

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETON (KYB) KONULU
ÇALIŞMALARIN ANALİZİ**

Eman Farag BENZABIH

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Selçuk MEMİŞ
Prof.Dr. Hasbi YAPRAK
Dr. Öğr. Üyesi Sadık Alper YILDIZEL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MALZEME BİLİMİ VE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU –2018

TEZ ONAYI

Eman Farag BINZABIH tarafından hazırlanan "Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) Konulu Çalışmaların Analizi "adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk MEMİŞ
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof.Dr. Hasbi YAPRAK
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi S. Alper YILDIZEL
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi



15/08/2018

Enstitü Müdürü

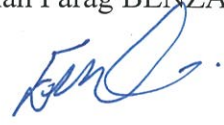
Prof.Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Eman Farag BENZABIH



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONLAR (KYB) ÜZERİNE YAPILAN BAZI ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ

Eman Farag BENZABIH

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk MEMİŞ

Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB); kendi ağırlığı ile yayılabilen, sık donatılı bölgelerden kolayca geçerek kalıbı dolduran, dökümünde vibrasyon ve sıkıştırma gerektirmeyen, ayrışma ve terleme gibi özellikler göstermeyen akıcı kıvamlı bir betondur. Bu tez kapsamında çalışmaya da konu oluşturan KYB'nin daha iyi anlaşılabilmesi ve bu amaçla KYB konusunda 2010-2017 yılları arasında yayınlanan çalışmaların analizi ile genel değişiminin belirlenmesi, kullanılan ideal malzeme oranlarının ve bu konudaki çalışmaların çeşitli değişkenlere bağlı olarak meta sentez ve istatistiksel açıdan değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

KYB üzerine yapılan yayınlarda 2014 yılından itibaren önemli bir artış olduğu, çalışmaya konu veri tabanında ülkeler bazında Türkiye'nin 30 yayınlı 4. Sırada iken, Libya'nın bu konuda 2010-2017 yılları arasında henüz yayının olmadığı, Dergiler bazında yayın sayıları açısından "Construction and Building Materials" dergisi 215 yayın ve her yıl artan sayı ile önemli bir yere sahip olduğu, agrega karışımında ise ince agrega (FA) kullanımının iri agregadan (CA) fazla olduğu, ideal FA ve CA oranlarının istatistiksel olarak 0,47 ince ve 0,53 iri agrega olarak kullanıldığı ve maksimum ortalama basınç dayanımında ise 82,47 MPa olan dayanımlara ulaşılabildiği belirlenmiştir. İstatistiksel sonuçlara göre KYB konusundaki çalışmalarda ideal su/bağlayıcı (w/b) oranının 0,30-40 arasında (0,33) olduğu, 50 MPa ve üstü dayanımlar elde etmek için 200 kg/m^3 'ten daha az su kullanıldığı, basınç dayanımları açısından değişkenler olmasına rağmen ortalama 55 MPa dayanımlara ve dahası 28 günde 80 MPa varan ve üzeri dayanımlara ulaşılan çalışmaların yapıldığı, akıcılık kıvamlarının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerinde sırasıyla çökme yayılma testi, L kutusu, V hunisi ve U kutusu deneyleri olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kendiliğinden yerleşen beton, KYB, meta sentez, istatistiksel analiz

2018 sayfa 139

Bilim Kodu: 91

ABSTRACT

MSc. Thesis

INVESTIGATION OF SOME STUDIES ON SELF COMPACTING CONCRETE

Eman Farag BENZABIH
Kastamonu University
Institute of Science
Department of Materials Science and Engineering

Supervisor: Dr.Selçuk MEMİŞ

Self-Compacting Concrete (SCC) is a fluent concrete spreadable with its own weight, filling mold passing through well-equipped sections, non-requiring vibration and compression in casting, not showing properties such as decomposition and perspiration. In this thesis is aimed to understand better the SCC which is the subject of the study and to determine the general change with the analysis of the studies published between years 2010-2017 and the meta- synthesis and the statistical changes of the ideal material ratios and the related variables intended.

It has been identified that there has been a significant increase in SCC publications since 2014, while Turkey is 4th in the database subject matter within countries, Libya has not published this issue in 2010-2017 yet, in terms of number of publications "Construction and Building Materials" magazine has an important place with 215 publications and increasing number every year, the use of fine aggregate (FA) is larger than coarse aggregate (CA) in aggregate mixture, the ideal FA and CA rates were statistically used as 0.47 thin and 0.53 coarse aggregates and maximum strengths of 82,47 MP are obtained. According to the statistical results, it was found that the ideal water / binder (w / b) ratio was 0.30-40 (0,33) and less than 200 kg / m³ was used to obtain 50 MP and higher compressive strengths, the L-box, the V-funnel and the U-box experiments were found to be the most commonly used methods in determining the fluency consistency, with the mean values of 55 MP, and even more, up to 80 MP in 28 days.

Key Words: Self-compacting concrete, SCC, meta-synthesis, statistical analysis

2018 pages 139

ScienceCode: 91

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması esnasında öncelikle çalışmalarım için verdiği desteklerden dolayı Libya Hükümetine, ayrıca bana bu imkanı sağlayan ve eğitim almam konusunda sağladığı destek nedeniyle Kastamonu Üniversitesi'ne ve onun nezdinde Türkiye Cumhuriyetine minnettarlığımı sunarım.

Bu tez çalışmasının tamamlanarak başarıya ulaşmasında, bana her türlü yardım ve desteklerini esirgemeyen; başta öğrencisi olmaktan onur duyduğum danışman hocam Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Selçuk MEMİŞ'e teşekkür ederim. Bu çalışmamdaki tez jüri hocalarım Sayın Prof.Dr. Hasbi YAPRAK'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sadık Alper YILDIZEL'e katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezi başarma şansını veren herkesin sağlamış olduğu yardım ve destek için ölçülemez takdirimi ve en derin minnettarlığımı ifade etmek istiyorum. Bu nedenle eğitimim süresince göstermiş olduğu desteklerden dolayı eşim Muhammed Derby'e, kızlarım Hala and MariaI'a ve anneme tez süresince sağlamış oldukları destekler için şükranlarımı sunuyorum.

Eman Farag BENZABIH
Kastamonu, Ağustos, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLOLAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. Beton ve Bileşenleri	3
2.2. Beton Türleri	6
2.2.1. Kendiliğinden Yerleşen Betonlar (KYB).....	7
2.2.2. KYB'nin Tarihsel Gelişimi	10
2.2.3. KYB Kullanım Alanları	12
2.2.4. KYB Kullanmanın Avantaj ve Dezavantajları.....	13
2.2.4.1. KYB kullanmanın avantajları	13
2.2.4.2. KYB kullanmanın dezavantajları.....	15
2.2.5. Kendiliğinden Yerleşen Beton Türleri	16
2.2.5.1.Toz tipi KYB.....	16
2.2.5.2.Viskozite tipi KYB.....	17
2.2.5.3.Kombinasyon tipi KYB.....	17
2.2.6.KYB Bileşenlerinin Seçimi ve Tasarım Kriterleri	18
2.2.6.1.Çimento seçimi	18
2.2.6.2.Agrega seçimi.....	18
2.2.7.KYB Üretiminde Mineral Katkılar ve Toz Madde (Filler) Seçimi.....	19
2.2.7.1.Uçucu kül	20
2.2.7.2.Silis dumanı.....	20

2.2.7.3.Yüksek fırın cürufu	21
2.2.7.4.Metakaolin	22
2.2.8.Kendiliğinden Yerleşen Taze Beton Üzerine Yapılan Deneyler	23
2.2.8.1.Çökme yayılma testi.....	25
2.2.8.2.V-hunusi testi	26
2.2.8.3.L kutusu.....	27
2.2.8.4.Çift kutu (U-kutusu) testi	28
2.2.8.5.Simule edilmiş doldurma yeteneği testi	29
2.2.8.6.Penetrasyon testi	30
2.2.8.7.J halkası testi	31
2.2.8.8.Orimet testi.....	32
2.2.9.Örnek KYB Karışımı	33
2.2.10.KYB uygulamaları	35
3. MATERYAL VE YÖNTEM	38
3.1. Verilerin Toplanması ve Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri	38
3.2. Çalışmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği.....	39
3.3. Verilerin Analizi	40
4. TARTIŞMA VE BULGULAR	41
4.1. Meta Analiz Sonuçları	41
4.1.1.Dergiler Bazında Yayın Sayıları	56
4.1.2.KYB’larda Kullanılan Agregada BHA Değerlerindeki Dağılım.....	57
4.1.3.KYB’larda Kullanılan Su / Bağlayıcı Oranındaki Dağılım	59
4.1.4.KYB’larda Kullanılan Akışkanlaştırıcı Tiplerindeki Dağılım.....	59
4.1.5.KYB’larda Kullanılan Kür Sürelerindeki Dağılım	60
4.1.6.KYB’larda Basınç Dayanımlarına Bağlı Dağılım.....	61
4.1.7.KYB’larda Taze Beton Özellikleri İle İlgili Dağılım	62
4.2. İstatistik Analiz Sonuçları	64
4.2.1.Basınç Dayanımı İle İlgili Analizler	65
4.2.1.1.Basınç dayanımı ile ilgili w/c oranının incelenmesi	66
4.2.1.2.Basınç dayanımı ile ilgili w/p oranının incelenmesi	69
4.2.1.3.Basınç dayanımı ile ilgili agrega oranının incelenmesi	71
4.2.1.4.Basınç dayanımı ile ilgili akışkanlaştırıcı (Sp) oranının incelenmesi ..	73

4.2.1.5.Basınç dayanımı ile ilgili dolgu malzeme oranının incelenmesi	75
4.2.1.5.1.Basınç dayanımına silis dumanı etkisi	76
4.2.1.5.2.Basınç dayanımına cürüt etkisi	78
4.2.1.5.3.Basınç dayanımına uçucu kül etkisi	79
4.2.1.5.4.Basınç dayanımına metakaolin etkisi	81
4.2.1.5.5.Basınç dayanımına kırıntı tozunun etkisi	82
4.2.1.5.6.Basınç dayanımına diğer tozların etkisi	84
4.2.2.Akıcılık ile İlgili Analizler	85
4.2.3.Hedef Dayanıma Uygun KYB Karışım Tahmini	88
5. SONUÇLAR	89
KAYNAKLAR	91
EKLER	99
EK 1 Veritabanından indirilen KYB konulu makaleler	100
EK 2 Veritabanından indirilen ve istatistiksel analizde kullanılan makaleler	129
ÖZGEÇMİŞ	139

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kendiliğinden Yerleşen Beton	KYB
Self Compacting Concrete	SCC
Yüksek Fırın Cürufu	GGBFS
Metakaolin	MK
Su / Bağlayıcı Oranı	W/B
Su/Çimento	W/C
Su/İnce Madde Oranı	W/P
Akışkanlaştırıcı	Sp
Uçucu kül	F
İri agrega	CA
İnce agrega	FA
Yoğunlaştırılmış silis dumanı	CSF

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. KYB'nin kullanılabilceği bir köprü ayağı	13
Şekil 2.2. Geleneksel betonda karşılaşılan bazı hatalar	15
Şekil 2.3. Normal bir KYB karışım şeması	17
Şekil 2.4. Silis dumanı	21
Şekil 2.5. Metakaolin	22
Şekil 2.6. Çökme yayılma testi yapılışı	26
Şekil 2.8. V-Hunisi testi	27
Şekil 2.9. L-kutusu testi	28
Şekil 2.10. U-kutusu testi	29
Şekil 2.11. Simüle edilmiş doldurma yeteneği testi	29
Şekil 2.12. Penetrasyon cihazı	31
Şekil 2.13. J-halkası testi	32
Şekil 2.14. J halkalı ve halkasız orimet testi	33
Şekil 2.15. KYB bileşim özellikleri	34
Şekil 2.16. Burj Khalifa (Dubai)	36
Şekil 2.17. Arlanda Airport Control Tower, Stockholm, Sweden	37
Şekil 2.18. Sodra Lanke Tüneli	37
Şekil 4.1. Yıllara göre KYB üzerine yapılan yayın sayısı	41
Şekil 4.2. KYB üzerine yapılan çalışmalarda yazar sayısı	42
Şekil 4.3. KYB ait makalelerin ülkelere göre genel dağılımı	53
Şekil 4.4. KYB çalışmalarda kullanılan agrega birim hacim ağırlığı	58
Şekil 4.5. KYB çalışmalarda kullanılan agrega miktarı	58
Şekil 4.6. KYB çalışmalarda kullanılan su / bağlayıcı oranı	59
Şekil 4.7. KYB çalışmalarda kullanılan kür zamanı	61
Şekil 4.8. KYB çalışmalarda belirlenen ortalama basınç dayanımları ve değişimi ..	61
Şekil 4.9. KYB çalışmalarda belirlenen çökme yayılma değerleri	62
Şekil 4.10. KYB çalışmalarda belirlenen U kutusu yayılma değerleri	62
Şekil 4.11. KYB çalışmalarda belirlenen L kutusu yayılma değerleri	63
Şekil 4.12. KYB çalışmalarda belirlenen V hunisi yayılma değerleri	63
Şekil 4.13. Varyans analiz sonuçlarına göre KYB grupları	64
Şekil 4.14. Araştırma konusu kapsamında incelenen makalelerde kullanılan çimento tipleri ve ortalama basınç dayanımları	65
Şekil 4.15. Çalışmalarda kullanılan su/çimento (w/c) oranına bağlı olarak 28 günlük basınç dayanımındaki ortalama değişimler	66
Şekil 4.16. Çalışmalarda kullanılan su miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim	67
Şekil 4.17. Çalışmalarda kullanılan su / çimento (w/c) oranına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	67
Şekil 4.18. Çalışmalarda kullanılan su miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	68
Şekil 4.19. Çalışmalara göre elde edilen su içeriğine bağlı varyans analiz grupları ..	69
Şekil 4.20. Çalışmalarda kullanılan su/toz (w/p) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim	69

Şekil 4.21. Çalışmalarda kullanılan su / toz (w/p) oranına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	70
Şekil 4.22. Çalışmalarda kullanılan değişik w/p oranlarına bağlı varyans grupları ...	71
Şekil 4.23. Çalışmalarda kullanılan iri agrega oranına (CA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	71
Şekil 4.24. Çalışmalarda kullanılan iri agrega miktarına (CA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	72
Şekil 4.25. Çalışmalarda kullanılan ince agrega oranına (FA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	72
Şekil 4.26. Çalışmalarda kullanılan ince agrega oranına (FA) göre basınç dayanım değerlerine bağlı varyans grupları	73
Şekil 4.27. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	74
Şekil 4.28. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) oranında çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	74
Şekil 4.29. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı oranına (Sp) göre basınç dayanım değerlerine bağlı varyans grupları	75
Şekil 4.30. Çalışmalarda kullanılan filler malzeme miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki.....	76
Şekil 4.31. Çalışmalarda kullanılan silis dumanı miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	77
Şekil 4.32. Çalışmalarda kullanılan silis dumanı miktarına bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki	77
Şekil 4.33. Çalışmalarda kullanılan cürüt (GGBFS) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	78
Şekil 4.34. Çalışmalarda kullanılan cürüt (GGBFS) bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki	79
Şekil 4.35. Çalışmalarda kullanılan uçucu kül miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	80
Şekil 4.36. Çalışmalarda kullanılan uçucu kül miktarına bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki	80
Şekil 4.37. Çalışmalarda kullanılan metakaolin miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	81
Şekil 4.38. Çalışmalarda kullanılan metakaolin miktarına bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki	82
Şekil 4.39. Çalışmalarda kullanılan kireçtaşı tozu miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	83
Şekil 4.40. Çalışmalarda kullanılan kireçtaşı tozu miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	83
Şekil 4.41. Çalışmalarda kullanılan diğer dolgu malzemesi miktarlarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	84
Şekil 4.42. Çalışmalarda kullanılan su miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki	85
Şekil 4.43. Çalışmalarda kullanılan V hunisi miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	86
Şekil 4.44. Çalışmalarda kullanılan slump miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.....	87
Şekil 4.45. Çalışmalarda kullanılan çökme yayılma test sonuçları ile V hunisi test sonuçları arasındaki ilişki	87

Şekil 4.46. Hedeflene nihai basınç dayanıma ulaşmada bazı değişkenlerin tahmini . 88



TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Çimento ve çimento içermeyen berton türleri	6
Tablo 2.2. KYB kullanımının etkisi	14
Tablo 2.3. KYB'lerin özelliklerini belirlemede yöntemler ve sınır değerleri	23
Tablo 2.4. KYB'lerin sınıflandırılma sistemleri	24
Tablo 2.5. KYB deney yöntemlerinde ölçülen parametreler	25
Tablo 2.6. Tasarıma göre öneri malzeme miktarları	34
Tablo 2.7. KYB için önerilen karışım değerleri	35
Tablo 4.1. Yıllara ve ülkeler göre KYB çalışma sayıları	43
Tablo 4.2. Ülkelerin KYB konusundaki çalışma konuları ve yayın sayıları	44
Tablo 4.3. KYB konusunda veritabanında taranan dergiler ve yayın sayıları	54
Tablo 4.4. KYB konusunda veritabanında taranan dergilerin yıllara göre dağılımı	57
Tablo 4.5. Yayınlarda kullanılan akışkanlaştırıcı tipleri	60

1. GİRİŞ

Günümüzün betonu modern toplumun gelişiminde çok önemli bir rol oynamıştır. İnsanlığın yaşam kalitesini geliştirmede okulların, hastanelerin, binaların, köprülerin, tünellerin, barajların, kanalizasyon sistemlerinin, kaldırımların, yolların ve diğer birçok ürünün yapımında kullanılan beton çok çeşitli kullanım alanları da bulunan bir yapı malzemesidir.

