze ve sertleşmiş betonun pek çok özelliğini değiştirebilen, örneğin dayanımını arttıran, yapı malzemeleridir. Kimyasal katkıların betonda yaklaşık olarak % 1 oranında da kullanılsa kimyasal katkıların üretimi göz önüne alındığında betonda kullanılan bu katkıların da çevre üzerinde önemli bir etkisi mevcuttur. Kimyasal katkıların beton üretiminde en uygun hale getirmek bu nedenle büyük önem taşımaktadır (Özçelik ve ark., 2013).

2.1. Su Azaltıcı Katkıları

Günümüzde betonda su azaltıcı olarak beton sektöründe sıkça kullanılan su azaltıcı kimyasal katkıları ilk olarak 1981 yıllarında üretimine başlanmıştır. Su azaltıcıları; betonda su azaltma özelliği sayesinde yüksek dayanımlı yapıların imal edilmesini, kalıp alma süresini kısaltarak inşaat hızının artmasını, daha işlemeye uygun özellikte olan ve daha uzun servis ömrü olan betonların daha düşük maliyet ile üretilebilmesine imkân sağlar. Son zamanlarda farklı özelliklere sahip çeşitli su azaltıcı katkıları üretilmekte ve sağladığı olumlu etkilerin yanı sıra beton karışımlarında olumsuz etkilerin oluşumuna

da neden olabilmektedir. Çimentolu sistemlerin taze hal ve bazı sertleşmiş hal özelliklerini etkileyen parametreler kullanılan çimentonun özellikleri, su azaltıcı katkı, karışım oranı, sıcaklık ve bakım koşulları gibi faktörlerdir. Polikarboksilat esaslı su azaltıcı katkıya bağlı etkenler içinde ana zincir uzunluğu, yan zincir sayısı ve uzunluğu, molekül ağırlığı, moleküller arası bağ yapısı, kimyasal bileşimi, yoğunluğu, adsorpsiyon özelliği, beton karışımına katılış şekli ve sırası önem kazanmaktadır (Mardani ve ark., 2017).

2.2. Süper Akışkanlaştırıcılar

Süper akışkanlaştırıcılar beton teknolojisinde vazgeçilmez unsuru haline gelmiştir. (Taştan ve Kılınç, 2021). İlk olarak 1960 yıllarında kullanılmaya başlanan süper akışkanlaştırıcılar günümüzde beton teknolojisinde aktif olarak kullanılmaktadır. Süper akışkanlaştırıcılar, polikarboksilik, melamin formaldehid sülfonik asit, naftalin formaldehid sülfonik asit ve asit lignosülfonik asit gibi farklı kökenli malzemeler ile üretilmektedir. Süper akışkanlaştırıcılar kökenlerinden dolayı birbirinden farklı olacakları gibi aynı kökenli akışkanlaştırıcılar mevcuttur. Süper akışkanlaştırıcıların kimyasal yapıları ve molekül ağırlıkları hakkında genel bir bilgiye sahip olunmadığından dolayı deneysel çalışmalardaki sonuçların yorumlanmasında problemler yaşanmaktadır(Taştan ve Kılınç, 2021). Çimento hamurunun akışkanlığına göre beton kalitesi ve özellikleri doğrudan ilgilidir. Su-çimento oranları düşük olan betonlara katılan süper akışkanlaştırıcıların ilk sürelerde betonların işlenebilirlikleri yüksek iken kısa süre sonra azalarak hızlı çökme kaybına neden olmaktadır(Taştan ve Kılınç, 2021). Bu yüzden çimento ve süper akışkanlaştırıcıların özellikleri çimento ve süper akışkanlaştırıcı katkı arasındaki uyumu doğrudan etkilemekte ve çimento ve süper akışkanlaştırıcı katkı uyumu ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (Taştan ve Kılınç, 2021).

İşlenebilirliği artıran önemli kimyasal olarak süper akışkanlaştırıcılar (SA) veya yüksek oranda su azaltıcı katkıları aklımıza gelmektedir. Süper akışkanlaştırıcıların aynı zamanda çimento hidrasyonunu hızlandırıcı, geciktirici etkileri ve hava sürüklenme etkileri gibi farklı önemli özellikleri de vardır. Süper akışkanlaştırıcılar ile beton karışımların su ihtiyacı %30-40 seviyelerine çıkarken Su azaltıcı katkıları beton karışımların su ihtiyacını %10-15 oranında azaltırlar. (Taştan ve Kılınç, 2021).

Süper akışkanlaştırıcı katkıların temel avantajları, i) az çimento kullanarak işlenebilir ve normal dayanımda beton üretmek ii) normal betonun işlenebilirlikte ancak daha az miktarda su kullanmak ve yüksek dayanımlı beton üretmek, iii) çimento miktarında ve dayanımda düşüklük olmadan betonun kolaylıkla yerleşmesi amacıyla betonun işlenebilirliğini arttırmak olarak sıralanabilir (Erdoğan ve ark., 2017).

Yeni nesil süper akışkanlaştırıcılar Polikarboksilik esterler (PCE) de olarak bilinir. Polikarboksilik esaslı süper akışkanlaştırıcıların bir reaksiyona gelme eğilimi de oldukça yüksektir. Polikarboksilik esaslı süper akışkanlaştırıcıları sülfonik grubu maddeler içermediklerinden ve alkali ortamda tamamen iyonize olduklarından reaktifliği de oldukça yüksektir. Polikarboksilik esaslı süper akışkanlaştırıcıları yüksek dozajlarda kullanıldıklarında priz süresinin uzamasına neden olmaz ve böylelikle yüksek oranda mineral katkı kullanımına olanak sağlarlar (Erdoğan ve ark., 2017).

Süper akışkanlaştırıcı katkıları çimento tanecikleriyle fiziksel ve kimyasal olarak etkileşime girmesi taze betonun dayanıklılık, akışkanlık, işlenebilirlik ve sıkıştırılabilirlik gibi özelliklerini olumlu yönde etkilerler. (Erdoğan ve ark., 2017).

Avrupa’da üretilen tüm katkıların yaklaşık %38’ini süper-akışkanlaştırıcılar oluşturmaktadır. Su azaltıcıların karmaşık kimyasal bir yapıya sahip kategorisi süper-akışkanlaştırıcılarıdır. Su-azaltıcılara göre daha fazla su azaltma sağlar iken hava sıkışımı ve prizlenme gecikmesi olmaksızın işlenebilirliği artırır. Betonda kullanılan Süper-akışkanlaştırıcıların dört ana grubu; “sülfonatlı naftalin formaldehit (SNF), sülfonatlanmış melamin formaldehit (SMF), vinil kopolimerler ve polikarboksilik esterler” dir. Süper-akışkanlaştırıcılardan olan polikarboksilik asitler (örneğin; etilen oksit akrilik asit veya kopolimerleri etilen oksit malik asit) çimentoyu dağıttığı ve betonun çökme özelliğini sürdürmesini sağladığı için özellikleri dikkat çekmektedir. Az miktarlarda başka maddeler de eklenebilir örneğin; “ tributil fosfat (fazla hava sıkışmasını azaltmak için), trietanolamin (gecikmeye karşı) ve hidroksikarboksilik asit tuzları veya lignosulfonatlar (gecikmeyi artırmak için)” gibi. Veya özel süper-akışkanlaştırıcılar ana bileşenlerin karışımı şeklinde de olabilir (Özçelik ve ark., 2013).

Yüksek performansa sahip betonların akışkanlık, işlenebilirlik, sıkıştırılabilirlik ve dayanıklılık gibi özellikleri birçok parametreden etkilenmektedir. Süper akışkanlaştırıcıların plastikleştirici bir etki oluşturma özelliği vardır. Çimento ile su buluştuğunda, zıt yüklü taneler arasında elektrostatik etkileşim ile su ile birleşen

parçalar arasındaki yüzey etkileşimi sonucunda bir topaklaşma ortaya çıkar. Süper akışkanlaştırıcı katkı ilave edilen çimento harcındaki çimento taneleri üzerine tutunması ve elektrostatik itki ile çimento taneleri ayrılma eğilimine girerler. Bununla birlikte de sterik etki nedeniyle parçacıkların birbiriyle etkileşimi girmesi engellenmiş olur. Moleküler ağırlığı yüksek olan katkılarda özellikle bu etki daha çarpıcı olarak görülmektedir. Yüksek işlenebilirliğe sahip süper akışkanlaştırıcı ilave edilmiş karışımlar 30 ila 60 dakikadan sonra bu özelliklerini kaybederek çökme eğilimine girerler. Çökme kaybını etkileyen en önemli faktörler süper akışkanlaştırıcının tipi, çimentonun tipi, miktarı, başlangıç çökme değeridir. Süper akışkanlaştırıcıların etkinliği, akışkanlaştırıcıların çözelti içerisindeki yoğunlaşmasıyla ilişkili olmaktadır. Süper akışkanlaştırıcı katkı ile çimento taneleri kuvvetli bir şekilde birbirlerine bağlanmasından dolayı hidrasyon sürecinin erken zamanlarında süper akışkanlaştırıcının yoğunlaşması önemli ölçüde azalmaktadır (Kılınç ve Tüz, 2019).