Kişi başına yılda ortalama üç ton üretimi yapılan beton; aslında dünyada insanoğlunun en çok kullandığı bir yapı malzemesi olup ahşap, plastik, çelik ve alüminyum gibi yapı malzemelerine kıyasla yaklaşık iki kat daha kullanım potansiyeli olan bir malzemedir. Bu durum diğer sayılan malzemelerin hiçbiri, belirli amaçları sağlamada fiyat, verimlilik ve performans açısından betonun yerini tutamaz.

Son yüzyılda kullanımı giderek artan beton; insanoğlunun farklı boyutlarda, farklı şekillerde ve muhtelif değişiklikler yapılarak daha sofistike çalışmaların uygulamaya geçirilmesini sağlayabilen bir malzeme olmuştur. Uygulaması sayesinde, onu kullanan herkes için yaşam standardını geliştirmede büyük bir sıçrama yaşanmasını sağlamış ve sağlayacak bir malzemedir.

Yaşam standartını geliştirmede önemli bir rol oynayan betonun farklı birçok tipi bulunmaktadır. Bunlardan birisi olan ve son otuz yıldır kullanımı giderek artkendiliğinden yerleşen beton (KYB) olarak ta bilinen tipi ise önemini giderek arttırmaktadır. Mevcutları arasında geleneksel beton teknolojisi ile üretilen betonlara göre avantajları olan KYB, herhangi bir ekipman ile sıkıştırılması gerekmeden, yerçekimi kuvveti ve kendi ağırlığı ile sıkışabilen bir beton türüdür. Bu tür betonun (KYB) birçok faydası olup, bunlar daha fazla direnç veren son ürünün kalitesini arttırması, uygulanmasının kolay olması ve pratik olarak tüm geleneksel beton malzemelerinin kullanılarak üretilmesi şeklinde özetlenebilir.

Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) türü 1986 yılında Japon Okamura tarafından ayrılmaya ve deformasyona karşı dirençli yeni bir yüksek performanslı bir beton üretilmesi çalışmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan bir beton türüdür. Japonya'da

geliştirilen bu betonun (KYB) kalıpları tamamen doldurmak ve döküm işlemi sırasında dış baskıya ihtiyaç duymadan karmaşık geometrik oluşumlardan ve ulaşılması zor bölgelerden akması için tasarlanmıştır (Okamura ve Ouchi, 2003). Geleneksel betonlara ek olarak, işçilik maliyetinin ve yapım süresinin azaltılması, titreşim ekipmanı kullanımıyla ilgili yüzey kirliliğini ve kirlilik gürültüsünü ortadan kaldırması, yerleştirileceği kalıba etkin ve verimli bir şekilde konulması ile yüzey problemlerini ortadan kaldırması ve bu nedenle daha az dezavantaja sahip pürüzsüz yüzey oluşumu sağlaması gibi başka birçok avantajları da vardır (Pathak ve Siddique, 2012).

Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) karışımlarının; ayrışmadan ve vibrasyonsuz yerleşmesi, yüksek seviyede homojen olması ve minimum beton boşluklarına sahip olması üç temel özelliğidir. Bu özelliklere sahip olmasını sağlamak için, KYB'ye uygun bir karışım tasarım yönteminin benimsenmesi önemlidir. Bununla birlikte, yüksek akışkanlık ve stabilite arasındaki çatışma onu vibrasyon uygulanan normal beton tasarımından daha karmaşık hale getirmektedir. KYB üretiminin yaygın kullanımı, maksimum tane boyutunun azaltılmasıyla ilişkili olarak su oranına bağlı uygun akışkanlaştırıcı kullanılması ile sağlanabilir (Okamura ve Ozawa, 1995). Yüksek akışkanlığı elde etmek, taşıma ve dökümü sırasında ayrışmayı ve terlemeyi önlemek için Portlandçimentosu ve kimyasal katkı maddelerinin tasarımlardaki miktarları, bu betonun (KYB) üretim safhasında çok önemlidir (Lachemi vd., 2004).

Bu tez çalışması kapsamında kendiliğinden yerleşen beton (KYB) tipi araştırılması hedeflenmiş ve üniversitemiz veritabanları içinde yer alan ScienceDirect veri tabanı kullanılarak son 8 yıldaki (2010-2017) KYB'lar üzerine yapılmış yayınlar incelenmiştir. Bu çalışma sayesinde KYB ile ilgili meta analiz ve istatistiksel analizler yapılarak KYB'ları ile ilgili genel durum değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Beton ve Bileşenleri

Günümüzün en önemli yapı malzemelerden biri olan beton yapı sektöründe en çok kullanılan malzemelerden birisidir ve hatta günümüzde beton kullanmadan, yapısal tasarım yapmak neredeyse imkânsız gibidir (Mathew ve Paul, 2012). Geçtiğimiz otuz yıl içinde, beton artık sadece çimento, agrega ve sudan oluşan bir malzeme olarak anılmayan, bunun yanında inşaat sektörünün çeşitli gereksinimlerinin birçoğunu karşılayacak şekilde birçok yeni bileşenle birlikte tasarlanmış malzemeler birleşimi olarak ta bilinen bir malzeme olmuştur. Nüfusun artmasına paralel olarak yeni yapısal tasarımlarının ışığında oluşturulan modern şehirler, betonarme yapıların artmasını destekleyen bir unsur olmaktadır (Pathak ve Siddique., 2012a).

Betonların, kalıpları tamamen dolduramaması veya düzensiz olarak sıkıştırılmış veya kalıp içerisinde sıkışmış hava boşluğu ceplerinin oluşması, dayanıklılık ve dayanım sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca bu durum, boşluklar nedeniyle betonarme içerisindeki donatının korozyona uğramasını hızlandıran bir etken olarak uzun yıllardır mühendislerin karşılaştığı sorunların başında gelmektedir. (Diamantonis vd, 2010; Mohamed vd., 2010; Mathew ve Paul., 2012; Saba Abdel, 2013).

Beton portlandçimentosu ile agrega, çakıl, kum ve uygun limitler içerisindeki temiz suyun karışımıyla oluşan yapay bir taş olarak tanımlanabilir. Betonun sertleşmesi ise beton karışımlarının içerdiği çimentonun su ile tepkimeye girmesi sonucu oluşan kimyasal bir süreçtir. Ayrıca betonun sahip olduğu başlangıçta plastik ve zamanla katılaştıran yapısı ile istenilen form ve şekilde dökülerek kalıbın şeklini alması en önemli özelliğidir. Beton basınç etkisi altında yüksek dayanım göstermesine rağmen çekme gerilmesine karşı dayanım neredeyse yok denilecek kadar azdır. Bu durumda da betonarme olarak bildiğimiz çekme gerilmelerinin beton içerisinde yerleştirilen donatılar tarafından karşılandığı kompozit malzeme kullanım yolu tercih edilmiştir. Günümüzün hızla değişen dünyasında betonun sahip olduğu bazı özelliklerin kullanım yerine, istenilen performansa ve en önemlisi istenilen nihai dayanıma göre

tasarlanması ve buna uygun karışımların hazırlanması kaçınılmaz olmaktadır (Diamantonis vd., 2010).

Beton üretiminde her ne tür beton hazırlanırsa hazırlansın öncelikle kumun ve agreganın temiz olduğu, içerisinde organik malzeme olmaması sağlanmalıdır. Ayrıca beton türlerine göre değişmekle birlikte büyük oranda kil, tuz ve fosfat gibi malzemelerin olmamasına dikkat edilmeli, varsa yıkayarak uzaklaştırma yöntemi uygulanmalıdır. Bu tür malzemelerin varlığı, dayanımın azalmasına, hatta bazı durumlarda donatılardakorozyon başlangıcı gibi istenilmeyen mekanizmaların oluşmasına da neden olacaktır. Beton bu şartları sağlayan agrega ile diğer hammadeler birlikte karıştırılmasıyla üretilen bir süreç gereklidir (Mathew ve Paul., 2012).

Beton; ilk olarak Romalılar tarafından geliştirildiği bilinen, köprülerin, yolların ve hatta binaların yapımında kullanıldığı tespit edilen kompozit bir malzemedir. Günümüzde birçok tür olarak üretilen bu malzeme, Romalıların agrega olarak çakıl, taş ve kumun kullanılmasıyla hazırladığı ve bağlayıcısı kireç olan, kerpiçten daha iyi özelliklere sahip harca 3 yy'da özellikleri yeni yeni keşfedilen volkan külünün ilave edilmesi ile de daha fazla dayanım gösteren yapı malzemesinin üretmeleriyle ortaya çıkmıştır. Daha sonraları günümüz araştırmacılarına benzer olarak dönemin insanları tarafından hayvan yağı, kan, süt gibi günümüz katkılarının ilk türevleri ile beton özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. O dönemde yapılan Roma'daki Appian, Roma Flavian Amfiteyatrosu, Panteon Tapınağı ve güney Fransa'daki Pont du Grad Köprüsü gibi yapılardan bazıları Romalılar tarafından geliştirilen ilk beton ve çimento dayanım ve dayanıklılığına tanıklık eden yapılardır (Huang ve Leu., 1993).

Roma imparatorluğundan yaklaşık 13 yy. sonra, 1756 'da İngiliz mühendis John Smeaton'a İngiliz parlamentosu tarafından Corwall sahilindeki deniz fenerinin yeniden inşa edilmesi görevi verilmiştir. Bu görev zamanın şartlarına göre kullanılacak malzemelerin yüksek dayanımlı olmasının dışında, sudan ve tuzlu ortamdaki ve hatta tüm dış etkenlerden etkilenmeyecek şekilde malzeme kullanılmasını gerektirmektedir. Kirecin işleme tabi tutularak su kireci elde

edilmesi ile agregasında tuğla tozu ve çakıl olan karışımda kullanımının araştırılmasıdır. Bu araştırmaları 1774 yılında, çimento gibi sertleşebilen hidrolik kirecin farkını ortaya çıkarmıştır. 1793 yılında kireç içeren çamurun kalsinasyonu ile suda da sertleşebilme özelliği gösterdiğinin keşfetmesi ile çimentonun bulunuşunda bir adım daha yaklaşmıştır (Saba Abdel., 2013).

Betonun geliştirilmesinde Smeaton'un çalışmaları, İngiltere genelinde beton malzemesinin daha yaygın kullanılmasına ve teknoloji alanında daha fazla ilerlemeye neden olmuştur. James Parker adlı araştırmacı ise, kireç taşı içeren karışım ile 1796'da doğal hidrolik çimento patentini alması, 1818'de de Amerika Birleşik Devletleri, Erie Kanalı'nın inşasında New York'taki Madison County'de bulunan beyaz kanvas kayaçlarında keşfiyle minimum üretim süreciyle hidrolik çimentonun üretimi gerçekleştirmesi beton gelişimini olumlu etkilemiştir (Kosmatka vd., 2011; Pathak ve Siddique, 2012).

İngiliz Joseph Asbedin Portland 1824 yılında doğal çimento ile üretilen betondan daha üstün özelliklere sahip çimento için, çimentonun kimyasal yapısının değiştirilmesinde farklı kil ve kireç taşı kombinasyonları ile bilinenin dışında değişik yanma koşullarının değiştirilmesiyle sağlanabildiğini ve bu malzemeninde daha sert ve dayanıklı olduğunu görmüştür. Günümüzde kullanılan Portland çimnetolarının ilk ortaya çıkışı da bu keşif tarihi olan 1824 yılıdır. Joseph Monnier'in 1849 da bulduğu ancak 1867 yılında çelik metalle güçlendirilmiş betonların kullanımı ile demir yolu ağlarından, havuzların yapımına kadar birçok alanda kullanılabileceği patenti ile yeni bir boyut daha kazanmıştır. Bu Josep Monnier'in eğilme dayanımının çelikler tarafından taşınması ile kemerler, köprüler ve döşemelerin rahatlıkla yapılabileceğini ortaya koyması olmuştur (Kosmatka vd., 2011; Behbahani vd., 2013).

Beton, insan yaşamında alternatifi hala araştırılan önemli bir yapı malzemesidir. Betondan yapılan binaların öncesine göre daha güçlü ve daha hızlı bir şekilde yapılmasının başlıca nedeni olmuştur. Bu durum da onu bulanlar için bir iş kaynağı olmasını sağlamış ve geleceğimize şekil veren bir yol açılmasına neden olmuştur (Kosmatka vd., 2011).

2.2. Beton Türleri

Esas olarak beton, bir bağlayıcı ortam ve agrega parçacıklarından oluşan, farklı türlerde ve formlarda tasarlanabilen bir kompozit malzemedir. Beton türleri sıra dışı özelliklere sahip veya sıra dışı tekniklerle üretilmiş olan ve betonun kullanımını, özelliğini ve durumunu tanımlayacak şekilde isimlendirilmiş olup, bazı beton tipleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo2.1. Çimento ve çimento içermeyen beton türleri (Kosmatka vd, 2002).

Portland çimentolu özel beton çeşitleri		
Mimari beton	Ağır beton	Geri dönüşümlü beton
Otoklavlanmış hücreli beton	Yüksek-erken dayanımlı beton	Silindire sıkıştırılmış beton
Santrifüjle dökme beton	Yüksek performanslı beton	Talaş betonu
Kolloidal beton	Yüksek mukavemetli beton	Kendiliğinden yerleşen beton
Renkli beton	Yalıtım betonu	Koruyucu beton
Kontrollü yoğunluklu dolgu	Lateks çamurlu beton	Püskürtme beton
Siklopan (moloz) beton	Düşük yoğunluklu beton	Büzülme-telafi edici beton
Kuru ambalajlı beton	Kütle beton	Silika-beton
Epoksi modifiye beton	Orta mukavemetli hafif beton	Toprak çimento
Korumasız- agrega betonu	Tırnaklı beton	Mühürlü beton
Ferro çimento	Kaymaz beton	Yapısal hafif beton
Fiber beton	Polimer modifiye beton	Süper plastikleşmiş beton
Beton doldurun	Önceki (gözenekli) beton	Çimento mozaığı
Akışlı dolgu	Pozzolans betonu	Tremie (borulu su altı) beton
Akıcı(KYB) beton	Hazır BETON	Vakumla işlenmiş beton
Uçucu kül betonu	Önceden paketlenmiş beton	Vermikülit beton
Boşluk dereceli beton	Öngerilme betonu	Beyaz beton
Geo Polymer betonu	Reaktif toz beton	Sıfır çökme betonu
Portland çimentosuz özel beton çeşitleri		
Akrilik beton	Furan betonu	Polyester beton
Alüminyum fosfat beton	Alçı beton	Polimer beton
Asfalt beton	Lateks beton	Potasyum silikat betonu
Kalsiyum alüminat beton	Magnezyum fosfat betonu	Sodyum silikat betonu
Epoksi beton	Metil metakrilat (MMA) betonu	Kükürt betonu

Bu tez kapsamında KYB betonlar incelendiği için sadece bu betonlara ait özellikler açıklanmıştır.

2.2.1. Kendiliğinden Yerleşen Betonlar (KYB)

Kimyasal katkı teknolojisinde meydana gelen gelişmeler beton teknolojisindeki gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Örneğin su/çimento (w/c) oranının beton basınç dayanımındaki etkisi 1918 yılında Duff Abrams tarafından ortaya çıkmış, 1930 yılından sonrada herkes tarafından dikkate alınmaya başlamışken, taşıma amaçla mikser kullanımının 1940'lı yıllar olan ikinci dünya savaşı sonrası kullanılmaya başlaması gibi birçok örnek verilebilen gelişmeler gerçekleşmiştir (Saridemir, 2006; Gorzelańczyk, 2011; Gorzelańczyk ve Hola, 2011). Bu durum ham maddesi agrega ve çimento olan beton ana bileşenlerinde çok farklı işlevlerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamıştır. Bunun sonucu olarak günümüz betonlarında neredeyse kimyasal katkı kullanılmaksızın beton üretimi yapılamaz olmuştur.