Betonlarda öncelikle beklenen işlenebilirlik, dayanım ve dayanıklılık özelliklerinin geliştirilmesi için betonun su/çimento oranı azaltılmalı ve kalıbına ayrışma ve boşluk oluşturmadan kolayca yerleştirilmelidir. Bu şartların sağlanabilmesi süper akışkanlaştırıcı (yüksek oranda su azaltıcı, SA) katkı maddelerinin geliştirilmesi ile başarılabilmiştir. SA'lar, organik polielektrolit ve polimerik dağıtıcılardır (dispersant) ve kimyasal yapılarına göre sülfone edilmiş sentetik polimerler, karboksile edilmiş sentetik polimerler ve karma işlevli sentetik polimerler olarak sınıflandırılabilirler (Özkul ve Sağlam, 2002).

Jeknovarian ve arkadaşları bazı polikarboksilat kökenli Su azaltıcıların teknik özelliklerinin daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (Özkul ve Sağlam, 2002).

SA'ların akışkanlaştırıcılık özelliği, yüksek dağıtıcılık özellikleri göstererek çimento taneciklerini birbirinden uzaklaştırmalarından kaynaklanmaktadır. Dağılma olayı SA moleküllerinin bağlayıcı tanecikler tarafından adsorbe edilmesi ile oluşur. Çimento taneciklerinin dağılma sonrası kararlı kalması da önemlidir. Dağılma ve dağılmanın kararlılığı farklı teoriler ile açıklanmaktadır. Derjaguin, Landau, Verweck, Overbeck tarafından önerilen DLVO teorisinde SA'lar çimento taneciklerini negatif elektrik yükü ile yükleyerek tanecikler arasında elektrostatik bir itme kuvveti oluşturmaktadırlar. İkinci teori olan sterik etki teorisine göre ikinci grupta yer alan karboksile sentetik polimer ve poliakrilatların uzun ana molekülleri, polieter yan bağlarla daha geniş hacim

kaplayarak çimento taneciklerinin birbirinden uzaklaşmasını sağlamaktadır. Dağılımın diğer teorileri boşalma (depletion) ve sürtünme (tribology) teorileridir (Özkul ve Sağlam, 2002).

SA'ların dispersiyon yetenekleri, yüksek moleküler ağırlığa sahip polimerlerde, ileri derecede adsorpsiyon düzeyleri dolayısı ile daha fazladır. Ancak moleküler ağırlığın çok artmış olması, dispersiyon yeteneğini azaltmaktadır. SA'ların betona ilave edilmesi ile, betonun akışkanlık, işlenebilirlik, sıkıştırılabilirlik ve dayanım gibi reolojik özelliklerinden kayma eşiğinde azalma görülür. Karışıma işlenebilmeyi arttırmak amacı ile sadece su eklenmesi durumunda ise hem kayma eşiği hem de plastik viskozite düşecektir. Bu gözlemler taze betonun kararlılığı açısından önem arz etmektedir (Özkul ve Sağlam, 2002).

Bağlayıcı tanecikler tarafından adsorbe edilen SA ile elde edilen ilk yüksek işlenebilme belirli bir süreden sonra (15-30 dakika) kaybolmaktadır. Bazı hidratların erken oluşumu ve çimento taneciklerinin ani topaklanması (koagülasyonu) sıvı fazı koyulaştırır ve viskozite artar. C_3A , C_4AF , $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ gibi çimento bileşenleri hidratasyon başlangıcında su moleküllerini hızla müdahale ederek hidratlara dönüştürür. Böylelikle SA moleküllerinin önemli bir kısmı bu hidratların etkisi altına girerek hapsolür ve dağılım (dispersiyon) yeteneklerini kaybederler. Kararlı ve uzun süreli bir dispersiyon için SA moleküllerinin C_3S ve C_2S tanecikleri tarafından adsorplanmaları gerekmektedir. Bundan dolayı eğer çimentoda su moleküllerini hızla adsorbe eden tanecikler (örneğin C_3A) var ise, C_3S ve C_2S tanecikleri adsorbe edecek yeterli miktarda SA molekülü bulamaz ve akışkanlaştırıcı etkisi azalır. Bu tip çimentolar ile SA'lar birbirlerine uyum sağlayamazlar. Çimentonun inceliği de başka bir olumsuz etkidir. SA'ların çimentolar ile daha iyi işlenebilme ve kıvam koruma sergileyebilmeleri için çimentoların inceliği, C_3A , C_4AF içerikleri, $C_3A/CaSO_4$ oranı araştırılmalı ve topaklaşma (floculation) testleri özenle yapılmalıdır (Özkul ve Sağlam, 2002).

Luke ve Aitcin kıvam kaybını boşluk sıvısında hidratasyon başlangıcında oluşan bazı organomineral bileşenlerin kimyasına bağlamaktadır. Bu bileşenler, daha sonra alüminyum fazının hızlı sertleşmesini düzenleyen etrenjitin oluşumu için gerekli çözünmüş kalsiyum sülfatı tespit ederek katılaşmanın hızlanmasına yol açmaktadır. Benzer durum çözünen kalsiyum sülfatın çok fazla olmasında da gözlemlenmektedir (Özkul ve Sağlam, 2002).

Viskozitenin iyi sonuç vermesi için Klinker içindeki CaSO_4 , Na_2SO_4 'ın en uygun değerinin olması gerektiğine dair tespitler, çimentodaki çözünür alkali sülfat içeriğinin de betonun viskozite özelliğini etkileyeceği düşüncesini kuvvetlendirmektedir. En uygun değer aşılması, C_3S ve C_2S yüzeyindeki çift elektriksel tabakanın sıkışmasına ve tanelerin birbirine yaklaşması ile viskoziteyi arttırmasına yol açmaktadır (Özkul ve Sağlam, 2002).

Coppola ve arkadaşları poliakrilik tip SA kullanılması ile kıvam kaybı sorununun aşılacağını belirtmişlerdir. Sakai ve arkadaşları ise poliakrilik tip SA'larda da kimyasal bileşik yüzey aktif madde katmayı önermektedirler (Özkul ve Sağlam, 2002).

Uygulamada işlenebilme kaybını önlemek için, SA'nın şantiyede veya kademeli katılması, SA'nın betona karıştırma sırasında geç ilave edilmesi, geciktirici tip katkı kullanılması önerilmektedir (Özkul ve Sağlam, 2002).

Çimento ve süperakışkanlaştırıcı katkı arasındaki uyum, çimento ya da süper akışkanlaştırıcının özellikleri tarafından etkilenir (Ramyar ve ark., 2008).

Beton teknolojisinde kimyasal katkı kullanımı son yıllarda oldukça yaygın hale gelmiştir. Yapı endüstrisinde, farklı kompozisyona sahip kimyasal katkılar, ihtiyaçlar doğrultusunda hazırlanmakta ve tüketicinin kullanımına sunulmaktadır. Genel olarak en çok kullanılan kimyasal katkılar ise, betonun işlenebilme yeteneğini arttıran akışkanlaştırıcı katkılardır (Ramyar ve ark., 2008).

Betonun kalitesi ve özelliklerini etkileyen faktörler arasında, çimento hamurunun akışkanlık özelliği önemli yer tutmaktadır. Daha iyi akışkanlık süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir. Bu yüzden süper akışkanlaştırıcıların beton teknolojisindeki önemi günden güne artmaktadır. Ancak, süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkılar kullanılarak üretilen düşük su/çimento oranlarına sahip yüksek performanslı betonların başlangıçtaki yüksek işlenebilirlikleri, kısa süre sonra kaybolabilmektedir. Bir başka deyişle, hızlı çökme kaybı gösterebilmektedir. Bu durum, süper akışkanlaştırıcı ve çimentonun reolojik olarak uyumsuzluğuna bağlanmaktadır (Ramyar ve ark., 2008).

Katkılar, serbest halde, katı veya çözelti olarak kalabilir, çimento yüzeyi ile etkileşime girebilir, çimento hamuru veya çimento bileşenleri ile birleşebilir. Etkileşimin tipi ve boyutu, su ihtiyacı, hidrasyon ısısı, oluşan hidrasyon ürünlerinin kompozisyonu, priz

süresi, mikroyapı ve durabilite gibi betonun fiziko-kimyasal ve mekanik özelliklerini etkileyebilir (Ramyar ve ark., 2008).