Betondan beklenen özelliklerin karşılanmasında bu kimyasallardan yararlanmak önemli avantajlar sağlamaktadır (Semioli, 2002). Bu avantajlar teknik ve ekonomik avantajlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Teknik avantaj olarak vibratör kullanımının kalkması sayesinde gürültü kirliliğinin azaltılması sayılabilirken, ekonomik avantaj olarakta dökümdeki işçiliğiazaltması ve yapım hızının artması ile ekonomi sağlamasıdır (Okamura ve Ouchi, 2003). Bu avantajlar su azaltıcı ve süper akınlaştırıcı katkıları kullanılmasıyla başlamıştır. Ancak bu gelişen teknoloji içerisinde Japonya'da kullanılmaya başlayan ve Avrupa'da da kullanımı artan yüksek oranda su azaltıcı ve hiperakışkanlaştırıcı olarak kullanılan kimyasal katkıları ile akışkan beton diğer bir ifadeyle kendiliğinden yerleşen (KYB) beton yapımı hız kazanmıştır (Semioli, 2002; Rahman, 2012; Dinç, 2014).Taze betondan beklenen işlenebilirlik inşaatın tipi, sıkıştırma yöntemi ve uygulanacak yerleştirmedeki kalıbın şekli ve burada bulunan donatı sıklığı etkili olmaktadır. Bu gibi nedenlerin çözümü olarak kendiliğinden akan veya sıkışan akıcı betonlara ihtiyaç duyulması ile ortaya çıkan KYB; vibrasyona gerek duymayan, istenilen yeri/kalıbı akarak dolduran, terleme ve ayrışma problemlerinin yaşanmadığı, yüksek işlenebilirlikteki homojenliği iyi betonlardır (Işık ve Sponza, 2005). Literatürler incelendiğinde ise en çok tercih edilen ismi “Kendiliğinden Sıkışan Beton” (Self-Compacting Concrete- SCC) olmakla birlikte yüzeysel alanlarda kullanılmasında “Kendiliğinden Yüzeyleyen Beton”(Self-Leveling Concrete - SLC) ile Amerika'da ise kendi ağırlığı

ile 1 mm az kot farkı oluşturacak şekilde kendisini yataylan yani çöken betona da “Kendiliğinden Konsolide Olan, Çöken Beton” (Self-Consolidating Concrete –SCC) ismi ile anılmaktadır (Sarıdemir, 2006).

Kendiliğinden yerleşen beton yüksek hacimli likidite ve akışkanlığa sahip olan, ayrışmaya karşı yüksek mukavemete sahip, özellikle dar kalıplarda ve sık inşaat demiri bulunan ortamlarda, vibratör kullanmadan başarılı bir şekilde boşaltılabilir (Ozawa vd., 1989; Bartos ve Marrs, 1999; Işık ve Sponza, 2005; Mathew ve Paul, 2012). Kendiliğinden yerleşen betonlarda (KYB) doldurma yeteneği, geçebilme yeteneği ve ayrışma direnci özellikleri iyi bilinmesi gereken özellikler olup, kısaca aşağıda açıklanmıştır (Gesoglu ve Özbay, 2007; Baylavlı, 2008; Valcuende vd., 2012; Dinç, 2014).

- Doldurma yeteneği; kendi ağırlığı altında yerleşebilen, bulunduğu kalıp içerisinde neredeyse hiç boşluk bırakmadan doldurabilen beton yeteneğidir. Bu betonun işlenebilirlik özelliği ile ilgili olup, yayılma tablası ile belirlenen özelliğidir. Diğer bir ifadeyle betonun boşaltılma noktasından ne kadar uzaklığa ve ne kadar sürede akabildiğini (deformasyon hızı) ölçebilen bir özelliktir. Betonun iyi akabilmesi her türlü katı tanecikler arası bağlayıcısı da dahil sürtünmenin azaltılmasına bağlıdır. Ancak çimento fazının deformasyon yeteneğini artırmak için ya dengeli su/bağlayıcı oranı (w/b) tercih edilmeli ya da süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılmalıdır. Tanecikler arası deformasyon yeteneğinin artırılması için ya düşük iri agrega hacmi yada kullanılan malzemeye göre en iyi gradasyonun sağlanması gerekir (Girish vd., 2010; Uysal, 2012; Boddu, 2016).
- Geçebilme yeteneği; KYB akan bir karışım olmalıdır ve bu akışkanlık sayesinde dar donatı açıklıklarında geçebilmeli ve dışarıdan bir etki olamadan donatıyı sarabilmelidir. Ancak bu durumun aksi şartları agrega maksimum tane boyutu çok büyükse ya da iri agrega miktarı çok fazlaysa karşılaşılabilecek bir durumdur. Çözümünde ise kullanılacak maksimum tane çapının ve miktarının iyi seçilerek küçültülmesi, düşük su/bağlayıcı oranı (w/b) kullanmak ya da viskozite artırıcı kullanmak gereklidir. Bu şartları

sağlayan bir KYB karışımında bu özelliğin ölçülmesi L kutusu veya V hunisi testleri kullanılarak yapılır (Boddu, 2016).

- Ayırışma direnci; KYB betonların üniformaluluğunu açıklayan diğer bir anlatımla iri tanelerin birbirinin üzerinde kaymasını sağlayacak olan yeterli miktarda harç olmasını ifade eden bir özelliktir. Kısaca segregasyon (ayırışma) beton bileşenlerinin homojen olmayan bir şekilde dağılmasıyla yapıdaki özellikleride dağılıma uğratarak bozmasıdır. Bu ayırışmalar genellikle çimento hamur fazı ile agreganın ayırışması, blokaja neden olan iri agreganın ayırışması, hava boşluk dağılımının dengeli olmaması ve terleme ile olan ayırışmalar sayılabilir. Bunların önlenmesi için ya sınırlı agrega içeriğine sahip bir karışımın olması, ya düşük su/bağlayıcı oranının tercih edilmesi, ya küçültülmüş en büyük agrega tane çapının seçilmesi ya da viskozite arttırıcı katkıların kullanılması gerekir. Bu özelliğin ölçülmesinde U kutusu veya Kajima doldurma kutusu kullanılarak bu özellik ölçülür.

Kendiliğinden yerleşen betonların karakteristik özelliklerinin başında yüksek akma değeri ve akışkanlığı gelir. Yukarıda açıklanan özelliklerdeki KYB'ler, sınırlı bir iri agrega miktarı ile güçlü bir süper akışkanlaştırıcının sağladığı yüksek akışkanlığa ve azaltılmış su/ince malzeme oranıyla da (w/p) yüksek ayırışma direncine sahiptir (Özkul vd., 2005; Boudali, 2016) Ancak ayırışmayı önleme amaçlı ince malzeme ve/veya viskozite düzenleyici bir malzemeye de ihtiyaç duyulabilir. İnce malzeme olarak silis dumanı, cüruf, taş unu ve uçucu kül en çok kullanılan malzeler arasındadır. Ayrıca öğütülerek kullanılan yüksek fırın cürufu, silis dumanı, kireç taşı unu gibi malzemelerin etkileri üzerine çalışmalarda yapılmakta ve hala bu araştırmalar devam etmektedir. Bu katkılar KYB içerisinde karıştırılarak akış direnci, (Nepomuceno vd., 2012) viskozite gibi özelliklerine etki etmektedir. Bu malzemelerin dışında viskozite düzenleyici olarak ve ayırışmayı önleyici katkıları üç maddede sıralamak mümkündür (Khayat ve Yahia, 1997; Işık ve Sponza, 2005; Uysal, 2012; Dinç, 2014).

1. Nişasta ve doğal zamlar içeren doğal polimerler.

2. Ayrışmış nişasta ve türevlerini içeren yarı sentetik polimerler, selüloz tertürevleri (hidroksipropil metil selüloz, hidroksi etil selüloz, karboksil metilselüloz) ve elektrolitler (sodyum alginat)
3. Etilen bazlı sentetik polimerler (polietilen oksit), polivinil alkol gibivini bazlı sentetik polimerler

Ancak viskoziteyi düzenlemede KYB bileşenlerini oluşturan partiküller arasındaki sürtünmenin artırılması/azaltılması, tanelerin kayabileceği bir ara yüzey oluşturulmasında ince toz malzeme miktarının artırılması/azaltılması amacıyla kullanılabilir (Ozawa vd., 1989; Bartos ve Marrs, 1999). KYB ana bileşeni vibrasyona ihtiyaç duyulan geleneksel betonla aynı olmakla birlikte; en önemli farkı harç bileşimini oluşturan çimento, su, ince agrega, kireçtaşı tozu, gibi doluducu malzemeler ile silis dumanı, uçucu kül gibi puzolonik özellik gösteren malzemelerin karışımında bulunmasıdır (Işık ve Sponza, 2005).

KYB ilk kullanım alanı olarak sık donatılı alanlar için düşünülen bir beton türü olsada, günümüzde perde betonlardan betonarme yapıların onarım ve güçlendirmesine hatta prefabrike yapı elemanları üretimine kadar birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Dinç, 2014).

2.2.2. KYB'nin Tarihsel Gelişimi

KYB'ların tarihsel süreçteki yerleri incelendiğinde, dünyada sudan sonra en çok kullanıldığı ifade edilen beton tarihine göre yakın tarihimizdir ve günden güne yapılan araştırmalarla gelişme göstermektedir. Bu gelişmenin bir sonucu olarakta ortaya çıkan hazır beton sektörü ve bu sektöre hammadde sağlayan sektörlerle birlikte yapılan çalışmalar bu gelişmeyi hızlandırmıştır. Hammadde sağlayan sektörlerin katkısı gelişme süreci içerisinde günden güne ihtiyaçlar doğrultusunda sağladığı desteği arttırmıştır. Katkı sektörünün en önemli özelliği daha önce iyi bir işlenebilirlik için aranan yüksek su/çimento oranına karşılık sabit bir oranda bu işlenebilirliğin sağlanmasındaki gelişime verdikleri destektir. Yüksek su/çimento oranında (w/c) sağlanan işlenebilirlikteki düşük dayanıma karşılık hem yüksek işlenebilirlik hem de yüksek dayanım sağlanması akışkanlaştırıcı veya süper

akışkanlaştırıcı katkıların kullanılması ile sağlanmak istenmiştir (Okamura ve Ouchi, 1999; Özyıldırım ve Lane, 2003; EFFNARC,2005; Gesoğluve Özbay, 2007; Baylavlı, 2008). Bu katkıların betona sağladığı yararların araştırılması sürecinde Prof.Dr. Hajime Okamura'nın 1986 yılı Tokyo üniversitesindeki kendiliğinden yayılan ve sıkışabilen beton üzerin yaptığı ve KYB olarak isimlendirilen çalışma ilk olarak kabul edilmektedir (Baylavlı, 2008; Nepomuceno vd., 2012; Sarıdemir, 2006). Bu çalışma 1980'lerin ortalarında teknoloji alanında ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak beton sektöründeki yeniliklerin getirdiği yüksek dayanımlı beton çalışmaları ile ilişkilidir. Ancak yeni betonların geliştirilmesine paralel olarak, uygulanması aşamasındaki yeterli bilgi ve tecrübeye sahip çalışanın bulunmaması ve dahası inşaat sektöründe çalışanların sayısının azalmaya başlaması ile de betonda işçilik kalemi faaliyetlerinin azaltılması arayışlarının bir sonucu olan ve çözümlerden biri olarak görülen KYBinşaat sektörünün sürdürülebilirliğinin sağlanması sonucu ortaya çıkmıştır (Okamura ve Ouchi, 2003; Elaty ve Ghazy, 2017).

Bu çalışmanın dünya literatürüne sunumu 1989 yılında Japon araştırmacı Ozawa'nın "Doğu Asya ve Pasifik Yapı Mühendisliği Konferansı" nda yapılmış olarak yerini almıştır. Bu bildirinin daha detaylı olarak sunulan genişletilmiş özeti ise 1992 yılında İstanbul'daki CANMET&ACI uluslararası beton kongresi olmuş ve 1994 yılındaki Bangkok'ta yapılan ACI çalıştayından sonra araştırmacıların dikkatini çekmiş ve araştırmacıların çalışmaya başladığı konular arasında yerini almaya başlamış bir beton türüdür (Ozawa vd., 1989; Okamura ve Ouchi, 1999; Baylavlı, 2008; Nepomuceno vd., 2012; Elaty ve Ghazy, 2017).

KYB kullanımında Japonya, ortaya çıkışının ilk yıllarında baskın kullanıcı olmasına rağmen, bu beton 1990'ların sonunda İsveç'ten diğer İskandinav ülkelerine kadar Avrupa'ya yayılmış ve günümüzde de beton üretiminin %30 -%40'larına varan seviyelerinde üretimi yapılmaktadır (Thrane vd., 2004; Boudali, 2016).İngiltere, Fransa, Almanya, ABD ve Hollanda gibi diğer ülkeler de ise geçici bir durgunlukla birlikte KYB üretiminde kullanılan materyalleri geliştirerek geleneksel betonda uygulanan vibrasyonla karşılaştırıldığında düşük segregasyon direncinin önlenebildiğinin belirlenmesi gibi yapılan çalışmalar ile KYB'ları geliştirme süreci izlemiştir (Ouchi, 2003; Thrane vd., 2004; Bennenk, 2005).

KYB betonların ortaya çıkışından itibaren geçen yaklaşık otuz yıl içinde bu betonlarda, öğütülmüş granül yüksek fırın cürufu (GGBS), yoğunlaştırılmış silis dumanı (CSF) ve tozlaştırılmış yakıt külü (PFA) gibi farklı malzemeler kullanılarak özellikleri sürekli geliştirilmeye ve karşılaşılan sakıncalı yönleri giderilmeye çalışılmaktadır (Thrane vd., 2004).

Kısaca açıklamak gerekirse; kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) 1980 yılında Japonya'da sualtı beton uygulamalarında karşılaşılan sorunların çözümü amacıyla geliştirilen, uygulamada suda ayrışmayan ve yıkanmayan beton üretimi için suda çözülebilen polimer esaslı malzemeler kullanılmasıyla başlayan bir betondur. Ancak bu şekilde hazırlanan beton karışımı hava ile temasta olan yapılarda, hava balonlarının yüksek viskozitesinden dolayı kaldırılamaması ve sık donatılı alanlarda sıkıştırımda problemler yaşanmasına neden olmuştur. Bu problemler; iri agraların birbirleri ile yaptıkları temas esnasında tıkanmalara neden olması, homejen iri tane karışımı olmamasından kaynaklı hamur fazında kayma gerilmeleri oluşturması sayılabilir (Mohamed, 2010; Venkatakrishnaiah ve Sakthirel, 2015; Boddu, 2016). Bu problemlerin çözümünde kayma gerilmelerinin azaltılması ilk nokta olmuş ve viskozitede uyumlu bir süper akışkanlaştırıcı kullanılması ve iri agrega miktarının azaltılmasıyla da günümüzde kullanılan KYB betonlarına ihtiyaca bağlı bir dönüşüm gerçekleşmiştir (Işık ve Sponza, 2005; Uysal vd., 2012a, 2012b).

2.2.3. KYB Kullanım Alanları

Beton; zemin, temel, kaldırım gibi yatay yüzeye sahip yapılar ile sütunlar, duvarlar, köprü kaplamaları gibi dikey yüzeye sahip yapılarda kullanılabilen bir kompozit malzemedir. Ancak geleneksel betonun farklı yüzey alanlarında kullanılmasında yaşanan problemlerin çözümünde ve özellikle de yatay yüzeye sahip yapılar için KYB çözümü çok önemlidir. KYB, mekanik iş olmaksızın yerleştirilme ve yüzeylerin tesviyesine gerek duyulmaksızın kullanılabilir (Loukili, 2013). Sayılan bu gibi özelliklerinden dolayı KYB özel tip betonlar sınıfında sayılabilir. Ancak geleneksel beton kadar sık kullanım alanı bulamamaktadır. Bunun sebebi maliyeti olarak görülmektedir. Ayrıca dizayn ve uygulamada yeni yöntemlerin hala geliştirilmeye çalışılmasında bir etkisi olduğu da ifade edilmektedir (Sarıdemir, 2006).

KYB geleneksel betonun kullanıldığı her yerde kullanılabilceği gibi, geleneksel betonun teknik olarak kullanımının mümkün olmayacağı bakım, onarım gibi (Şekil 2.1) vibrasyon kullanılmayacak alanlarda da sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak kullanım oranını etkileyen bu durum normal beton ile KYB nin üretim maliyetlerinde ekonomik kıyaslamasının yapılmasını engellerken, zamansal kazanç gibimarjinal fayda da avantaj sağlamaktadır (Osterberg, 2002).