Perenchio ve arkadaşları 1979 yılında bir çalışma gerçekleştirmiştir ve bu çalışmada C₃A içeriği yüksek olan çimentoların çok daha fazla çökme kaybı gösterdiğini belirtmiştir (Ramyar ve ark., 2008). Düşük oranda C₃A içeren çimentolarda çökme kaybının azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak, düşük C₃A içeren çimento kullanımının genel olarak daha az çökme kaybı verdiği düşüncesinin her zaman doğru olmadığı vurgulanmıştır (Ramyar ve ark., 2008).

2.3. Korozyon İnhibitörleri

Betonarme, çelik ve betondan oluşan, 100 yılı aşkındır yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesidir. Betonun pH değeri 12-14 arasında değişmektedir. Beton yapısında boşlukların varlığı söz konusudur. Bu boşluklara dışarıdan gelebilecek yabancı maddeler (örneğin klor girişi) donatının korozyonuna sebep olur. Aynı zamanda çimento hidrasyonu ürünleri karbondioksit ile reaksiyona girer ve bunun sonucunda kalsiyum karbonat oluşur. Bu da pH değerinin düşmesine sebep olur. Donatı korozyonu yapı performansını azaltan en önemli etkidir. Korozyonu önlemek için yıllardır korozyon önleyici inhibitörler kullanılmaktadır. Korozyon önleyici inhibitör kullanımı önemli avantajlar sunmaktadır. Korozyon önleyici inhibitör kullanıldığında yapının klor etkisine karşı durabilitesi artar (Rivetti ve ark., 2018).

İnhibitörler, korozyon miktarını azaltan kimyasallardır. Korozyon inhibitörleri, daha düşük maliyetleri ve uygulama kolaylığı nedeniyle diğer geleneksel koruma yöntemlerine kıyasla iyi bir alternatif olabilir. Korozyon inhibitörleri uygulama yöntemlerine, korunma mekanizmalarına veya bileşimlerine göre organik ve inorganik olarak sınıflandırılabilir. Anodik inhibitör kullanıldığında koruyucu bir film oluşur. Katodik inhibitör kullanıldığında ise polarite artar ve korozyon potansiyeli azalır. Her iki işlevi de yerine getiren inhibitörler vardır. Bu ürünler donatıya doğrudan uygulanabilir. Donatı inhibitör çözelti içinde bekletilebilir. Ya da inhibitör beton karışımı esnasında suya eklenebilir. Ya da inhibitör betonarme yapıda yüzeye uygulanabilir (Rivetti ve ark., 2018).

Betonarme yapılarda kullanılmakta olan korozyon inhibitörleri sodyum nitrit (NaNO₂), kalsiyum nitrit [Ca(NO₂)₂], sodyum monoflorofosfat (Na₂PO₃F), amin bazlı

inhibitörler, sodyum ve potasyum kromat, sodyum fosfat ve boksit kalıntısı (kırmızı çamur) dır (Rivetti ve ark., 2018).

Korozyon inhibitörleri, korozyon hızında azalmayı sağlayan kimyasallar olarak bilinmektedir. Korozyon inhibitörleri korozyon sürecinde iki farklı şekilde hareket edebilir. Birincisinde donatı depasifizasyonu gecikir. Pasifizasyon tabakası güçlenir. İkincisinde ise depasifizasyondan sonra korozyon hızı azalır. Böylece korozyon inhibitörlerinin kullanımı korozyon sürecini geciktirir ve yapının ömrünü uzatır (Rivetti ve ark., 2018).

Betonarme yapılar için yeni yapıların korunmasında farklı ürünler kullanılmaktadır. Yeni yapılar için, inhibitörler korozif sürecin başlamasını önlemek veya geciktirmek için taze beton karışımına eklenebilir. Mevcut var olan yapılarda, inhibitörler tamir harçlarına veya tamir betonlarına eklenebilir. İnhibitörler beton yüzeyine de uygulanabilir (Rivetti ve ark., 2018).

Mevcut beton yapılarda uygulanan inhibitörler arasında sıvı ürünler, genellikle monoflorofosfat gibi fosfat maddeleridir. Bu inhibitör kategorisinde bu maddelerin betona ve donatıya nüfuz edebilmeleri için emme kapasitesine sahip olmaları esastır (Rivetti ve ark., 2018).

İnhibitörler taze betona ilave edildiğinde priz süresi, dayanım kazanma oranı gibi beton özelliklerini değiştirebilir. Korozyon inhibitörleri temel olarak donatı yüzeyinde hareket ederler. Korozyon inhibitörleri donatı yüzeyi ile kimyasal ya da elektrokimyasal etkileşim geçirirler. Korozyon inhibitörleri beton özelliklerini iyileştirmez. Korozyon inhibitörleri korozyon sürecini minimize eder. Korozyon inhibitörleri hidrasyon sürecini etkiler. Basınç dayanımında artış sağlar (Rivetti ve ark., 2018).

Monoflorofosfat'ın taze betona ilavesi tavsiye edilmemektedir. Monoflorofosfat'ın beton yüzeyine uygulanması önerilmektedir. Sodyum nitrit ya da potasyum nitrit kullanımı basınç dayanımında azalmaya sebep olmaktadır. Aynı zamanda alkali-agrega reaksiyonu riskini de artırmaktadır. Kalsiyum nitrit kullanılırsa çimento hidrasyonu hızlanır. Bundan dolayı betonda su azaltıcı ve priz geciktirici kullanımına ihtiyaç duyulur (Rivetti ve ark., 2018).

2.3.1. Sodyum Benzoat

Sodyum benzoat anodik inhibitör grubunda olan bir kimyasaldır (Craig ve Wood, 1970). Benzoat bileşenleri güvenli kullanımı ve suda yüksek çözünürlüğünden dolayı korozyon inhibitörleri olarak tanımlanabilir. Sodyum benzoat asidik karışımlarda kullanıldığında benzoik asite dönüşmektedir. Benzoik asitin anti mikrobiyal özellikleri oldukça iyidir ancak benzoik asit suda iyi çözünmez. Sodyum benzoat ise suda çok iyi çözünür (Nik ve ark., 2010).

Benzoik asitin sodyum tuzu C_6H_5COOH farklı ortamlarda metali korumak için yıllardır kullanılagelen klasik karboksilik asit inhibitörüdür. Benzoat anodik bir inhibitördür. Karboksilik asitlerin arasında benzoik asit tuzları betonda donatının korunmasında yaygın olarak araştırılan tuzlardır. 1970'lerde Gouda ve Halaka sodyum benzoatın klorlu ortamda bulunan betonda donatının korozyonunu etkili bir biçimde önlediğini belirlemiştir. Diğer yandan Hansson ve arkadaşları sodyum benzoatın korozyon inhibitörü olarak kullanıldığında klorlu ortamda korozyon direncinin değişmediğini belirlemiştir (Myrdal, 2010).

Craig ve Wood 1970 yılında sodyum benzoatın etkisini kapsamlı olarak çalışmıştır. Sodyum benzoat miktarının artmasıyla 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarında biraz azalma meydana gelmiştir. 28 günlük basınç dayanımlarında ise sodyum benzoat miktarının artmasıyla gözle görülür bir azalma ortaya çıkmıştır. 28 günlük basınç dayanımlarında sodyum benzoat için maksimum azalma % 40 civarında olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda karışıma sodyum benzoat ilavesi olduğunda harç karışımının 28 günlük basınç dayanımlarının azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca sodyum benzoat ilavesi olduğunda harç karışımlarının işlenebilirliği de artmıştır (Craig ve Wood, 1970).

2.3.2. Kalsiyum Nitrat

Inhibitörler başlangıç prizini, dayanım gelişimini ve diğer özellikleri etkileyebilir. Kalsiyum nitratlar beton için priz hızlandırıcı etki yapmaktadır. Kalsiyum nitrat düşük konsantrasyonlarda dayanım gelişimini etkilemeden çimento hamurunda priz hızlandırıcı etki yapmaktadır. Nitratların priz hızlandırıcı etkisinden dolayı beton karışımına priz geciktirici ilavesi büyük önem taşımaktadır. Kalsiyum nitrat kullanımı nihai basınç dayanımlarının düşük çıkmasına sebep olmaz (Myrdal, 2010).

Kalsiyum nitrat antifriz özelliklere sahip priz hızlandırıcı kimyasal katkılarda kullanılan çözünür inorganik kimyasal bir hammaddedir. Kalsiyum klorür daha iyi bir priz hızlandırıcı olmasına rağmen betonarme yapılarda korozyona sebep olur. Bu sebepten dolayı priz hızlandırıcı hammadde olarak kalsiyum nitrat kullanımı tavsiye edilmektedir. Kimyasal katkı dizaynda kalsiyum nitrat kullanıldığında erken basınç dayanımlarında önemli olumlu bir etki söz konusu olmaktadır. Ayrıca beton iç yapısındaki donma etkisi gibi olumsuz bir durumun da önüne geçilmiş olmaktadır. Sonuç olarak özellikle soğuk havada beton dökümünde kullanılacak olan priz hızlandırıcı kimyasal katkı dizaynlarında kalsiyum nitrat kullanımı önerilmektedir (Gök ve ark., 2015).



3. AMAÇ ve DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kimyasal katkı beton sektöründe kullanımına ihtiyaç duyulan maddeleridir. Kimyasal katkı maddelerinin içeriğinde yer alan hammaddelerin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle günden güne kimyasal katkıların maliyetleri gittikçe artmaktadır. Dolayısıyla kimyasal katkı kullanımını azaltmak hem maliyet bakımından hem de sağlık açısından önemli bir avantaj sağlayacaktır (Taştan ve Kılınç, 2021). Günümüzde farklı özelliklere sahip su azaltıcı kimyasal katkılar üretilmekte ve su azaltıcı kimyasal katkı özellikleri çimentolu sistemlerin bazı sertleşmiş durum özelliklerini önemli oranda etkilemektedir. Yeni jenerasyon kimyasal katkıları denince aklımıza Polikarboksilat esaslı kimyasal katkıları gelmektedir. Bu katkıları aynı zamanda yüksek oranda su azaltıcı kimyasal katkıları olarak da bilinmektedir. Literatürde sodyum benzoat esaslı hammadde bir korozyon inhibitörü olarak yerini almakta ve hidrasyonu hızlandırdığı da literatürde vurgulanmıştır.

Bu çalışmada polikarboksilat hammaddesi, sodyum benzoat esaslı hammadde, kalsiyum nitrat, vinil akrilat monomer ve su kullanılarak laboratuvar ortamında 31 farklı dizayna sahip kimyasal katkı hazırlanmış ve kimyasal katkı dizaynları Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Kimyasal katkı dizaynları

Katkı No	gram						
	Polikarboksilat	Sodyum benzoat esaslı hammadde	Kalsiyum nitrat	Vinil akrilat monomer	Sodyum glukonat	Tribütil fosfat (TBF)	Su
1	75	0	0	0	0	0	175
2	60	15	0	0	0	0	175
3	50	25	0	0	0	0	175
4	30	40	0	0	0	0	180
5	15	20	0	0	0	0	215
6	0	75	0	0	0	0	175
7	100	25	0	0	0	0	125
8	125	20	0	0	0	0	105
9	150	37,5	0	0	0	0	62,5
10	125	31,25	0	0	0	0	93,75
11	75	0	5	0	0	0	170
12	60	15	10	0	0	0	165
13	50	25	15	0	0	0	160
14	30	40	20	0	0	0	160
15	15	20	25	0	0	0	190
16	0	75	30	0	0	0	145
17	100	25	35	0	0	0	90
18	125	20	40	0	0	0	65
19	150	37,5	45	0	0	0	17,5
20	125	31,25	50	0	0	0	43,75
21	75	0	5	2	0	0	168
22	60	15	10	4	0	0	161
23	50	25	15	6	0	0	154
24	30	40	20	8	0	0	152
25	15	20	25	10	0	0	180
26	0	75	30	12	0	0	133
27	100	25	35	14	0	0	76
28	125	20	40	16	0	0	49
29	132	37,5	45	18	0	0	17,5
30	125	31,25	50	20	0	0	23,75
31	150	37,5	45	0	10	4	3,5

Laboratuvar ortamında hazırlanan kimyasal katkıların pH değerleri belirlenmiştir. Kimyasal katkıların pH değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kimyasal katkıların pH değerleri

Katkı No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pH	3,64	4,64	4,84	5,12	5,13	7,78	4,73	4,64	4,88	3,51	3,19	4,27	4,29	4,52	4,34	7,39
Katkı No	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
pH	3,94	3,71	3,92	3,82	3,47	4,24	4,29	4,53	4,25	6,15	3,98	3,8	3,92	3,86	4,62	

Sonuçların karşılaştırılması için şahit harç ile birlikte kimyasal katkı kullanılarak çimento harcı karışımları hazırlanmıştır. Hazırlama da her bir farklı karışımda kimyasal katkı kullanım yüzdesi çimento ağırlığının % 1,2’si belirlenmiştir. Çimento harcı hazırlanmasında çimento olarak CEM I 42,5R Portland çimentosu, şebeke suyu, doğal kum ve kırnakum kullanılmıştır. Her bir üretimde agrega olarak % 50 doğal kum + % 50 kırnakum kullanılmıştır.

Şahit harç ve 31 farklı kimyasal katkıli harçların bileşimi Çizelge 3.3'te görülmektedir.

Çizelge 3.3. Şahit harç ve 31 farklı kimyasal katkıli harçların bileşimi

Harç kodu		gram				
		Çimento	Su	Doğal kum	Kırma kum	Kimyasal katkı
Şahit harç		450	225	675	675	0
Kimyasal katkıli harçlar	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16	450	225	675	675	5,4
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22					
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29					
	30					
	31					

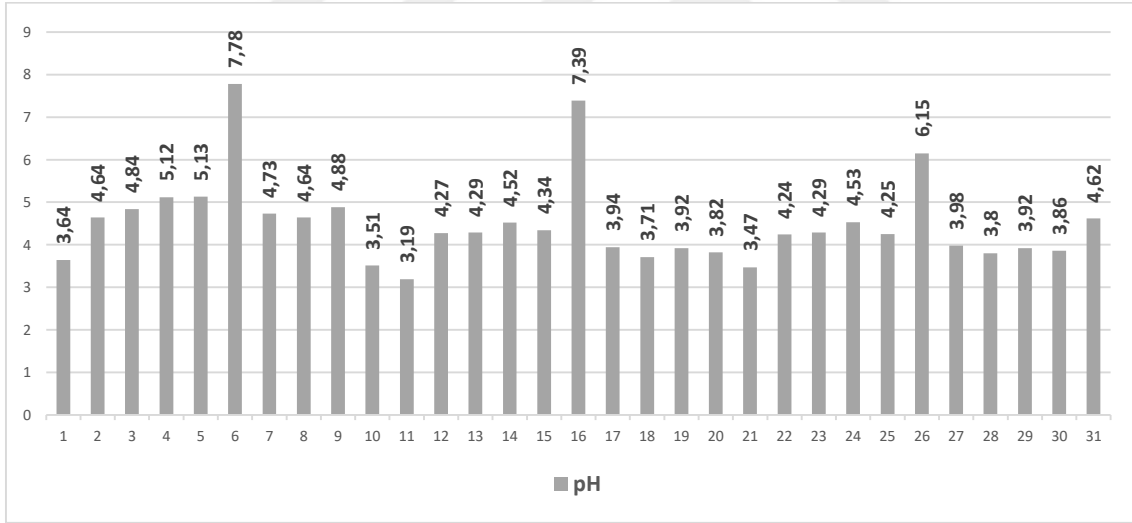
Çimento harcı numuneleri 24 saat dikdörtgen prizma üç gözlü kalıplarda bekletildikten sonra eğilme dayanımı ve basınç dayanımı testlerine kadar 21 °C suda kür edilmiştir. Kür havuzundan çıkarıldıktan sonra 3, 7 ve 28 günlük sertleşmiş çimento harcı numuneleri tartılmıştır ve numune ağırlıkları belirlenmiştir. Numune ağırlıkları kullanılarak sertleşmiş çimento harcı numunelerinin sertleşmiş birim ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun yanısıra 3, 7 ve 28 günlük sertleşmiş çimento harcı numunelerinde eğilme dayanımı ve basınç dayanımı testleri uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu deneysel çalışmada şahit harç ve polikarboksilat hammaddesi, sodyum benzoat esaslı hammadde, kalsiyum nitrat, vinil akrilat monomer, sodyum glukonat ve su kullanılarak laboratuarda 31 farklı dizayna sahip kimyasal katkıları ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük sertleşmiş birim ağırlıkları, eğilme dayanımları ve basınç dayanımları değerleri belirlenmiştir.

4.1. pH Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Farklı hammaddeler kullanılarak laboratuarda hazırlanan 31 farklı dizayna sahip kimyasal katkıların pH değerleri Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Farklı hammaddeler kullanılarak laboratuarda hazırlanan 31 farklı dizayna sahip kimyasal katkıların pH değerleri

Kimyasal katkıların pH değerleri 3-8 aralığında bir değişim göstermektedir. Katkı 6 ve Katkı 16 haricinde diğer tüm kimyasal katkıların pH değerleri 7'nin altında gözlenmiş ve asidik bir özellik göstermiştir. Katkı 6 ve Katkı 16'nın pH değerleri 7'nin üzerinde olduğundan dolayı bazik bir özellik ortaya çıkmıştır. Ölçülen pH değerleri arasında en düşük pH değeri 3,19 olmak üzere Katkı 11'de gözlemlenirken en yüksek pH değeri ise 7,78 olmak üzere Katkı 6'da gözlemlenmiştir.