Ayrıca, KYB yüksek hava sürükleyici katkı ilavesi yapılmış, hafif beton üretimi yapılan tüm beton uygulamalarında kullanılabilcek olan düşük dayanımlı beton yerine ve istenilen alt yapı çalışması betonlarında, mimari ve estetik açıdan dış cephelerin yapılmasında kullanılacak betonlarda ve hatta araştırma aşamasında olan otoyol betonları ile prefabrike beton üretiminde de olmak üzere kendine geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmuştur (Sarıdemir,2006).



Şekil 2.1. KYB'nin onarımda kullanılabilceği bir köprü ayağı

2.2.4. KYB Kullanmanın Avantaj ve Dezavantajları

2.2.4.1. KYB kullanmanın avantajları

KYB'ların geleneksel betonlar yerine kullanılmasında sağlayacağı avantajlar (Ouchi vd., 2003; Baylavlı, 2008; Sorkhabi ve Naseri, 2013; Boddu, 2016; Garg, 2016).

- Endüstriyel beton üretimine olumlu katkı sağlar.
- İşçilik ve inşaat maliyetleri önemli ölçüde azalma sağlar.
- Beton dökümü sırasında ekipmanların üzerindeki basıncı azaltır.

- İstenilen beton tipi üretimin geliştirilmesini sağlar.
- Zaman konusunda bina yapım sürecinin hızlanmasını sağlar.
- Kaliteli, dayanıklı ve güvenilir beton yapılar elde edilemesini sağlar.
- Şantiyelerde iyileştirilmiş çalışma ortamı ile kirliliğin ve gürültünün azaltılmasını sağlar (Tablo 2.2).
- Titreşim ekipmanına ihtiyaç duyulmaması ve titreşim ekipmanının ortaya çıkaracağı ciddi yaralanmaların önlenmesi sağlar.
- Mekanik titreşim olmaması sayesinde daha betonun kalıba hızlı bir şekilde yerleştirme olanağı sunar ve yerleştirme maliyetlerinde tasarruf sağlar.
- Betona şantiyede su katılma riskini ortadan kaldırır.
- Mimari açıdan düzgün yüzeylerin elde edilmesi daha iyi ve tutarlı olur, çalışma yüzeyi için herhangi bir işleme gerek kalmaz.
- Ulaşılması zor alanların kolay doldurulur.
- Geleneksel betonla uygulanamayan mimari ve yapısal formların ve yüzeylerin kaplamaları yapılabilir.
- Bağlantılarda ve bağlantı elemanları çevresinde karşılaşılan hataların (Şekil 2.2) giderilerek homojenliği geliştirme ve iyileştirme sağlar.
- Kolay ulaşılabilen bir malzemedir.
- İşçi emeğini görünür kılar.
- Dökülmeye hazır kamyon ve pompaların hareketlerinin azalmasını sağlar.
- İşyeri güvenliğinin artırır (Mahesh, 2014; Boddu, 2016).

Tablo 2.2. KYB kullanımının etkisi (Sarıdemir, 2006).

Etki	Geleneksel Beton Üretimi	KYB üretimi
Fabrika içi gürültü seviyesi (dB)	93	<80
Kalıplara gelen dinamik yük (m/sn ²)	0.75 – 4.0	≈ 0
Fabrika içi toz konsantrasyonu (mg/m ³)	3-4	0.2



Şekil 2.2. Geleneksel betonda karşılaşılan bazı hatalar

2.2.4.2.KYB kullanmanın dezavantajları

Kendiliğinden yerleşen betonun dezavantajları doğal yollarla ve akışta bir şeye ihtiyaç duymaksızın yüksek akış hızı hızına sahip olmasıdır. Bu durum hem akışın malzeme tipi ve oranlarına bağlı olarak çok değişkenlik göstermesine hem de daha sıkı kontrol ile üreticinin ilave tedbirler almasını gerektirir. Bir diğer dezavantajı ise iş gücü maliyetinde azalma yaşanmasına rağmen KYB malzemelerin maliyetinin kimyasal katkı fiyatlarına da bağlı olarak geleneksel betonlara kıyasla yüksek olması sayılabilir. Ayrıca kalite kontrolünde yaşanan sıkıntılar ile geleneksel betona kıyasla yüksek orandaki toz içeriği sayesinde boyutsal stabilitesi yapılan hem bilimsel çalışmalarda hem de şantiyede tutarsızlık olduğu görülmüştür (Bury ve Christensen, 2002; Dinç, 2014). Bununla birlikte hazır beton tesislerinde KYB betonu için yeterli teknolojik donanımın olmaması, malzeme seçiminden karışıma kadar geçen sürede tüm konulara hakim eleman yetersizliği ve maliyetinin geleneksel betonlara göre 1,5 – 2 kat fazla olması da sayılabilir (Baylavlı, 2008; Mahesh, 2014).

Bu dezavantajların dışında çatı makası, merdiven gibi eğimli ($>2\%$) ve kalıp sistemi farklı olan yüzeylerde kullanılamaması, dökümün soğuk derz oluşturmaması açısından süreklilik gerektirmesi gibi unsurlarda KYB'larda karşılaşılan problemler arasındadır (Sarıdemir, 2006).

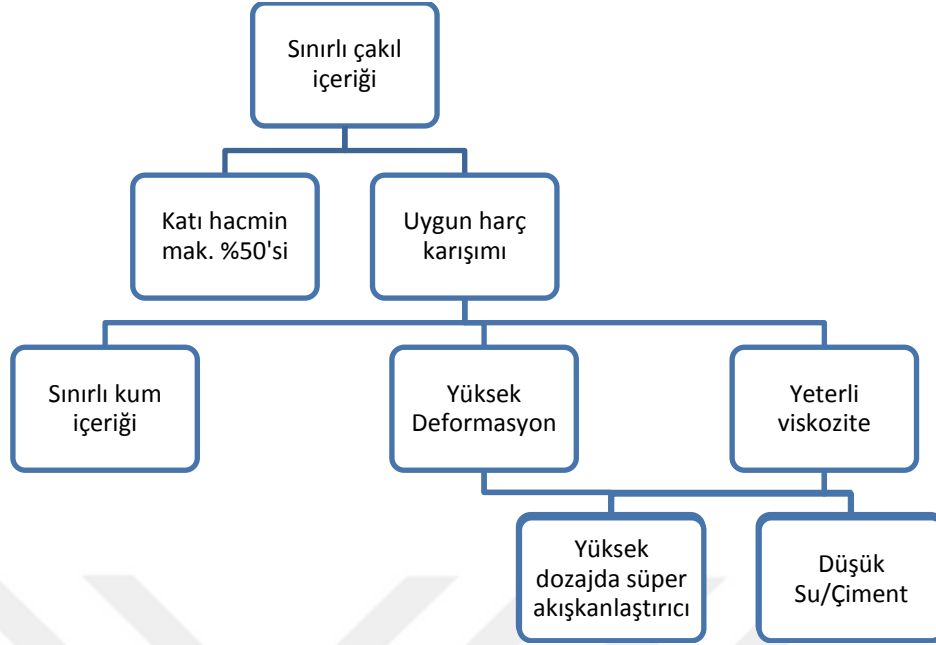
2.2.5. Kendiliğinden Yerleşen Beton Türleri

Kendilinden yerleşen beton (KYB) tipleri; toz tipi, viskozite tipi ve kombinasyon tipi olmak üzere üç tipe ayrılırlar (Dinç, 2014).

2.2.5.1. Toz tipi KYB

Okamura ve Ozawa, 1995'te betonun kalıba yerleştirilmesi amacıyla önerdikleri basit bir karışım yöntemi ile başlayan KYB fikri, 0.9-1 su/toz (w/p) oranındaki harçlarda harcın ince agrega içeriğinin artırılması ve agrega özelliklerini dikkate alarak bu özelliklerin iyileştirilmesi ile denemiş bir betondur (Brouwers ve Radix, 2005). Diğer bir ifade ile yeterli derecede karışıma kazandırılacak olan ayrışma direnci ve yüksek deforme kabiliyeti olan birbetoniçin su/toz oranının azaltıldığı bir karışımdır (Işık ve Sponza, 2005; Dinç, 2014). Süper akışkanlaştırıcı toz ve su uygulanarak kendiliğinden yerleşen betonun hassasiyeti nedeniyle oran dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Son toz nispeten yüksek bir oranda macun üretir. Japon yöntemi olarakta bilinen bu yöntem, birçok Avrupa ülkesinde kendi kendini sıkıştırıcı betonun geliştirilmesi için bir başlangıç noktası olarak benimsenmiş ve kullanılmıştır (Brouwers ve Radix, 2005).

Diğer bir yöntem ise; kaba ve ince agregalarının karışıma doldurulması ve sonradoldurulan agreganın macunla birleştirilmesiylebaşlayan Çin usulüdür. Bu, daha az bir macun kullanmanın daha kolay bir yoludur. Çin metodu büyük ölçüde etkilenen agrega içeriği ile başlar ve daha az hamur, daha fazla agrega ve daha az akışkanlık elde edilir. Daha sonra çimento miktarı değerlendirilir. Bu miktar, sertleşmiş betonun gerekli basınç dayanımı ve dayanıklılığı ile belirlenir. Ayrıca boşlukların doldurulması sürecince macunun daha az yapışmasını sağlamak için çimento ve katkı karışımı kaynatılabilir. Çin yöntemi ile normal dayanımlı betonlar elde edilirken Japon yönteminde gerekli olandan daha yüksek dayanımlar elde edilebilir (Şekil 2.3) (Skarendahl vd., 1999; Brouwers ve Radix, 2005).



Şekil 2.3.Normal bir KYB karışım şeması (Ouchi vd., 1998).

2.2.5.2. Viskozite tipi KYB

Beton akışı sırasında kaba döküntülerin tıkanmasını önlemek için yüksek viskozite gerekli olup, engeller ve yüksek viskozite sayesinde iri taneciklerin yakınlığına bağlı olarak iç stresi artırır. Sadece süper akışkanlaştırıcı sayesinde yüksek deformasyona ulaşabilir ve bu şekilde su/toz oranı dikkate alınarak karışımlar hazırlanabilir. Bu yöntem kullanıldığında yüksek miktarda süperakışkanlaştırıcı veya gerekli akışı sağlayacak tozun yüzdesi olarak su gereklidir (Roziere vd., 2007). Kısaca açıklamak gerekirse; bu tür KYB'lar karışıma ayrışmayı önleyici ve yüksek oranda viskoziteyi düzenleyici katkıları ile aynı zamanda hiperakışkanlaştırıcı ve hava sürekleycinin birlikte kullanılmasıyla elde edilir (Işık ve Sponza, 2005; Dinç, 2014).

2.2.5.3. Kombinasyon tipi KYB

Toz tipindeki kendiliğinden yerleşen beton karışımına yüksek deformasyon kabiliyetinde gösterebilmesi için viskoziteyi artırıcı süper akışkanlaştırıcılar ve hava sürükleyicilerin kullanılmasıyla üretilen toz tipi KYB ve Viskozite tipi KYB karışımlarının kombinasyonudur (Işık ve Sponza, 2005).

2.2.6. KYB Bileşenlerinin Seçimi ve Tasarım Kriterleri

2.2.6.1. Çimento seçimi

KYB'ların üretiminde bağlayıcı olarak kullanılabilen çimento, doğru kullanılması şartıyla geleneksel betonla aynıdır. Bu sayede KYB, oluşacak mekanik dirençlerin daha az ve daha iyi gerilme kuvvetlerine sahip olmasını sağlar (Ouchi vd., 1998; Tutikian, 2008; Elaty ve Ghazy, 2017). Ancak KYB'lerde kullanılacak çimento, betonun akışkanlığını iyileştirmeli ve su ile karıştırıldıktan sonraerken sürede priz alacak tipte olmamalıdır (Safiuddin, 2008). Kısaca KYB'de kullanılacak çimentoları standartlara uygun Al_2O_3 miktarı ise çalışması süresini etkilemesinden dolayı %10 geçmeyen tipte kullanılması uygundur (Baylavlı, 2008). Ayrıca, kullanılan çimento karışımında uygulanan kimyasal katkılarla da uyumlu olmalıdır. Diğer bir nokta ise çimentonun suyla reaksiyona girmesinde çimento tanecikleri ile ilgili olan daha yüksek özgül yüzey alanına sahip olmasıdır. Bu durum tanecikler arası mesafeyi azaltacak ve aralarındaki çarpışma sıklığını arttıracaktır. Bu da karışımdaki gerilmeleri azaltarak akışı sağlayacak ve böylece karışımın viskozitesini arttıracaktır. Böylece, daha yüksek yüzey alanına sahip çimento ile yapılan KYB'lar uygulama aşamasındaki durumu incelendiğinde, beton dökümü üretim yöntemleri için daha uygundur. Ancak hidrasyon yan ürünü olan ısı konusunda daha fazla dikkat gerekmektedir (Safiuddin, 2008; Duggal, 2017).

2.2.6.2. Agregası seçimi

Sürdürülebilir bir beton üretimi için agregası seçimi önemli olmakla birlikte, KYB'lardadoğal kum veya dere kumu gibi inşaat sektöründeki geleneksel agregası türleri kullanılabilir. Doğal kum (rüzgâr ve nehir kıyısında elde edilen) en iyi tip agregası olarak tercih edilebilir. Çünkü daha pürüzsüz bir dokuya ve daha çok yuvarlak hatlara sahiptirler. Endüstriyel kum (kıırma yöntemiyle elde edilen) söz konusu olduğunda, pürüzlü ve köşeli forma sahip olduğundan, bu tür agregalarda doğals agregası eklenmesiyle gradasyon düzeltilabileceği için ekstra özen gösterilmelidir (Tutikian ve Dal Molin, 2008).

KYB'larında en iyi işlenebilirlik ve yüksek basınç dayanımı elde etmek için agrega minerolojik özelliği dikkate alınmalı (Hu, 2005a, 2005b) ve en az geleneksel beton ile aynı özellikteki agrega kullanılmalıdır. Ancak bu yapıda ince ve iri agrega açısından değerlendirildiğinde ince agrega olarak sürtünmeyi de azaltarak akışkanlığı arttıran dere kumunun uygun olduğu, iri agregada ise kenetlenme ile yüksek dayanım sağlayacağından kırma agrega tercihinin yapılması gerektiği öngörülmektedir (Sarıdemir, 2006; Boddu, 2016; Elaty ve Ghazy, 2017; Duggal, 2017).

2.2.7. KYB Üretiminde Mineral Katkılar ve Toz Madde (Filler) Seçimi

KYB üretiminde kullanılan ve mineral katkı olarak isimlendirilen toz maddeler tane parçacık boyutu $<125 \mu\text{m}$ olan her tür inorganic mineral malzemeyi içermektedir. Yapılan çalışmalarda farklı tane çapları öngörülmesine rağmen istenilen viskozite değeri için ön karışımlar yapılarak seçimin yapılması uygundur. Parçacık boyutundaki küçülme özgül yüzey alanı ve dolayısıyla etkileşimin artmasına paralel viskozitede de artışa neden olur. Bu viskoziteyi arttırmada kullanılacak filler malzemeler;

- Uçucu kül
- Silis dumanı
- Doğal ve yapay cüruflar
- Kuvartz kumu tozu
- Tras
- Kireç taşı tozu
- Metakaolin
- vb. sayılabilir (Sarıdemir, 2006).

Bu malzemeler karışımı oluşturan katı iskeleti zenginleştirerek, harcın agrega tanelerini daha iyi sarmasını sağlar. Bu malzemelerin sınıflandırılması ise (EFNARC, 2002) iki maddeye ayrılmıştır.

1. İnert filler malzemeler: Taş tozları (kireçtaşı, granit, kuvars tozu) ile renk pigmentleri

2. Puzolonik ve gecikmeli hidrolik bağlayıcı mineral katkıları: Uçucu kül, yüksek fırın cürufu, ince öğütölmüş doğal traslar, silis dumanı, metakaolin sayılabilir.

2.2.7.1. Uçucu kül

Uçucu kül, kömürle çalışan termik santrallerine ait baca külü olarak bilinen ve filtrelerde tutularak elde edilen ikincil bir yan üründür (Boddu, 2016). Bu toz malzeme betonda çimento ile kullanıldığında puzolonik özellik göstermektedir. Ayrıca betonda çimento yerine %30'a kadar kullanılabilir ve kısa süreli dayanım artışına katkısı yavaşta olsa, nihai dayanımı ve kimyasallara karşı direnci fazla olan betonlar yapılabilmesine olanak sağlar. KYB'lerde kullanılması durumunda küresel tanecikli yapısı sayesinde su ihtiyacını sınırlandırır ve işlenebilirliği artırır (Shadle ve Somerville, 2002; Koehler ve Faurler, 2007). Uçucu kül ile KYB üretilmesi durumunda aşağıdaki yararlar elde edilebilir (Sarıdemir, 2006; Mathew ve Paul, 2012).