4.2. Sertleşmiş Birim Ağırlık Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3, 7 ve 28 günlük numune ağırlıkları Çizelge 4.4 sunulmuştur.

Çizelge 4.4. 3, 7 ve 28 günlük numune ağırlıkları

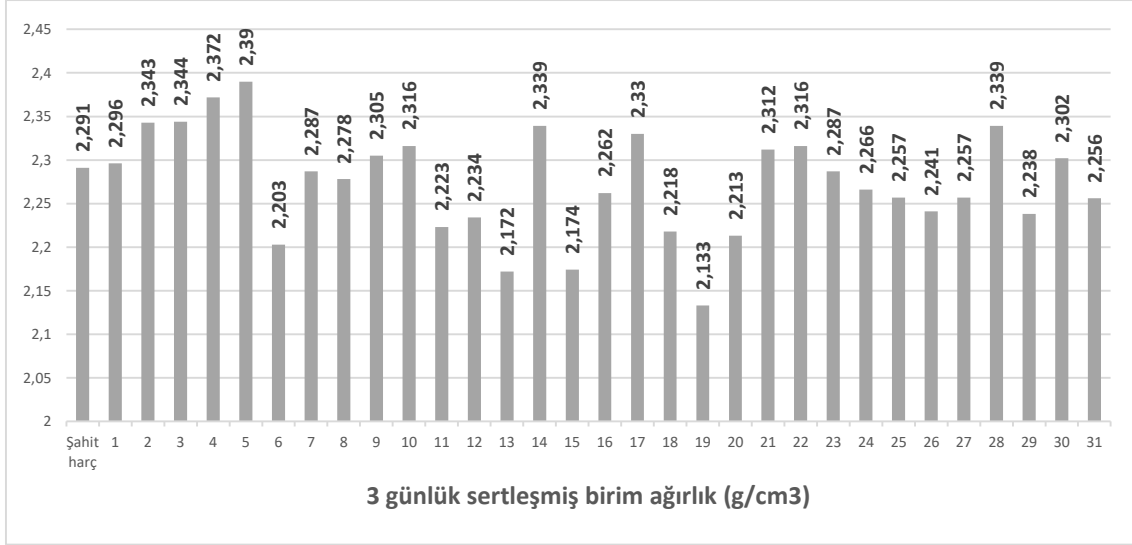
Harç kodu	Numune ağırlığı (gram)			
	3 günlük	7 günlük	28 günlük	
Şahit harç	586,2	596,7	598,3	
Kimyasal katkı harçlar	1	587,6	593	599,3
	2	599,9	600,3	607,5
	3	600,1	609	613,5
	4	607	616,7	623,5
	5	611,8	613,4	626,6
	6	564	578,5	584,5
	7	585,5	585,5	592,5
	8	583	588	594,5
	9	590	599	600,0
	10	593	593,5	595,5
	11	568,5	570,3	575,8
	12	572	583	583,5
	13	556	563	566,5
	14	598,9	600	602
	15	556,5	560,4	574,0
	16	579	581,5	589,0
	17	596,5	599,5	600,0
	18	567,99	572,1	586
	19	546,1	548,5	557
	20	566,5	580,6	590,3
	21	591,8	600,3	601
	22	592,7	592,8	621,4
	23	585,4	587,5	598
	24	580	586,8	587,5
	25	577,7	587,8	608
	26	573,6	584	589,5
	27	577,9	578	580
	28	598,5	600,9	608,5
	29	573	584,6	591,5
	30	589,2	603,9	606,5
	31	577,3	579	584,3

3, 7 ve 28 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlıkları ise Çizelge 4.5'te sunulmuştur.

Çizelge 4.5. 3, 7 ve 28 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlıkları

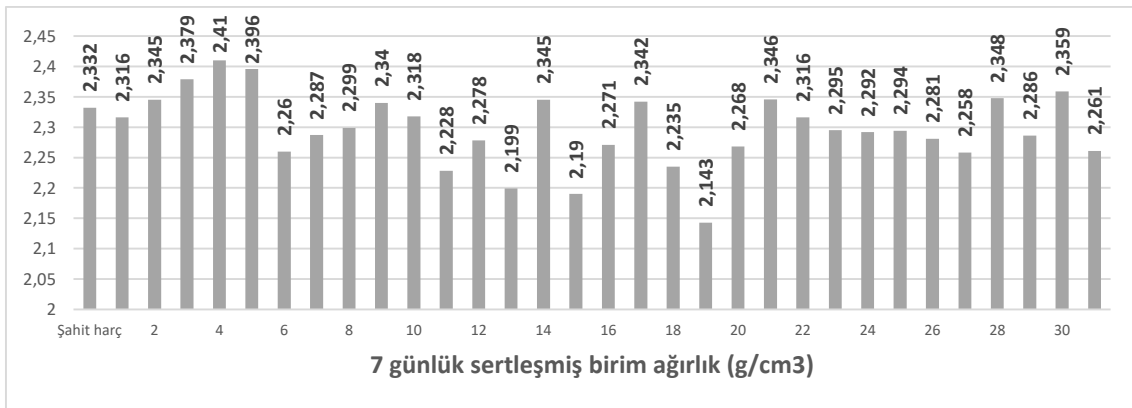
Harç kodu		Sertleşmiş birim ağırlık (gram/cm ³)		
		3 günlük	7 günlük	28 günlük
Şahit harç		2,291	2,332	2,339
Kimyasal katkıli harçlar	1	2,296	2,316	2,341
	2	2,343	2,345	2,374
	3	2,344	2,379	2,396
	4	2,372	2,410	2,436
	5	2,390	2,396	2,449
	6	2,203	2,260	2,283
	7	2,287	2,287	2,315
	8	2,278	2,299	2,322
	9	2,305	2,340	2,344
	10	2,316	2,318	2,326
	11	2,223	2,228	2,249
	12	2,234	2,278	2,279
	13	2,172	2,199	2,212
	14	2,339	2,345	2,352
	15	2,174	2,190	2,242
	16	2,262	2,271	2,302
	17	2,330	2,342	2,344
	18	2,218	2,235	2,289
	19	2,133	2,143	2,177
	20	2,213	2,268	2,306
	21	2,312	2,346	2,348
	22	2,316	2,316	2,428
	23	2,287	2,295	2,336
	24	2,266	2,292	2,295
	25	2,257	2,294	2,375
	26	2,241	2,281	2,304
	27	2,257	2,258	2,264
	28	2,339	2,348	2,377
	29	2,238	2,286	2,311
	30	2,302	2,359	2,368
	31	2,256	2,261	2,282

Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3, 7 ve 28 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlık sonuçları aşağıdaki gibidir.



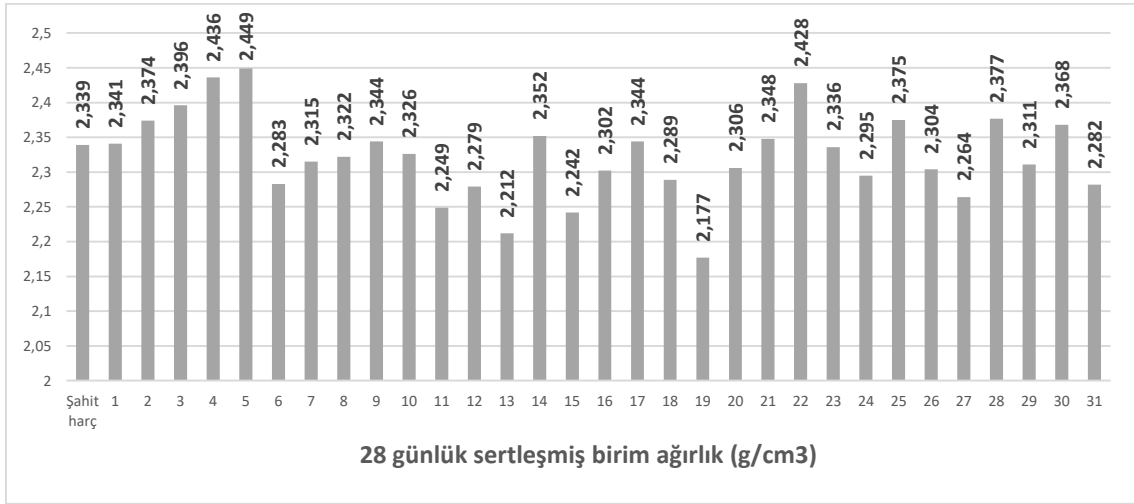
Şekil 4.2. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlık sonuçları

Şekil 4.2 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin bazılarının 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 3 günlük şahit harç numunelerinin sertleşmiş birim ağırlık değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,133-2,390 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,133 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,390 g/cm³ olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 7 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlık sonuçları

Şekil 4.3 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 7 günlük numunelerin bazılarının 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 7 günlük şahit harç numunelerinin sertleşmiş birim ağırlık değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,143-2,410 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,143 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,410 g/cm³ olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin sertleşmiş birim ağırlık sonuçları

Şekil 4.4 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin bazılarının 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 28 günlük şahit harç numunelerinin sertleşmiş birim ağırlık değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,177-2,448 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,177 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,449 g/cm³ olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.