- Viskozitede meydana gelen artışla ayrışmaya karşı direnci artırır.
- Betonun dış etkiler karşı dayanıklılığını arttırmada mikro agrega etkisi sayesinde gradasyonu düzenler ve optimum sıkışma sağlayarak beton porozitesi azalır ve hidrasyon ürünleri artırır.
- Erken dayanımı düşüklüğüne rağmen priz süresindeki gecikme, hidrasyon hızı ve ısıdaki düşmeyle su kayıpları ve rötre çatlaklarının azalmasını sağlar.
- Geleneksel betonla aynı dayanımı elde etmek için gerekli çimento miktarındaki azalma nedeniyle ve atığın betonda yeniden kullanılmasıyla ekonomik fayda sağlar (Duggal, 2008; Mathew ve Paul, 2012; Duggal, 2017).

2.2.7.2. Silis dumanı

Silis dumanı, silisyum metali veya ferro silikon alaşımlarının üretimi sırasında yüksek saflıkta kuvarsin kömür veya kok ve odun yongaları ile bir elektrikli ark ocağında indirgenmesi sonucu elde edilen bir yan üründür. Bu fırından çıkan gazların

yoğunlaşarak oluşan silis dumanı, yüksek oranda amorf yapıda silicon dioksit içeriğine sahiptir ve çok ince küresel parçacıklar halindedir(Gesoğlu ve Özbay, 2007; Alive Al-Tersawy, 2012). Silisyum veya ferro-betonla üretilen ikincil bir malzemedir ve genellikle kömürlü elektrikli fırınlarda silikon metalden üretilir. Silikon metali, silicon içeriğinin (SiO_2) %98 olması durumunda verilen bir isimdir. Ferrosilikon alaşımlarının % 61-98 arasında nominal silikon içeriği ile üretilmektedir (Sata, 2004; Alive Al-Tersawy, 2012) ve çoğu silis dumanının rengi açık renkten koyu griye kadar (Şekil 2.4) değişkenlik gösterir. Bunun nedeni SiO_2 renksiz olmasına karşılık, içerdiği diğer bileşenlerinin rengini almasından kaynaklanır (Gesoğlu ve Özbay, 2007).



Şekil 2.4. Silis dumanı

Genel olarak, çok saf olan ve kimyasal bir bileşime sahip olan silis dumanı ortalama çap ve karbon içeriği olarak yaklaşık 0.1 mikronluk bir sabit parçacık boyutuna sahiptir. Özgül yüzey alanı ise yaklaşık $20000 \text{ m}^2/\text{kg}$ iken normal portland çimentosundan yaklaşık 40 ila 80 kat daha fazladır (Delage ve Aitcin, 1983).

2.2.7.3. Yüksek fırın cürufu

Öğütülmüş granüllü yüksek fırın cürufu demir endüstrisinde kullanılan yüksek fırınların bir yan ürünüdür ve inşaat endüstrisindeki birçok teknik fayda ve başarısı için dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. (Uysal ve Sumer, 2011; Boukendakdjia vd., 2012; Dinakar vd., 2013).

Katkı maddesi GGBS'yi betona yükseltmenin avantajlarından biri, klorür ve sülfür saldırısına karşı çimento korumasına sahip olması ve uzun süre

muhafazaedilebilmesidir. GGBS eşit bir çimento bloğu yerine geçtiğinde, hamurun boyutu daha büyük olacak ve ayırma direncini önemli ölçüde arttıracaktır. Akış kapasitesi% 10'dan daha az olduğu için (Russel vd., 1997) GGBS'den yapılan beton, çimentodan daha az su talebi ile kimyasal reaksiyonda yüzey, doku ve gecikme ile daha fazla temas halindedir (Lewis vd., 2003; Duggal, 2017).

2.2.7.4. Metakaolin

Metakaolin (MK) KYB üretiminde hammadde olarak kullanılan bir kaolin kildir. Diğer bir ifadeyle porselen üretiminde de kullanılan ince, beyaz renkli bir kil (Şekil 2.5) mineralidir. Kaolin terim olarak Çin'deki bir kayacın adıyla ilişkilendirilen ve gevşek bir yapıya sahip Çin Kaoling'inden türediği düşünülen bir puzolonik malzemedir. Kaolinit olarak isimlendirilmiş kaolin kellerinin en yaygın olanı birleşik halinde bulunan hidrate alüminyum disilikat olarak isimlendirilen $Al_2Si_2O_5$ formundadır (Gesoglu ve Özbay, 2007). Bu kaolinit kilinin 740 - 840 °C arasında kalsinasyonundan elde edilir. Kristalin kil, bu sıcaklıktaki yapısını bağlı su kaybıyla kaybeder. Bu nedenle 1000 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda, kilin yeniden kristalleşmesi gerçekleşir ve bu aralıkta yanma kesinlikle yapılmalıdır (Bell vd, 2009; Duggal, 2017).



Şekil 2.5. Metakaolin

Genel bir metakaolin formülü AS_2 olarak yazılabilir. Bu alüminosilikat bileşiği, C-S-H formunda çimento hidratlama sırasında üretilen CH ile reaksiyona girer, bu C / S değeri 0.83 (kristalin C-S-H formları için) ile 1.5 arasında değişir. C-S-H içeriği ve oluşum hızı, kaolin öncüsünün mineralojik özelliklerine bağlıdır. Metakaolin, betonda mineral katkı olarak silika dumanına benzer bir performansa sahiptir. MK bir yan ürün olmadığından, işlenmesi pahalı bir meseledir. Bu nedenle MK'nin

pazarlanabilirliği, kanıtlanmış bir yan ürün olan silika dumanı kadar iyi değildir (Bell vd., 2009).

2.2.8. Kendiliğinden Yerleşen Taze Beton Üzerine Yapılan Deneyler

Geleneksel beton üretimlerinde kalite kontrolü çökme değeri ve beton nihai (28. Gün dayanımı) dayanımı özelliklerinin belirlenerek sınıflandırılmasına dayanır (Sarıdemir, 2006). Ancak KYB'larda taze beton özelliklerinin belirlenmesinde yayılma çapı, akma süresi ve geçme oranı yada yükseklik farkının ölçülmesi gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu deneyler (Dinç, 2014; Boddu, 2016) ve ölçülen özellikler ile KYB'larda olması gereken ve EFNARC (2005) komitesi tarafından tavsiye edilen değerler Tablo 2.3 de verilmiştir.

Tablo 2.3. KYB'lerin özelliklerini belirlemede yöntemler ve sınır değerleri

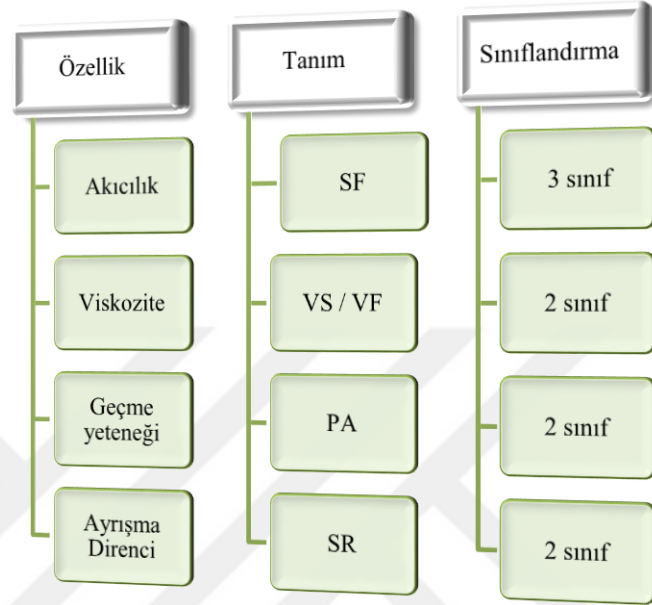
Özellik	Ölçülen değer	Test metodu	İstenilen sonuç
Akıcılık / Doldurma yeteneği	Yayılmaya çapı	Çökme-akma	650-800 mm
Viskozite / Akıcılık	Akma zamanı	T 500 / V hunisi	2-5 sn / 6-12 sn
Geçme yeteneği	Geçme oranı / Yükseklik	L kutusu / U kutusu	$0,8-1,0(h_2/h_1)$ $0-30(h_2-h_1)$

KYB'ların taze halde iken doldurma yeteneği ve stabilitesi (kararlılığı) akıcılık / doldurma yeteneği, viskozite / akıcılık özelliği, geçme yeteneği ve ayrışmaya karşı direnç olmak üzere dört temel özelliklerle tanımlanır ve bu tanımlara göre sınıflandırılır (Tablo 2.4).

Malzemenin akışı ve deformasyon bilimi olarak tanımlanan reoloji (Tattersall ve Banfill, 1983). KYB üretiminde mekaniksel özelliklerin belirlenmesi, akış ve stabilite

yeteneği, viskozite gibi özelliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Domone, 2007).

Tablo 2.4. KYB'lerin sınıflandırılma sistemleri



Taze beton reolojisinin belirlenmesi kayma gerilmeleri ve plastik viskozite değerlerinin belirlenerek, KYB'de uygunluğunun tespit edilmesi ile mümkündür. Ancak bu reolojik parametreler (plastik viskozite ve kayma gerilmesi) arasında ilişki bulunmamakta ve gerçek değerleri tam olarak belirlenememektedir. Bu durumda dahi KYB'lar hakkında fikir vermede reolojik parameter ile deneyler arasında yakın ilişki kurulabilir ve bu sayede taze haldeki KYB'lar hakkında bir yorum yapılabilir. Kendiliğinden yerleşebilirlik ile reolojik parametreler arasında ilişki kurmada kullanılacak deney yöntemleri kısaca aşağıdaki gibidir (Saridemir, 2006):

1. Çökme sonrası yayılma deneyi ve süresi tayini
2. V hunisi ile akış süresi tayini
3. L kutusu deneyi
4. U kutusu deneyi
5. Simule edilmiş dödurma yeteneği
6. Penetrasyon çubuğu testi
7. J halkası deneyi

8. Orimet deneyi vb.

Bu deneyler üzerine bazı Amerikan standartları bulunmasına rağmen, tam manasıyla tüm deneyler üzerinde standartlaşma mevcut değildir ve geliştirme ve araştırma çalışmalarında sürmektedir. Bu deney yöntemleri ile ilgili hangi deneyden hangi bulguların elde edileceği kısaca Tablo 2.5'te verilmiştir (Sarıdemir, 2006).

Tablo 2.5. KYB deney yöntemlerinde ölçülen parametreler

Deney	Ölçülen parameter	Ölçü birimi	Dış etki
Çökme yayılma deneyi	Eşik kayma gerilmesi	Yayılma çapı (mm)	Taze beton kendi ağırlığı
T50 yayılma süresi	Plastik viskozite	50 cm çapa yayılma süresi (sn)	Taze beton kendi ağırlığı
V hunisi ve Orimet deney aparatı	Plastik viskozite	Eşik kayma gerilmesi aşılması sonrası belirli bşir hacimden boşalma süresi	Taze beton kendi ağırlığı
Penetrasyon çubuğu	Eşik kayma gerilmesi	Çubuk batma derinliği (mm)	Baticı çubuk ağırlığı
L kutusu	Plastik viskozite	Eşik kayma gerilmesi aşıldıktan sonraki kalıba yerleşme süresi (sn)	Vibrasyon

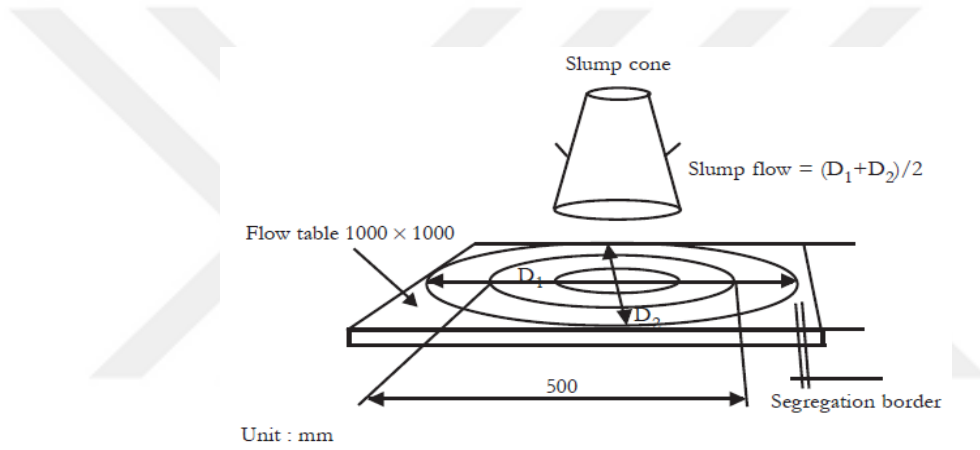
2.2.8.1.Çökme yayılma testi

Çökme yayılma testi KYB için en basit ve en yaygın olarak kullanılan test yöntemidir. Japonya'da geliştirilen test, başlangıçta su altı betonunu ve aynı zamanda yüksek akışkanlı betonları ölçmek için kullanılmıştır (Sorkhabi ve Naseri, 2013; Boddu, 2016). Üretilen KYB karışımlarının taze haldeki akıcılıkları ve yayılma çaplarının belirlenmesinde kullanılanve engelsiz ortamda kendi ağırlığı altında serbest olarak deforme olabilme yeteneğinin ölçüldüğü bir testir (Işık ve Sponza, 2005). Testi yapmak için, geleneksel bir çökme konisi sert, emici olmayan min 80x80 cm boyutlarında bir plaka üzerine yerleştirilir ve sıkıştırılmadan betonla doldurulur. Plaka sağlam, düz bir yüzeye yerleştirilmelidir (Şekil 2.6). Çökme konisi kaldırılır ve betonun yatay yayılımı ölçülür. Akış yeteneği ölçüsü için, betonun 50 cm çapa yayılması için gereken süre ölçülür (Şekil 2.7). Bu T50 değeri KYB

betonlarında genellikle 2-7 saniye arasında olması istenir (Okamura ve Ouchi, 2003; Grdic vd., 2010; Upadhyay, 2011; Sorkhabive Naseri, 2013; Boddu, 2016; Baylavlı, 2008).



Şekil 2.6.Çökme yayılma testi yapılışı

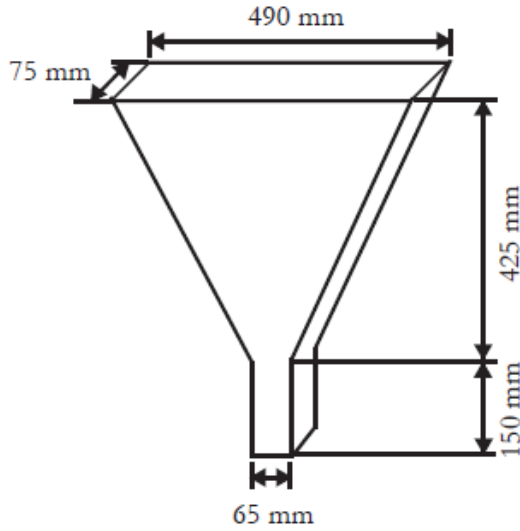


Şekil 2.7. Çökme yayılma testidetaayı (Liu, 2011).

2.2.8.2.V-hunusi testi

V-huni testi, KYB doldurma kabiliyetini ölçmek ve ayrışma kararlılığını değerlendirmek için kullanılan bir cihazdır. Test yöntemi, çimento macunu için kullanılan akış konisi testi yöntemine benzer olup, Şekil2.8 'de gösterilen test aparatı, 65 mm'lik bir alt genişlik ve 75 mm'lik bir kalınlıktaki 425 mm yüksekliğe, 490 mm üst genişliğe sahip V şekilli bir huniden oluşur. V şeklinin alt kısmında dikdörtgen kesit 150 mm aşağı doğru uzanır. Alternatif olarak dairesel kesitli O şeklinde bir huni kullanılabilir. Tüm huniler sıkıştırma veya titreşim olmaksızın 12 lt betonla doldurulur. Huninin altındaki kapı açılır ve betonun huniden dışarı akmasına ve bir kovaya girmesine izin verilir. Betonun huniden çıkması için gereken akış süresi, doldurma kabiliyeti ölçüsü olarak kaydedilir. Kendiliğinden yerleşen beton için akış süresi 10 saniyeden az olmalıdır. Ayrışma direncini ölçmek için V-hunisibetonla

doldurulur ve 5 dakika bekletilir. Kapı tekrar açılır ve akış süresi kaydedilir. KYB’larda ölçülen akış süresindeki artış, beş dakika dinlenmeye bırakılan betonun tekrar ayrılmaya olan duyarlılığı olarak ölçümler yapılır. Ayrıca, huniden gelen muntazam beton akışı, ayrışma stabilitesinin eksikliğini de göstermektedir (Okamura ve Ouchi, 2003; Liu, 2011; Upadhyay, 2011; Mohseni vd., 2017).