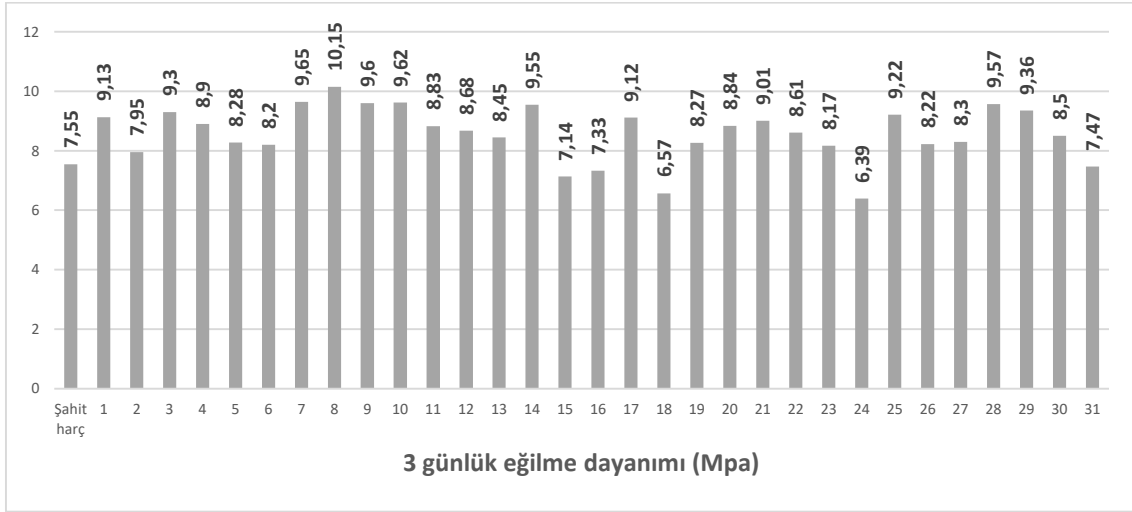
4.3. Eğilme Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3, 7 ve 28 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. 3, 7 ve 28 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları

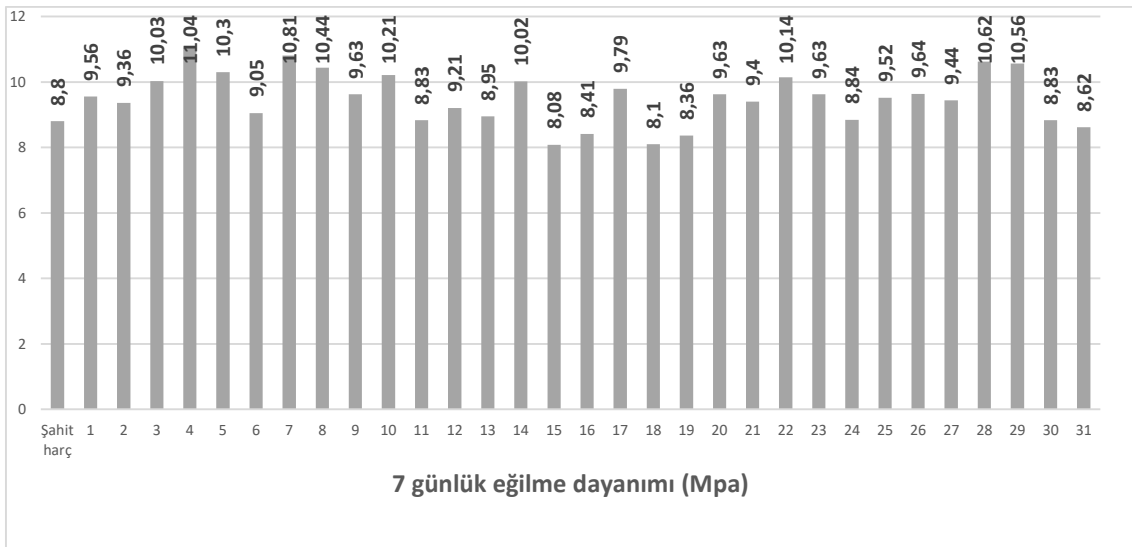
Harç kodu	Eğilme dayanımı (Mpa)		
	3 günlük	7 günlük	28 günlük
Şahit harç	7,55	8,80	11,40
Kimyasal katkıli harçlar	1	9,13	10,75
	2	7,95	11,06
	3	9,30	10,35
	4	8,9	12,13
	5	8,28	10,30
	6	8,20	11,50
	7	9,65	11,33
	8	10,15	11,03
	9	9,60	10,87
	10	9,62	10,42
	11	8,83	9,25
	12	8,68	10,32
	13	8,45	9,13
	14	9,55	11,37
	15	7,14	9,43
	16	7,33	9,92
	17	9,12	10,88
	18	6,57	9,23
	19	8,27	9,46
	20	8,84	10,41
	21	9,01	10,76
	22	8,61	10,82
	23	8,17	10,66
	24	6,39	10,57
	25	9,22	10,86
	26	8,22	10,46
	27	8,30	10,11
	28	9,57	10,93
	29	9,36	11,45
	30	8,50	11,97
	31	7,47	9,56

Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3, 7 ve 28 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları aşağıdaki gibidir.



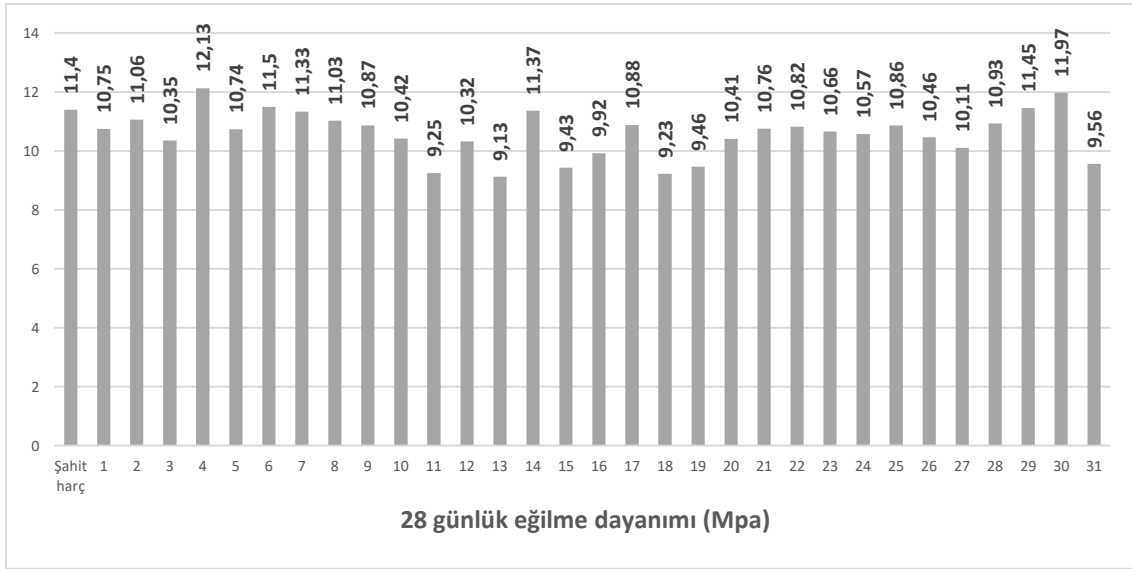
Şekil 4.5. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları

Şekil 4.5 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin bazılarının 3 günlük eğilme dayanımı değerleri 3 günlük şahit harç numunelerinin eğilme dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Eğilme dayanımı değerleri 6,39-10,15 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 3 günlük eğilme dayanımı değeri 6,39 MPa olmak üzere Katkı 24 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 3 günlük eğilme dayanımı değeri ise 10,15 MPa olmak üzere Katkı 8 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 7 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları

Şekil 4.6 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 7 günlük numunelerin bazılarının 7 günlük eğilme dayanımı değerleri 7 günlük şahit harç numunelerinin eğilme dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Eğilme dayanımı değerleri 8,08-11,04 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 7 günlük eğilme dayanımı değeri 8,08 MPa olmak üzere Katkı 15 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 7 günlük eğilme dayanımı değeri ise 11,04 MPa olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin eğilme dayanımı sonuçları

Şekil 4.7 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin bazılarının 28 günlük eğilme dayanımı değerleri 28 günlük şahit harç numunelerinin eğilme dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Eğilme dayanımı değerleri 9,13-12,13 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 28 günlük eğilme dayanımı değeri 9,13 MPa olmak üzere Katkı 13 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 28 günlük eğilme dayanımı değeri ise 12,13 MPa olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.

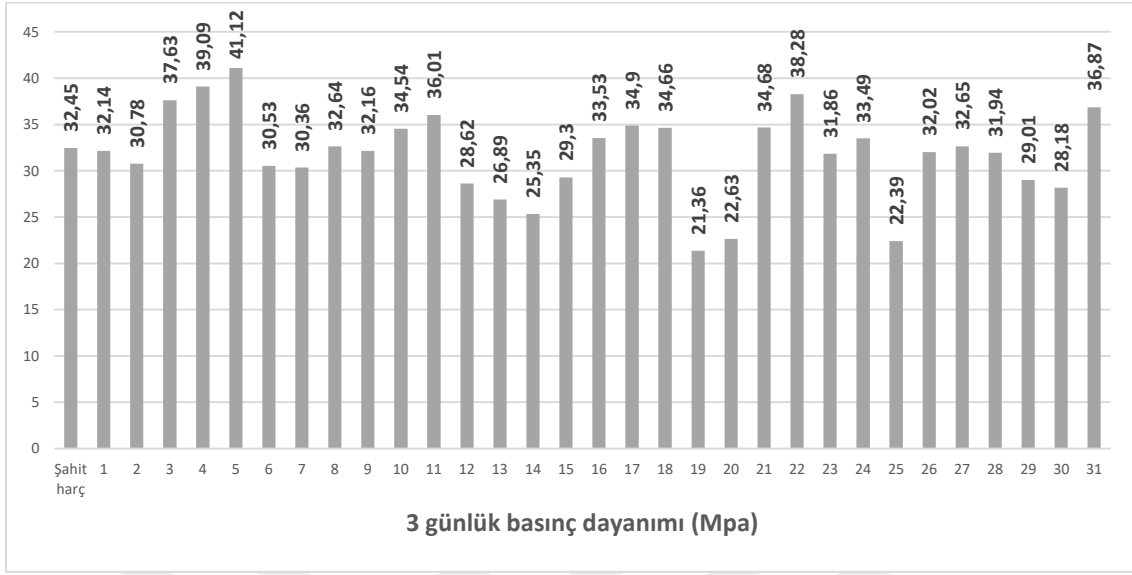
4.4. Basınç Dayanımı Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3, 7 ve 28 günlük numunelerin ortalama basınç dayanımı sonuçları Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. 3, 7 ve 28 günlük numunelerin ortalama basınç dayanımı sonuçları

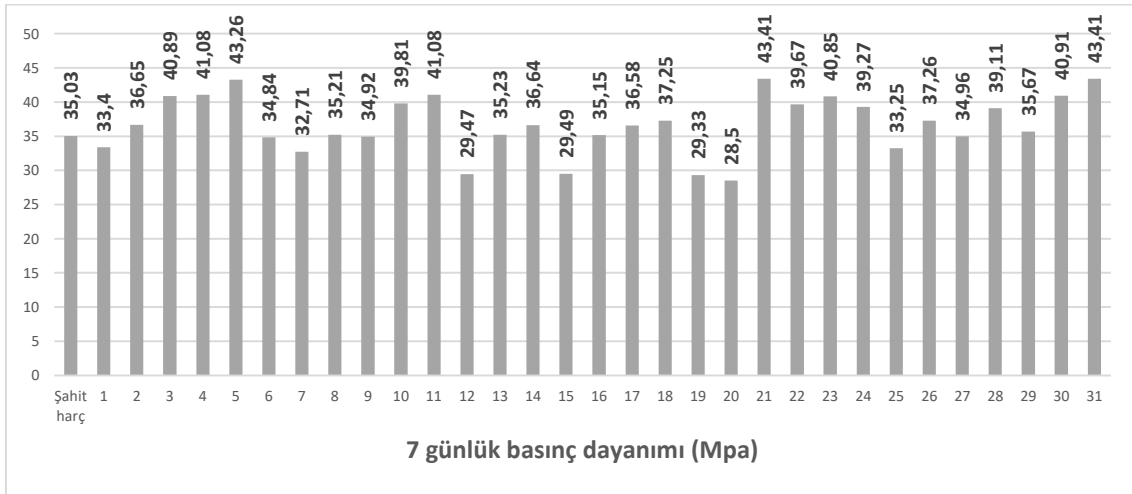
Harç kodu	Ortalama basınç dayanımı (Mpa)			
	3 günlük	7 günlük	28 günlük	
Şahit harç	32,45	35,03	47,77	
Kimyasal katkıli harçlar	1	32,14	33,40	43,31
	2	30,78	36,65	45,72
	3	37,63	40,89	43,02
	4	39,09	41,08	46,28
	5	41,12	43,26	44,67
	6	30,53	34,84	37,43
	7	30,36	32,71	33,50
	8	32,64	35,21	35,93
	9	32,16	34,92	35,57
	10	34,54	39,81	36,59
	11	36,01	41,08	44,09
	12	28,62	29,47	43,87
	13	26,89	35,23	40,25
	14	25,35	36,64	42,93
	15	29,30	29,49	39,46
	16	33,53	35,15	44,62
	17	34,90	36,58	42,92
	18	34,66	37,25	37,99
	19	21,36	29,33	34,88
	20	22,63	28,50	35,97
	21	34,68	43,41	48,72
	22	38,28	39,67	43,42
	23	31,86	40,85	49,72
	24	33,49	39,27	47,69
	25	22,39	33,25	42,86
	26	32,02	37,26	48,47
	27	32,65	34,96	43,40
	28	31,94	39,11	44,01
	29	29,01	35,67	40,51
	30	28,18	40,91	44,49
	31	36,87	43,41	50,11

Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3, 7 ve 28 günlük numunelerin basınç dayanımı sonuçları aşağıdaki gibidir.



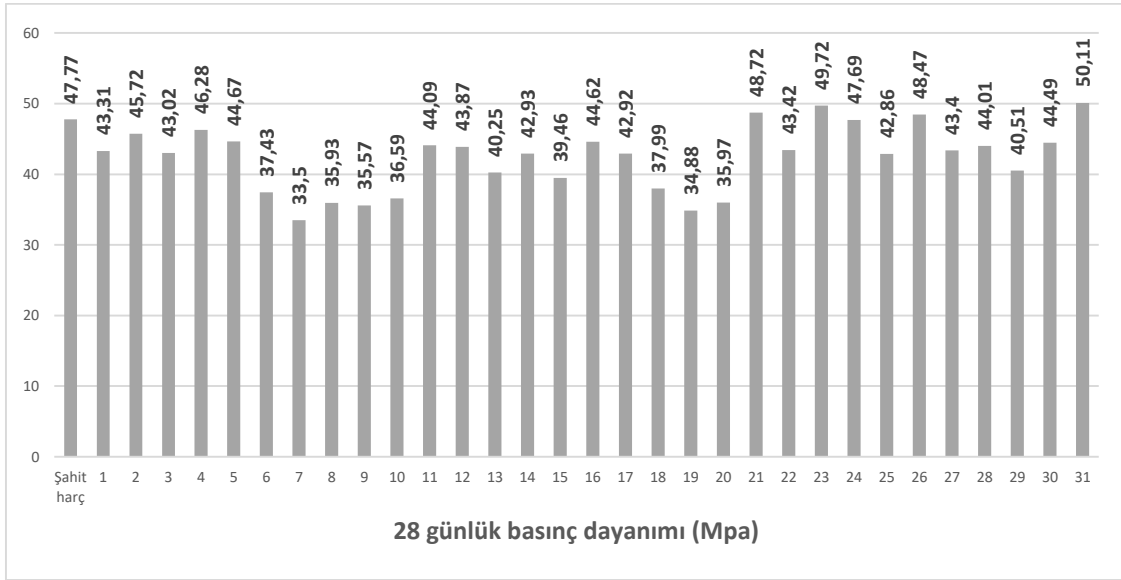
Şekil 4.8. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin basınç dayanımı sonuçları

Şekil 4.8 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanarak üretilen 3 günlük numunelerin bazılarının 3 günlük basınç dayanımı değerleri 3 günlük şahit harç numunelerinin basınç dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Basınç dayanımı değerleri 21,36-41,12 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 3 günlük basınç dayanımı değeri 21,36 MPa olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 3 günlük basınç dayanımı değeri ise 41,12 MPa olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.9. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanarak üretilen 7 günlük numunelerin basınç dayanımı sonuçları

Şekil 4.9 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 7 günlük numunelerin bazılarının 7 günlük basınç dayanımı değerleri 7 günlük şahit harç numunelerinin basınç dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Basınç dayanımı değerleri 28,50-43,41 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 7 günlük basınç dayanımı değeri 28,50 MPa olmak üzere Katkı 20 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 7 günlük basınç dayanımı değeri ise 43,41 MPa olmak üzere Katkı 21 ve Katkı 31 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı dizaynlara sahip kimyasal katkıları kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin basınç dayanımı sonuçları

Şekil 4.10 bakılacak olursa farklı dizaynlara sahip kimyasal katkı kullanılarak üretilen 28 günlük numunelerin bazılarının 28 günlük basınç dayanımı değerleri 28 günlük şahit harç numunelerinin basınç dayanımı değerinden daha yüksek olmuştur, bazılarının ise daha düşük olmuştur. Basınç dayanımı değerleri 33,50-50,11 MPa arasında bir değişim göstermiştir. En düşük 28 günlük basınç dayanımı değeri 33,50 MPa olmak üzere Katkı 7 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir. En yüksek 28 günlük basınç dayanımı değeri ise 50,11 MPa olmak üzere Katkı 31 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tezden elde edilen belli başlı sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Kimyasal katkıların pH değerleri 3-8 aralığında bir değişim göstermektedir.
- Ölçülen pH değerleri arasında en düşük pH değeri 3,19 olmak üzere Katkı 11'de gözlenmiştir. En yüksek pH değeri ise 7,78 olmak üzere Katkı 6'da belirlenmiştir.
- 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,133-2,390 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,133 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 3 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,390 g/cm³ olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,143-2,410 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,143 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 7 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,410 g/cm³ olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değerleri 2,177-2,449 g/cm³ arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri 2,177 g/cm³ olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.