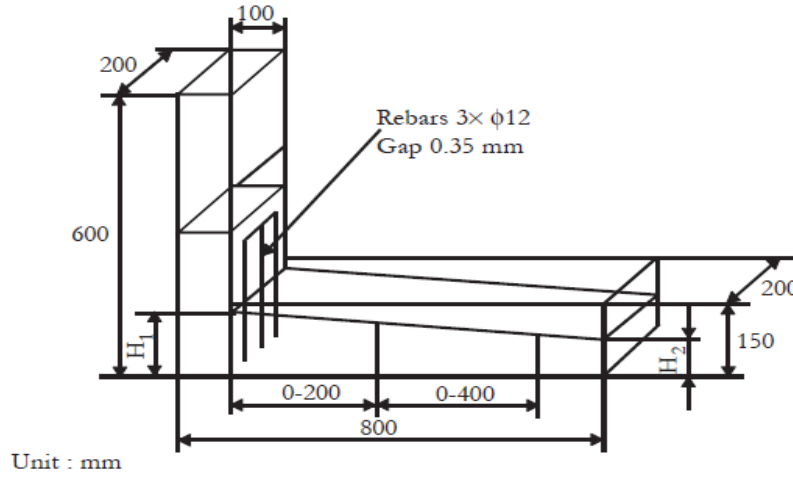


Şekil 2.8. V-Hunisi testi (Upadhyay vd., 2011).

2.2.8.3.L kutusu

L kutusu, kuzey Amerika Laboratuvarlarının çoğunda kullanılan L biçimli bir kabın (Şekil 2.9) şeklinden ismini alan ve KYB’larda engel geçiş yeteneği, doldurma yeteneği ve ayrışma direnci gibi özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu kap hareketli bir kapının ayırdığı dikey ve yatay iki bölümden oluşur (De Schutter, 2005; Upadhyay vd., 2011). Dikey bölüm 13 lt taze beton karışımı ile doldurulur ve ayrışmanın olup/olmadığı belirleyebilmek için karışım 1 dakika bekletilir ve sonra çapı 35 mm olan üç adet donatı donatı çubukları arasından geçerek yatay bölüme akmasını sağlamak için kapı kaldırılır (Işık ve Sponza,2005). Takviye çubuklarının çapı ve aralıkları, gerçek yapıdaki takviye konfigürasyonuna göre değişebilir. Akış sırasında 200 mm’lik mesafe ile 400 mm’lik mesafeye ulaşması için geçen süreler ölçülür. Bloklanma oranı olarak adlandırılan bu oran T20 ve T40 zamanlarının ölçülmesiyle bir fikir verir. Ayrıca geçme kabiliyetini değerlendirmek için, yatay bölümün sonundaki beton yüksekliği ile düşey kısımdaki kalan betonun

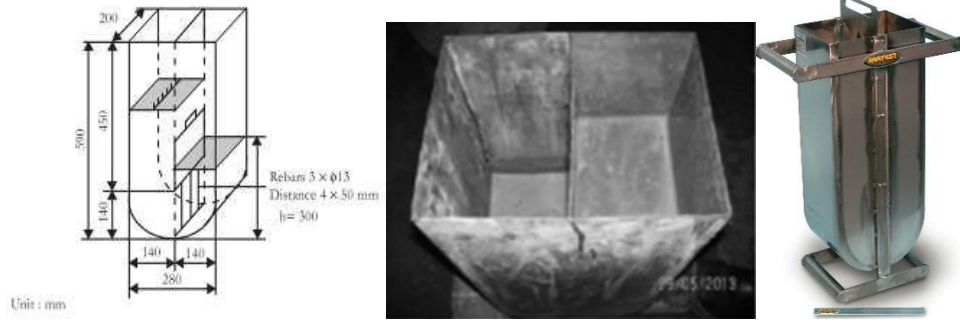
yüksekliği arasındaki oran ölçülür (H_2 / H_1). Tipik olarak H_2 / H_1 , 0.9'dan büyük olması gerekir. Geçme kabiliyeti, inşaat demiri etrafındaki alanın eşit agrega dağılımı ile görsel olarak incelenmesiyle iyi geçirme kabiliyetini gösteren bir değerdir (De Schutter, 2005; Grdic vd., 2010; Upadhyay vd., 2011).



Şekil 2.9. L-kutusutesti (Upadhyay vd., 2011).

2.2.8.4.Çift kutu (U-kutusu) testi

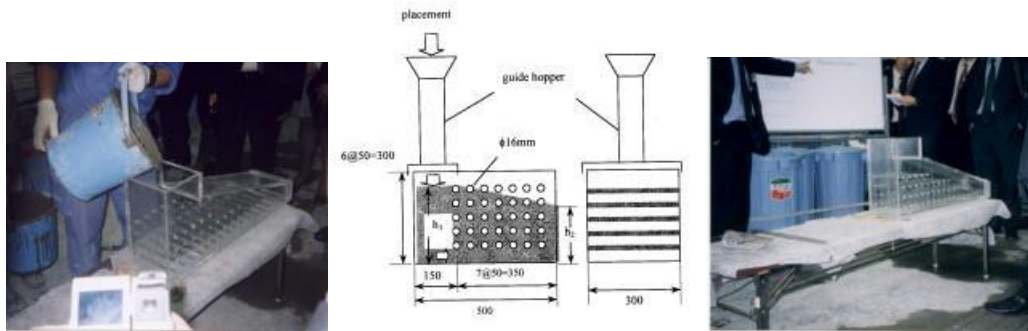
U-kutu testi, Japon Taisei şirketince geliştirilen ve maksimum 25 mm agrega boyutuna sahip doldurma ve akış yeteneğini ölçmede kullanılan bir yöntemdir ve iki bölmeye ayrılan U şekilli bir konteynerden oluşur (Işık ve Sponza, 2005). Bölme bölümünün altına, betonun akması gereken ilki en kısıtlayıcı ve üçüncü sırada en az kısıtlayıcı olan üç engelden biri yerleştirilir. Engeller bir, iki veya üç sraya göre sınıflandırılmıştır. Konteynerin bir tarafı beton ile maksimum 300 mm doldurulur ve beton engellerin içinden akmasına izin veren hareketlikapı hemen kaldırılır (Şekil 2.10). Deney sırasında hem başlangıçta boş olan taraftaki betonun yükselen yüksekliğinin ölçülmesi hemde doldurma işlemi için geçen süre ölçülür ve bu sürenin 5 dakikayı geçmemesi istenir. Bu deneyde iki yükseklik arasındaki fark belirlenerek gereken değerler elde edilir (Okamura ve Ouchi, 2003; Baylavlı, 2008).



Şekil 2.10. U-kutusu Testi

2.2.8.5. Simüle edilmiş doldurma yeteneği testi

Beton akışını ve dikey olarak kabiliyetini herhangi bir harici basınç müdahalesine gerek olmadan kalıpların tüm alanlarını doldurup taze beton özelliklerinin belirlenmesini amaçlayan deney testidir. Bu test ilk olarak Japonya'da Ozawa vd. tarafından kalıpların doldurulması simülasyonu olarak dolum şekli ve dolum kapasitesini belirlemede kullanılan simüle edilmiş dolum testidir (Şekil 2.11). Bu test kendi ağırlığı altında özel hazırlanmış gözlemlenebilen test kalıbına 37,5 lt taze beton karışımının dökülerek dolum hareketinin ve dolum kabiliyetinin gözlemlenmesine dayanır. Deneyde maksimum tane boyutu 25 mm olan karışımla hazırlanmış KYB kullanılmalıdır (Bartos vd., 2002).



Şekil 2.11. Simüle edilmiş doldurma yeteneği testi

Simüle edilmiş doldurma yeteneği testinde ölçülen 3 tekrarlı h_1 ve h_2 değerlerinin ortalaması alınarak doldurma yüksekliği ve bu ölçülen değerlere göre doldurma oranı aşağıdaki eşitlikle belirlenir (Bartos vd., 2002).

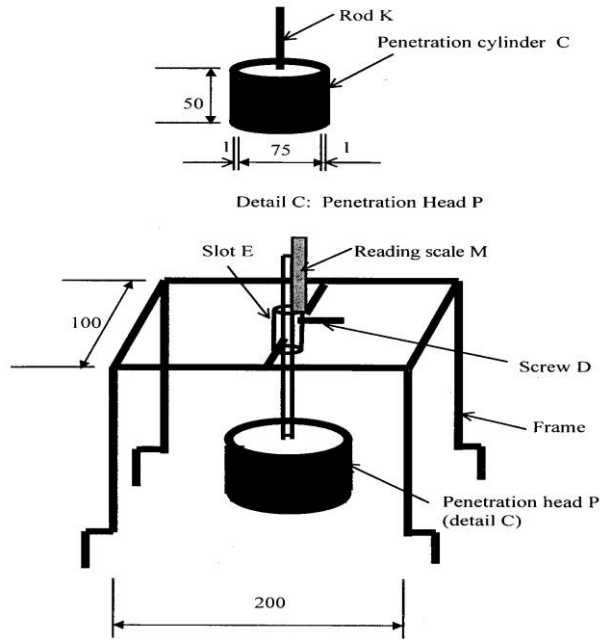
$$F = \frac{(h_1 + h_2)x \frac{350}{2}}{(h_1 x 350)} x 100 = \frac{h_1 + h_2}{2h_1} x 100$$

2.2.8.6. Penetrasyon testi

Van ve ark. tarafından 1998 yılında segregasyonu belirlemek amacıyla geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntem hızlı bir şekilde segregasyon direncini belirlemek amacıyla kullanılmakta olup KYB segregasyonu ve yayılmayı ölçmektedir (Bui vd., 2002). Penetrasyon cihazının yapısı Şekil 2.12 de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen ve bu ölçüm aparatı ana unsurları olarak 600 mm yükseklikte ve 200x200 mm ebatlarındaki bir çerçeve (F), yarık (E), okuma ölçeği (M), vida (D) ve penetrasyon başlığında (P) oluşmaktadır. Ayrıca delme kafası olan başlık (P) bir alüminyum veya plastik silindir (C) ve çubuk (K) monte edilir. Çubuk (K) yarık içerisinde (E) serbestçe hareket edebilmelidir. Silindir iç çapı 75 mm, yüksekliği 50 mm ve 1 mm de kalınlığa sahip 28 ila 54 gr arasında bir ağırlığa sahip deney aracıdır. Bu deney için hazırlanan KYB karışımı 7,5 lt hacminde olmalı ve deney başlangıcından önce kalıplar temizlenmeli, gerekirse nemli bir yüzey olması için ıslak bezle temizlenmelidir. Ayrıca eğimden kaynaklı akışında önlenmesi amacıyla kalıp düz bir zeminde olmalıdır. Deney süreci hazırlanan karışımın ne bir şişleme nede vibrasyon kullanmadan kalıba yerleştirilir. Bu işlemi sarsmadan üst yüzeyinin düzeltilmesi ve ayrışmayı önleyici dış etkenler (küf hareketi gibi) tespit edilmesi takip eder. Bu süreçte kalıbın üst yüzeyinde iri agregalar varsa eğer alınmalıdır. Daha sonra batma aparatı kalıbın üst kısmına yerleştirilir ve penetrasyon silindiri betonun üst yüzeyine değecek şekilde yaklaştırılır. Beton üst yüzeyinin düzeltilmesini takip eden ikinci dakika sona erdiğinde silindirin betona rahatça batabilmesi için serbest bırakılır. Bu batma sürecinde 45. saniyede batma derinliği ölçülerek, merkezdeki batma derinliği ve kalbi genişlik değerleri belirlenmiş olur. Üç tekrar yılarak elde edilen 54 gr ağırlığındaki silindirin batma derinliği ortalamaları alınır ve bu derinliğin 8 mm ye kadar değeri iyi segregasyon direnci olarak, 8 mm den büyük ölçülen değerleri için zayıf segregasyon direncine sahip KYB karışımı olarak yorumlanır. Ancak bu deneyle ilgili henüz bir standardizasyon mevcut değildir (Bartos vd., 2002; De Schutter, 2005).

2.2.8.7.J halkası testi

J halkası testi, KYB karışımlarında donatılar arasından geçebilmeyi ve engelleme davranışını belirlemede kullanılan Japonya Paisley Üniversitesinde geliştirilen bir deney yöntemidir. Bu deneyin yapılışında yayılma tablası ile gerçekte karşılaşılabilecek donatı sıklığına göre değişen donatılardan oluşmuş (Şekil 2.12) halkalı Abram's konisinden oluşan bir deney düzeneğidir. Gerçekteki donatı sıklığını temsil edecek olan halkanın çapı, 30 cm ve 10 donatı yüksekliğine sahiptir. KYB karışımı koni içerisine doldurduktan sonra hızlı bir şekilde kaldırılmasıyla karışımın tabla üzerinde akması sağlanır. Donatılar sayesinde akışın engelleneceği bir ortam sonucu, akışını tamamlayan KYB karışımının iki eksenli çapı ölçülerek ortalama değerleri ile yayılması ölçülür. Ayrıca, halka içerisinde kalan ve donatılardan dolayı akamayan karışım yüksekliği ve halka dışında akış gerçekleştiren karışım yükseklikleri 4 farklı noktadan ölçülerek geçiş yeteneği de belirlenir (De Schutter, 2005; Işık ve Sponza, 2005; Mohamed, 2010; Fadace, 2015).



Şekil 2.12. Penetrasyon cihazı (Bartos vd., 2002; Bui vd., 2002).

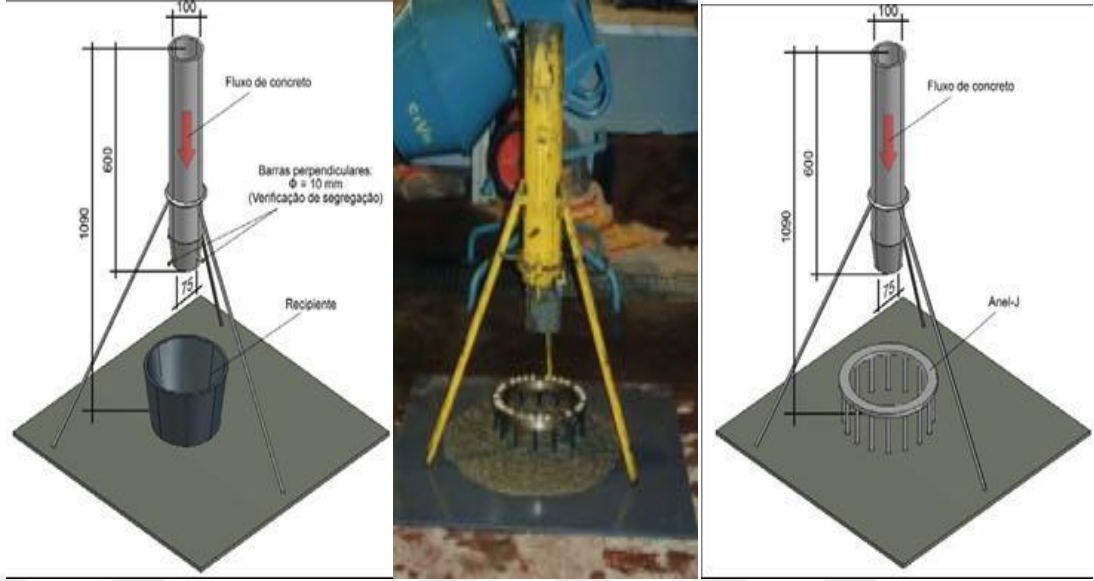


Şekil 2.13. J-halkası testi (Sugárve Takacs, 2013).

2.2.8.8.Orimet testi

Bartos tarafından 1978 yılında geliştirilen Orimet testi, özellikle şantiyelerde çok yüksek oranda işlenebilen ve akışkan taze beton karışımlarının hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için geliştirilen bir yöntemdir. Bu test, işlenebilirlik ve doldurma kabiliyeti (akışkanlık) özelliklerini belirlemede kullanılır. Ayrıca, yüksek akışkanlığa sahip karışıma ihtiyaç duyulan şantiyelerde karışımın uygunluğunun kolayca kontrol edilebilmesine imkân sağlamaktadır. Orimet testi, çok yüksek işlenebilirliğe sahip taze beton karışımlarına uygulanabilir. Tercihen çökme testinin sonucunun 150 mm'den büyük veya daha fazla olan KYB ve süperakışkanlaştırıcı katkılı beton karışımları için uygundur.