- En yüksek 28 günlük sertleşmiş birim ağırlık değeri ise 2,449 g/cm³ olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 3 günlük eğilme dayanımı değerleri 6,39-10,15 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 3 günlük eğilme dayanımı değeri 6,39 MPa olmak üzere Katkı 24 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 3 günlük eğilme dayanımı değeri ise 10,15 MPa olmak üzere Katkı 8 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 7 günlük eğilme dayanımı değerleri 8,08-11,04 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 7 günlük eğilme dayanımı değeri 8,08 MPa olmak üzere Katkı 15 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 7 günlük eğilme dayanımı değeri ise 11,04 MPa olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 28 günlük eğilme dayanımı değerleri 9,13-12,13 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 28 günlük eğilme dayanımı değeri 9,13 MPa olmak üzere Katkı 13 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 28 günlük eğilme dayanımı değeri ise 12,13 MPa olmak üzere Katkı 4 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 3 günlük basınç dayanımı değerleri 21,36-41,12 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 3 günlük basınç dayanımı değeri 21,36 MPa olmak üzere Katkı 19 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 3 günlük basınç dayanımı değeri ise 41,12 MPa olmak üzere Katkı 5 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.

- 7 günlük basınç dayanımı değerleri 28,50-43,41 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 7 günlük basınç dayanımı değeri 28,50 MPa olmak üzere Katkı 20 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 7 günlük basınç dayanımı değeri ise 43,41 MPa olmak üzere Katkı 21 ve Katkı 31 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.
- 28 günlük basınç dayanımı değerleri 33,50-50,11 MPa arasında bir değişim göstermiştir.
- En düşük 28 günlük basınç dayanımı değeri 33,50 MPa olmak üzere Katkı 7 kullanılarak üretilen numunelerde gözlenmiştir.
- En yüksek 28 günlük basınç dayanımı değeri ise 50,11 MPa olmak üzere Katkı 31 kullanılarak üretilen numunelerde elde edilmiştir.

Bu tezden elde edilen belli başlı öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Kimyasal katkıları ile üretilen çimento harçlarının priz başlangıç ve priz sona erme süreleri belirlenebilir.
- Kimyasal katkıları ile üretilen çimento harçlarının durabilite (dayanıklılık) deneyleri (örneğin; sülfat direnci deneyi, donma-çözünme direnci deneyi, ıslanma-kuruma deneyi vb.) gerçekleştirilebilir.
- Sodyum benzoat bir korozyon inhibitörü olduğundan ve kimyasal katkı dizaynlarında kullanıldığından dolayı kimyasal katkıları ile donatılı beton üretimi gerçekleştirilebilir. Donatılı beton örneklerinde korozyon deneyi gerçekleştirilerek sodyum benzoatın korozyon hızını azaltmada etken olup olmadığı belirlenebilir.
- Kimyasal katkılı sertleşmiş çimento harçları üzerinde SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) analizleri gerçekleştirilerek mikroyapısal özellikler gözlenebilir.



KAYNAKLAR

- Craig, R.J., Wood, L.E.** (1970) Effectiveness of Corrosion Inhibitors and Their Influence on the Physical Properties of Portland Cement Mortars, *49th Annual Meeting*, 77-88.
- Çankayalı, A.**, Sürdürülebilir Yapılar İçin Beton Katkılarında Çevresel Ürün Beyanları, Uluslararası Yapılarda Kimyasal Katkılar 5. *Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 123-136, 2017.
- Erdoğan, Ş., Kurbetci, Ş., Kandil, U., Nas, M., Nayır, S.**, Çimento-Katkı Uyumu Açısından Silis Dumanı ve Süperakışkanlaştırıcı Katkıların Bileşik Etkisi, *Uluslararası Yapılarda Kimyasal Katkılar 5. Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 19-32, 2017.
- Gök, S.G., Kılınç, K.**, Effect of Calcium Nitrate, Triethanolamine and Triisopropanolamine on Compressive Strength of Mortars, *Kirklareli University Journal of Engineering and Science* 1 (2015) 12-19.
- Gök, S.G., Kılınç, K., Gündoğan, S.**, Potasyum Humat İlaveli Kimyasal Katkıların ve Polikarboksilat Esaslı Katkıların Kirli Agregalar ile Kullanımı, *Uluslararası Yapılarda Kimyasal Katkılar 5. Sempozyumu ve Sergisi (Chemical Admixtures on Structures 5th International Symposium and Exhibition)*, 19-20 Ekim 2017, Ankara.
- Kılınç, K., Tüz, M.**, Potasyum Humat ve Vinil Akrilat Monomer (VAM) İlaveli Laboratuvar Ortamında Hazırlanan Akışkanlaştırıcı Kimyasal Katkılar ile Üretilen Harçların Basınç Dayanımlarının İncelenmesi ve Deney Sonuçlarının SPSS Programı ile İstatistiksel Analizinin Gerçekleştirilmesi, *CivilTech, International Symposium on Innovations in Civil Engineering and Technology*, 23-25th October 2019.
- Mardani-Aghabaglou, A., Kaptı, T., Özen, S., Altun, M.G., Geven, E., Nematzadeh, A., Ramyar, K., Öztürk, U.B.**, Polikarboksilat-Esaslı Su Azaltıcı Katkının Anyonik Monomer Değişiminin Çimento Hamuru ve Harç Karışımlarının Taze Hal Özelliklerine ve Basınç Dayanımına Etkisi, *Uluslararası Yapılarda Kimyasal Katkılar 5. Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 45-58, 2017.
- Myrdal, R.**, Corrosion Inhibitors-State of the art, *COIN Project report 22 – 2010*, SINTEF Building and Infrastructure.
- Nik, W.B.W., Sulaiman, O., Giap, S.G.E., Rosliza, R.**, Evaluation of Inhibitive Action of Sodium Benzoate on Corrosion Behaviour of AA6063 in Sea Water, *International Journal of Technology* (2010) 1: 20-28, ISSN 2086-9614.

- Özçelik, G., Gürsel, A.P., Meral, Ç.,** Yapı Kimyasallarına Çevresel Çerçveden Bakış, *Uluslararası Katılımlı Yapılarda Kimyasal Katkılar 4. Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, 179-197, Ekim 2013.
- Özkul, M.H., Sağlam, A.R.,** Süper akışkanlaştırıcı ve Mineral Katkılarının Betonun Reolojik Özelliklerine Etkisi, Proje No: 100I011 (İNTAG-655), *İnşaat ve Çevre Teknolojileri Araştırma Grubu, Ağustos 2002, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)*.
- Ramyar, K., Aydın, S., Aytaç, A.H.,** Portland Çimentosu Kompozisyonunun Naftalin Sülfonat Esaslı Süperakışkanlaştırıcı Katkı Performansına Etkisi, Proje No: MAG-HD-12 (105M083), *Mühendislik Araştırma Grubu, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)*, Temmuz 2008.
- Rivetti, M.L.S., Neto, J.S.A., Junior, N.S.D.A., Ribeiro, D.V.,** *Corrosion Inhibitors for Reinforced Concrete*, In book: *Corrosion Inhibitors, Principles and Recent Applications*, DOI: 10.5772/intechopen.72772, April 2018.
- Taştan, G., Kılınc, K.,** Dişbudak Ağacı Yaprağı Suyunun Çimento Harcının Fiziksel, Mekanik ve Durabilite Özellikleri Üzerindeki Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliği Programı*, Ocak 2021.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	
Telefon	
E-Posta Adresi	
Web Adresi	-

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	
Fakülte	
Bölümü	
Mezuniyet Yılı	

Yüksek Lisans	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	

Doktora	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Program Adı	