Orimet testi, alt ucunda değiştirilebilir bir orifis (ağız) ile donatılmış dikey bir döküm borudan oluşur. Alt ağız kapatmak için hızlı açılan bir kapak bulunur. Orimet testitemelinde, 20 mm'yi aşmayan agrega büyüklüğündeki beton karışımlarının değerlendirilmesi için uygundur. Karışımın bileşimine ve gerekli işlenebilirliğine bağlı olarak cihaz ağız genellikle 70 mm ile 90 mm çap arasında değişir. Döküm borusu, ağız ve kapak kapısı mekanizması, taşımayı kolaylaştırmak için geri katlanan entegre bir tripodla desteklenir (Şekil 2.14). Orimet testi için en az 7,5 lt KYB karışımı gereklidir. Bu karışımın ağızdan dökülme süresi ölçülerek boşalma zamanı belirlenir. Bu deneme en az üç defa tekrarlanarak ortalama sonucu alınır. İdeal olarak 5-10 sn içerisinde boşalması istenilmektedir (Bartos vd., 2002; De Schutter, 2005; Mohamed, 2010).



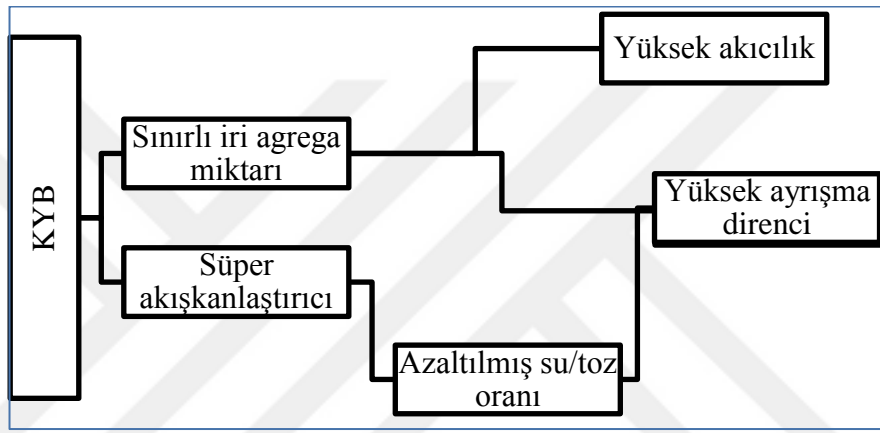
Şekil 2.14. J halkalı ve halkasız orimet testi (Bartos, 2002; Barros 2009).

2.2.9. Örnek KYB Karışımı

EFNARC komitesinin 2002’de yayınladığı “Specification and Guidelines For SCC” raporunda; “65-80 cm yayılma olacak, işlenebilirliğini en az bir saat koruyacak ve bu süreçlerde betonun ayrışma ve terlemesi olmayacak bir karışımın hazırlanabilmesi için süperakışkanlaştırıcı kullanılmasının yanında ayrışma olmaması ve uzun süreli üzerinde çalışılmaya izin verebilecek bir karışım olması” önerilmektedir. Bu nedenle, karışımın %50’si harç fazını %50’sinide kaba agrega fazını oluşturması istenmektedir. Raporda, harç fazını oluşturacak malzemenin %30’u çimento, %30’u su ve %40’ı da ince agregadan oluşturulmasının uygun olacağı ifade edilmektedir. Ayrıca, düşük oranda tutulması istenilen su/bağlayıcı oranı için de polikarboksilik eter esaslı hiperakışkanlaştırıcının kullanılabilceği söylenmiştir. Bu şartları sağlayan karışımın malzeme miktarları Tablo 2.6’da ve KYB için bileşim özellikleri ise Şekil 2.15 de örnek olarak verilmiştir (Aykan ve ark., 2004).

Tablo2.6. Tasarıma göre öneri malzeme miktarları (Sarıdemir, 2006; Baylavlı, 2008).

Malzemenin adı	Miktarı
İnce malzeme (<0.125 mm)	400 / 600 kg/m ³
Kum (0.125/4 mm)	Harç hacminin %40'ı
Kaba agrega (D _{max} =15 mm)	Gerçek birim ağırlığın %50'si
UK miktarı	Çimento+UK hacminin %40'ı
So/toz oranı	0.9-1.0 (hacimsel olarak)



Şekil 2.15. KYB bileşim özellikleri (Baylavlı, 2008).

Şekil 2.15 de verilen bileşim özelliklerini sağlayacak bir KYB karışımında, sınırlı veya azalan iri agrega hacmiyle doğru orantılı olarak artan çimento fazı, düşük su/bağlayıcı oranı ile süper akışkanlaştırıcı ile ideal bir karışım sağlanması amaçlanmaktadır. Burada yeni nesil süper akışkanlaştırıcı katkıların kullanımında KYB üretiminde avantaj sağlamaktadır. Karışımlarda kullanılacak bu katkıların oranını ayarlama da toz (filler) oranı dikkate alınmalı ve düşük su/toz oranı seçimine dikkat edilmelidir (EFNARC, 2005). Ayrıca mineral katkı olarak kullanılacak malzemelerin 0.125 mm'den küçük olan inert yapıdaki öğütülmüş granit tozu, kireçtaşı tozu, puzolonik özelliğe sahip yüksek fırın cürufu, silis dumanı ve uçucu kül gibi malzemeler geleneksel betona kıyasla daha fazla kullanılır.

Bağlayıcı olarak kullanılan çimento, geleneksel betonda kullanılan çimento ile aynıdır. Ancak, PÇ 42,5 ve üzerindeki özelliklere sahip çimento tipinin kullanılması önerilmektedir. İdeal kullanım oranı betondan beklenen özelliklere göre değişmekle

birlikte 350/450 kg/m³ arası olup, bu orandan fazla kullanılması durumunda rötre çatlaklarının artması kaçınılmaz olmaktadır (Sarıdemir, 2006).

Yukarıda tasarıma giren malzeme oranları ve miktarları genel olarak verilse de bazı araştırmacılar tarafınan önerilen karışım oranlarında farklılıkların da olduğu görülmüştür. Bu kapsamda yapılan araştırmalara ait hacimsel karışım oranları Tablo 2.7’de verilmiştir (Bastopçu, 2006).

Tablo 2.7. KYB için önerilen karışım değerleri

Araştırmacılar	$\frac{V_{iriagr}}{V_{agr}}$	$\frac{V_{inceagr}}{V_{agre}}$	$\frac{V_{bağlayıcı}}{V_{toplam}}$	$\frac{V_{bağlayıcı} + V_{ince}}{V_{agr}}$
Ambrosse	0.44	0.56	0.18	0.78
Yurgui	0.54	0.46	0.24	0.78
Okamura	0.64	0.36	0.22	0.64

2.2.10. KYB uygulamaları

Günümüzde KYB, titreşimli beton ile karşılaştırıldığında sınırlı kullanıma sahip yeni bir teknolojidir. Ancak, KYB ile birçok muhteşem yapı inşa edilmiş olup her geçen gün yeni yapılar da yapılmaktadır. KYB ile yapılan yapıya örnek olarak Dubai’de bulunan Burj Khalifa (Şekil 2.16) sayılabilir. 828 metre (2,716.5 ft) yüksekliğinde ve 166 kattan oluşan bu yapı, 2010 yılında dünyanın en uzun ve serbest duran binası olarak kayıtlara geçmiştir. Bu binada, yüksekliğin yarattığı sıkıştırılmış donatı ve yerleştirme kolaylığı sorununu aşmak için KYB, büyük bir rol oynamıştır.



Şekil 2.16. Burj Khalifa (Dubai)

Burj, Dubai altyapısının inşa edildiği yeraltı suyu, özellikle%4,5'e varan klorür konsantrasyonları ve %0,6' ya varan oranlarda sülfat içerdiği tespit edilmiş bir zemine inşa edilmiştir. Yeraltı sularında bulunan klorür ve sülfat konsantrasyonları deniz suyundaki konsantrasyonlardan daha yüksektir. Buna göre, kazık ve sal temelinin tasarlanmasında birincil düşünce dayanıklılıkta olmuş ve her biri 3000 ton olan 1,5 m çapında ve 43 m uzunluğunda olan kazıklar temele yerleştirilmiştir. Bu kazıkların beton karışımında dahi%25 uçucu kül, %7 silis dumanı ve 0.32 gibi düşük bir su/çimento oranı ile 60 MPa'lık bir karışım oluşturularak yapılmıştır. İnşaat sırasında kusur olasılığını sınırlamak için 675 mm +/- 75 mm'lik bir çökme akışı için viskozite değiştirici katkı maddesi ile KYB yapılmıştır (Abdelrazaq, 2010).

Bir diğer uygulama ise; günümüzde İsviçre Stockholm 'ün sembolü olarak nitelendirilen ve 2001 yılında tamamlanan Arlanda Havaalanı Kontrol Kulesi'dir (Şekil 2.17). Toplam yüksekliği 83 m olan vefarklı boyutlara sahip iki şaft kolondan oluşmaktadır. Üstte eksantrik olarak yerleştirilmiş dairesel zemin yapısı vardır. Cephe duvarları, bir koninin parçalarıdır. İnşaat aşamasında iç iskelet, dış iskeleler ve kalıplar ise tırmanıcı bir vinçle ve 4 günlük bir tırmanma çevriminde h =

3.27m'lik standart bir yapım yüksekliğine ulaşılan betonlama hızını elde etmek ve titreşimsiz yüksek kaliteli beton yerleştirmek için KYB dökümler yapılmıştır (Abdelrazaq, 2011).



Şekil 2.17. Arlanda airport control tower, Stockholm, Sweden

Başka bir büyük diğer proje ise; Stokholm'de 1998 yılında başlayarak 2004 yılında bitirilen ve doğuyu batıya bağlayan yaklaşık 10 km uzunluğundaki Sodra Lancken tünelleridir (Şekil 2.18). Bu tüneller Arsta, Johanneshov ve Hammarbyhöj' den geçen ve Sicka Kanalı üzerinden bir köprü ve daha sonra Varmdölenden'e uzanan bir yol ağını oluşturur. Bu yol ağındaki enine yapılan tünellerde, köprülerde, beton kaplama ve sanat yapılarında kullanılan beton yine KYB olmuştur.



Şekil 2.18.Sodra Lancken tüneli

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez bir tematik içerik çalışmasıdır. Tematik içerik analizi çalışmaları belli bir alanda yapılmış araştırmaları nitel bir anlayışla ele alıp, benzerlik ve farklılıkların karşılaştırmalı olarak ortaya konmasını içermektedir. Meta-analiz ve betimsel içerik analizleriyle kıyaslandığında, bu çalışmalarda genellikle incelemeye alınan araştırma sayısı sınırlı olmaktadır (Çalık ve Sözbilir, 2014; Memiş, 2017). Bu tez kapsamında araştırmacı tarafından uluslararası literatürde yer alan ve kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) konusu ile ilgili gerçekleştirilen makalelerin nitel yöntemlerle analiz edilmesi ve dünya literatüründe belirtilen konu kapsamında nasıl bir eğilim olduğunun tespit edilmesi amaçlandığından meta sentez çalışması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca normal ağırlıktaki kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) alt konusunun yer aldığı makaleler belirlenerek, bu makalelerde yer alan karışımlar ve bu karışımları oluşturan malzemeler ile dayanım ve akıcılık parametreleri bakımından incelemeler gerçekleştirilmiş ve kullanılan eğilimler belirlenmiştir.

3.1. Verilerin Toplanması ve Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

Son yıllarda giderek önemini arttıran ve uygulamada normal betonlara göre daha avantajlı olduğu görülen Kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) konusu çalışma kapsamında belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında belirli anahtar kelimeler tarama için kullanılmıştır. Bu anahtar kelimeler: “Kendiliğinden Yerleşen Beton”, “KYB”, “Self-compacting Concrete” ve “SCC”dir. Çalışmaya dahil edilecek makaleler Kastamonu Üniversitesi internet ağından ulaşılabilen Science Direct veritabanından elde edilmiştir. Tarama sonucunda 1520 makaleye (01.03.2018 tarihi itibari ile) ulaşılmıştır. Bu çalışma kapsamına 386 erişim izni bulunan makale (Bkz. Ek1 ve Ek2) dahil edilmiştir. Erişim izni olmayan 1134 makale çalışma kapsamına alınmamıştır. Ayrıca çalışmalarda istiksek analiz karışımları ve dayanım ile akıcılık özellikleri verilen 104 makaleden (EK2)159 karışım üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen her bir makale detaylı bir şekilde okunmuş ve elde edilen veriler bilgisayar ortamında Microsoft Excel kullanılarak kaydedilmiştir. Makaleler araştırma problemlerine göre teker teker incelenmiştir.

Araştırma problemleri:

- Makalenin yayınlanma yılı
- Yazar sayısı
- Makalenin yayınlandığı ülke
- Makalenin basıldığı derginin adı
- Makale başlığı
- Kullanılan agrega tipi
- Agrega tane boyutu
- Agrega birim hacim ağırlığı
- Kullanılan agrega miktarı (kg/m^3)
- Bağlayıcı (çimento) tipi
- Su / bağlayıcı oranı
- Kimyasal katkı maddesi adı ve türü
- Kimyasal katkı maddesi miktarı
- Kullanılan mineral katkı maddesi
- Kullanılan mineral katkı maddesi miktarı
- KYB için karışım oranları
- Kür zamanı
- Sadece en yüksek basınç dayanımlı karışım oranı ve dayanımı
- Sadece en düşük basınç dayanımlı karışımın oranı ve dayanımı
- Akıcılık deney sonuçları

3.2. Çalışmanın Geçerlilik ve Güvenilirliği

Değerlendirme sırasında herhangi bir hata olmaması için çalışmalar Science Direct veri tabanından indirildikten sonra 2 ay süre zarfında incelenmiştir. Sonrasında araştırma soruları temel alınarak excel tablosu oluşturulmuş ve kodlamalar gerçekleştirilmiştir. Kodlamaların güvenilir olması için farklı bir araştırmacı belirlenen 40 makale (yaklaşık %10) için analizleri tekrar yapmış ve her iki kodlama arasında %90 oranında tutarlı olduğu belirlenmiştir.

3.3. Verilerin Analizi

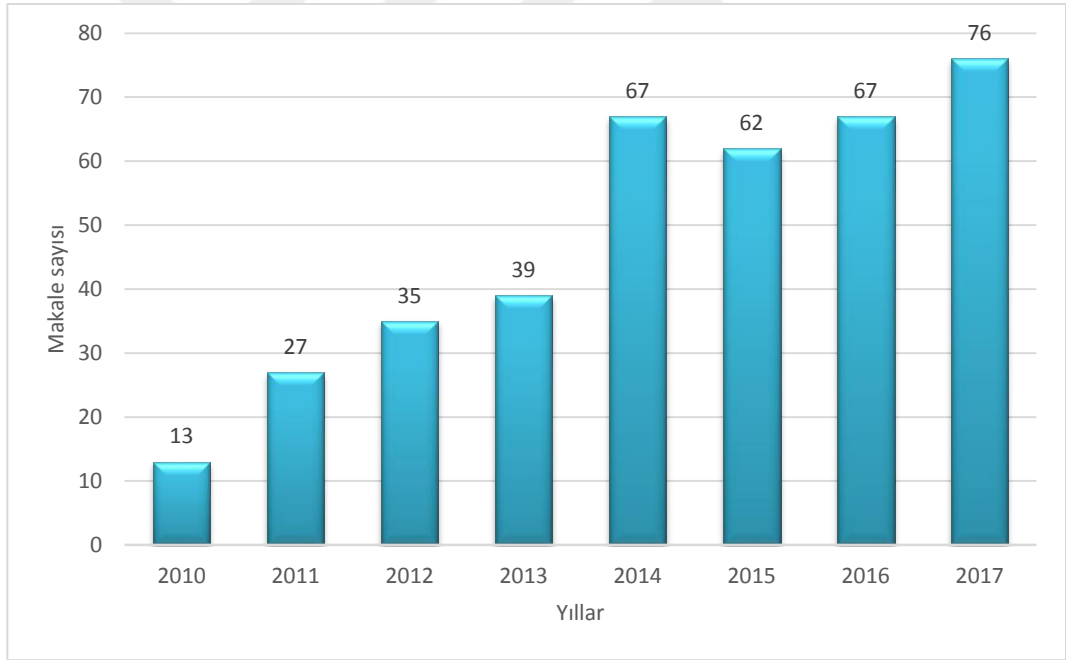
Bu araştırma kapsamında KYB üzerine yapılan makaleler, temaların amacına uygun olarak tablo yada grafikler halinde sunulmuştur. Verilerin bu şekilde sunulmasındaki amaç hem görsel olması hem de yürütülen çalışmalar hakkında ilk bakışta fikir sahibi olunabilme imkânıdır. Tablo ve grafiklerde istatistiki olarak yalnızca frekanslara yer verilmiştir. Her bir tablo ya da grafiğin altında genel bir açıklama yapıldıktan sonra KYB ile ilgili çalışmaları dikkatçeken kısımlar açıklanmıştır

4. TARTIŞMA VE BULGULAR

Araştırmaya konu olan makalelerin meta analiz ve istatistiksel analiz yöntemleri ile incelenmesi olarak tartışma bulgular bölümü iki ana maddede incelenmiştir.

4.1. Meta Analiz Sonuçları

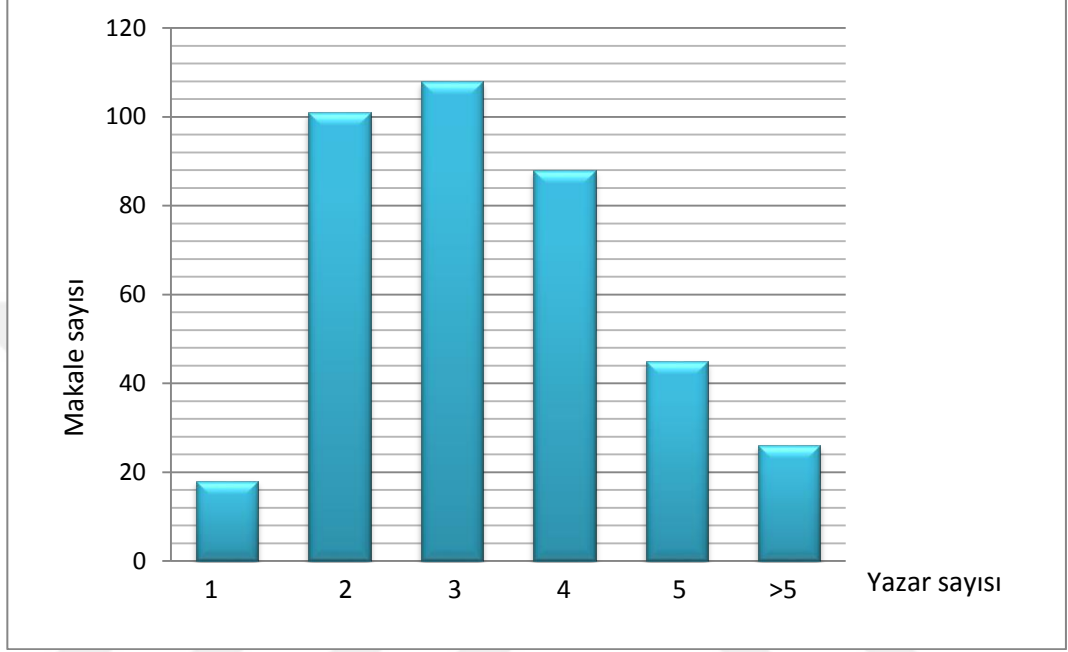
ScienceDirect veritabanı üzerinden araştırılan ve KYB üzerine yapılan 384 makale den elde edilen sonuçlar tek tek incelenmek suretiyle metot bölümünde verilen (Tablo 3.) sorulara cevap olarak tablo oluşturulmuş ve sayısal büyüklük olarak meta analize tabi tutulmuştur. Bu analizlerden biri olan ve 2010 yılından günümüze yapılan yayın sayıları Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Yıllara göre KYB üzerine yapılan yayın sayısı

Şekil 4.1 incelendiğinde KYB 'nin araştırma konusu yıllara göre yıldan yıla artış göstermiş olup, özellikle 2014 yılından itibaren yazarlar tarafından daha çok araştırma yapıldığı ve bu artışların 2014 öncesine göre yaklaşık iki kat artış olacak şekilde olduğu görülmüştür. Bu durum yıllar içerisinde ilerledikçe artan bir şekilde kullanılmakta olması ve son yıllarda yüksekliğinin diğer beton türleri arasındaki

önemini artırması olarak görmek mümkündür. Şekil 4.1'de, KYB 'nin 2010 yılında kullanılması ile 2017 yılında kullanılması açısından büyük bir fark olduğu ve yaklaşık 6 kat artışı görülmüştür. Ayrıca, bir diğer analiz ise Şekil 4.2'de verilen araştırma ekibi sayısını veren makale yazar sayısıdır.



Şekil 4.2. KYB üzerine yapılan çalışmalardaki yazar sayısı

Şekil 4.2 incelendiğinde yazar sayısının, tek yazarlı olması ile 5'ten fazla yazarlı olması durumlarındaki çalışma sayısının fazla olmadığı görülmüştür. Ancak, KYB üzerine yapılan çalışmalarda yazar sayısının diğer bir ifadeyle çalışma ekibi sayısının genelde 2-4 yazarlı olduğu görülmüştür. KYB üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen bir diğer veri ise sorumlu veya ilk yazarın çalıştığı ülke bazında kaç adet yayın yapıldığı ve çalışma konularının neler olduğu üzerine yapılan çalışmalardır ve elde edilen bulgular Tablo 4.1 ve Tablo 4.2' detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 4.1. Yıllara ve ülkeler göre KYB çalışma sayıları

Ülkeler	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
ABD	1	-	-	-	1	-	-	1	3
Almanya	-	-	-	-	1	3	1	-	5
Arjantin	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Avustralya	-	-	1	1	-	1	2	2	7
Belçika	-	-	-	2	4	1	1	1	9
Birleşik Arap Emirlikleri	-	-	1	-	-	-	3	1	5
Brazilya	1	-	-	1	-	2	-	1	5
Cezayir	-	-	2	-	2	1	1	3	9
Çek Cumhuriyeti	-	1	-	-	1	1	-	1	4
Çin	-	-	2	-	3	6	5	9	25
Danimarka	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Endonezya	-	1	-	2	-	3	-	2	8
Fransa	1	1	-	4	-	2	1	1	10
Hindistan	1	3	4	3	3	4	10	10	38
Hollanda	-	-	-	-	1	-	-	1	2
Irak	-	-	-	-	-	-	2	2	4
İngiltere	1	2	1	1	3	1	1	3	13
İran	2	4	2	3	11	3	6	2	33
İrlanda	-	-	-	1	-	-	3	-	4
İspanya	1	1	2	3	3	8	4	10	32
İsrail	-	-	-	1	1	-	-	-	2
İsviçre	1	1	-	-	2	-	1	-	5
İtalya	-	2	2	-	-	-	-	-	4
italya	-	-	-	1	-	2	1	2	6
İzlanda	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Japonya	-	-	-	-	-	-	1	2	3
Kazakistan	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Kıbrıs	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Kolombiya	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Kuveyt	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Macaristan	-	-	-	-	-	1	-	2	3
Malezya	-	1	1	-	3	1	3	-	9
Mısır	-	1	2	1	4	1	-	3	12
Nijerya	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Pakistan	-	1	-	-	-	-	-	1	2
Polonya	-	2	1	6	5	4	3	2	23
Portekiz	-	3	2	-	4	5	8	4	26
Sırbistan	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Suudi Arabistan	-	-	2	-	1	1	-	-	4
Taylant	-	-	-	5	1	-	1	1	8
Tayvan	-	-	-	-	-	2	2	-	4
Tunus	-	-	-	-	-	1	-	2	3
Türkiye	1	3	7	1	6	6	2	4	30
Uruguay	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Yeni Zelanda	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Yunanistan	1	-	1	1	5	2	2	-	12

Tablo 4.2. Ülkelerin KYB konusundaki çalışma konuları ve yayın sayıları

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
ABD	3
Yanıt yüzey metodu kullanılarak atık mermer tozuyla eko-verimli kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmesi Kendiliğinden yerleşen ve sürdürülebilir betonda portlandçimentosu için kısmen yer değiştiren yüksek hacimli doğal volkanik puzolan ve kireçtaşı tozu Kendiliğinden yerleşen beton için takviye korozyonu başlangıcı ve klorür eşik içeriğinin laboratuvar araştırması	
Almanya	4
Yüksek mukavemetli çelik elyaf takviyeli Hafif Kendiliğinden Yerleşen Betonun (HLSLSCC) özelliklerine mikro çelik fiber içeriğindeki değişimin etkisi Süper akışkanlaştırıcı modifikasyon ve karışım kompozisyonunun çeşitli ortam sıcaklıklarında kendiliğinden yerleşen betonun performansı üzerindeki etkileri Çelik elyaf takviyeli yüksek mukavemetli hafif kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özellikleri (SHLSCC) Çelik lif takviyeli yüksek mukavemetli hafif ağırlıklı kendiliğinden yerleşen beton (SHLSCC) ve bunların kuvvet tahminleri kullanılarak RC ışınlarının güçlendirilmesi	
Arjantin	1
Fiber takviyeli kendiliğinden yerleşen betonların yerleştirilme koşulları, yapısal özellikleri ve çatlama sonrası tepkisi	
Avustralya	7
Kendiliğinden yerleşen betonun doğrudan çekme testi Geri döndürülmüş kaba agrega içeren fiber takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun mühendislik ve mikroyapısal değerlendirmesi Geleneksel ve kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özellikleri: Analitik bir çalışma Hafif kendiliğinden yerleşen beton karışımı tasarımı yüksek sıcaklıkta klorür açısından zengin deniz ortamlarında karşılaştırmalı olarak kendiliğinden yerleşen beton ve hafif beton yapılarıdaki pasif film oluşumu ve korozyon başlangıcı, Çelik ve polipropilen fiberleri bir araya getiren kendiliğinden yerleşen beton: Basınç ve çekme mukavemeti, elastikiyet ve kopma modülleri, basma gerilmeli gerginlik eğrisi ve sıkıştırma altında dağıtılan enerji Pomza tozu ve silis dumanı içeren kendiliğinden yerleşen betonun işlenebilirlik tutma ve sıkıştırma mukavemeti	
Belçika	9
Toz tipi kendiliğinden yerleşen beton ve çelik donatı arasındaki bağ Karışım tasarımının taze kendiliğinden yerleşen betonun sağlamlığına etkisi Kendiliğinden yerleşen betonun viskozitesinin etkisi ve aşağıdan doldurma sırasında kalıp basıncı üzerindeki donatıların varlığı Kendiliğinden yerleşen betonun esneklik ve çekme mukavemeti modülü: Deneysel veri ve yapısal tasarım kodlarının araştırılması Kendiliğinden yerleşen beton tabanını pompalarken kalıp basıncının sayısal olarak simülasyonu Kendiliğinden yerleşen beton, çelik donatının döngüsel yük altında korunması: yorulma çatlak davranışının değerlendirilmesi Tek eksenli yüklemeye maruz kalan kendiliğinden yerleşen beton örneklerinin şekil faktörleri Kendiliğinden yerleşen betonun statik ve yorulma kırılma mekanikliği özellikleri, üç noktalı bükme testleri ve kama-ayırma testleri Toz tipi kendiliğinden yerleşen betonun yapısal davranışı: Bağ performansı ve kesme kapasitesi	
Birleşik Arap Emirlikleri	4
Kendiliğinden yerleşen betonun tutturulmuş büzülme çatlama direncinde uçucu külün etkinliği Lif takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun akış karakteristikleri ve kabul kriterleri (FR-SCC) Fiber takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve dayanıklılık değerlendirmesi Yeraltı-Granül Yüksek Fırın Cürufu İçeren Kendiliğinden Yerleşen Betonun Çekme Büzülme Davranışı	
Brazilya	5
Granüler iskelet dağılımının kendiliğinden yerleşen betonun (SCC) mekanik özellikleri üzerindeki etkileri hakkında deneysel çalışma Kendiliğinden yerleşen betonun sertleştirilmiş özellikleri - İstatistiksel bir yaklaşım Çelik lif takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun (sfrscc) kırılma özelliklerinin anizotropisi üzerine döküm koşulunun etkisi Yüksek mukavemetli çelik fiber-nehir çakıl kendiliğinden yerleşen betonun reolojik ve mekanik davranışı Kaolin atıklarının kullanımıyla elde edilen kendiliğinden yerleşen beton	
Cezayir	9
Erken yaşlarda ve uzun vadede mineral katkı maddeleri içeren ısıtılmış kendiliğinden yerleşen betonun karakterizasyonu Doğal pozzolana ve mermer tozunun kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisi Granüle yüksek fırın cürufu ve süperplastikleştirici tipinin, kendiliğinden yerleşen betonun taze özellikleri ve basınç dayanımı üzerindeki etkileri Plastik torba atık lifleri (WFSCC) içeren kendiliğinden yerleşen betonun taze ve sertleştirilmiş özellikleri Sıcak kuru ortamda erken yaşta kendiliğinden yerleşen beton performansında hurma fiberinin ve büzülme azaltıcı katkı maddesinin etkisi	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
<p>Kendiliğinden yerleşen betonun geri dönüştürülmüş beton agregaları ve doğal puzolan ile performans ve dayanıklılığı</p> <p>Geri dönüştürülmüş beton kırıntıları ve sülfat saldırısına maruz kalan agrega içeren kendiliğinden yerleşen betonun performansı</p> <p>Kumların ve eklemelerin türünün KYB (SCC)'nin mekanik davranışına etkisi.</p> <p>Ezilmiş kum kumunun kendiliğinden yerleşen betonun formülasyonunda valorizasyonu</p>	
Çek Cumhuriyeti	4
<p>Beton bileşimli değişimlerin etkisinin değerlendirilmesi ve etil-alkol ve biyolojik olarak çözünebilir yağ esaslı ayırıcı maddelerin kendiliğinden yerleşen beton prekast elemanlarının son yüzey görünümünde kullanılması</p> <p>Tersine analizler kullanılarak farklı tipte çelik fiberlerle kendiliğinden yerleşen beton kırıların mekanik ve kırılma özelliklerinin belirlenmesi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betona uygulanarak viskoz akışkan akışındaki lif oryantasyonunun modellenmesi</p> <p>Metakaolin ve yüksek fırın cürufu içeren kendiliğinden yerleşen beton karışımlarının özellikleri</p>	
Çin	25
<p>Karıştırma işlemi sırasında tespit edilen kendiliğinden yerleşen beton işlenebilirliğine dayalı gerçek zamanlı nem tahmini için bir yöntem</p> <p>Ambalaj ve harç film kalınlığı teorilerine dayanan hafif agrega kendiliğinden yerleşen beton için bir karışım dizaynı</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton için karışım tasarım yöntemleri üzerine bir inceleme</p> <p>Çelik liflerin davranışları, kendiliğinden gerdirilmiş ve kendiliğinden yerleşen, beton doldurulmuş çelik boru bükme işlemine tabi tutulmuştur.</p> <p>Tuzla donma-çözülme ve eğilme yükünün bağlanma etkisi altında kendiliğinden yerleşen betonun ve tahmin modelinin hasar davranışları</p> <p>Daha sürdürülebilir ve daha yeşil kendiliğinden yerleşen beton tasarlamak</p> <p>Yapıştırmanın reolojik özelliklerine dayanan KYB için bir karışım tasarım yönteminin geliştirilmesi</p> <p>Su-toz oranının SCC'nin kesme kalınlaşma yanıtına etkisi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun yüzey bağlanma mukavemeti üzerinde dağılma çakıllarının deneysel ve sayısal incelenmesi</p> <p>Geliştirilmiş L-kutuda taze kendiliğinden yerleşen beton akışının deneysel incelenmesi</p> <p>Çelik donatıların ve makro fiberlerin yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun darbe davranışına olan kompozit etkisi üzerine deneysel araştırmalar</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun doldurma kapasitesinin ve bunun kaya dolu betonun özelliklerine etkisinin deneysel çalışması</p> <p>Parçacık temas algılama ve uygulaması için GPU tabanlı paralel algoritma</p> <p>kendiliğinden yerleşen beton akışı simülasyonlarında</p> <p>Kaba agrega ortalama çap ve çökme akışına dayanan kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmiş karışım tasarım yöntemi</p> <p>Malzeme özelliklerine göre kendiliğinden yerleşen beton için yeni karışım dizaynı</p> <p>Reolojik eşik teorisine dayanan sayısal yöntem kullanılarak KYB karışımının macun seviyesinde optimizasyonu</p> <p>Geri dönüştürülmüş plastik parçacıkları içeren kendiliğinden yerleşen hafif betonun özellikleri</p> <p>Çökme akışı ve kendiliğinden yerleşen betonun silika dumanı ve geçirgenliği ile reolojik özellikleri arasındaki ilişki</p> <p>Kaya dolu beton, Çin'de hidrolik mühendisliğinde yeni BKYBnormu</p> <p>Kapalı alan doldurma KYB: Çin'in yüksek hızlı rayında uygulanan özel bir KYB</p> <p>Çelik liflerin kesme performansı, kendinden hapsedilmiş ve kendiliğinden yerleşen beton dolgu çelik boru saplama kolonlarını güçlendirdi</p> <p>Düşük bağlayıcı kendiliğinden yerleşen betonun sürdürülebilir tasarımı ve ekolojik değerlendirmesi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun uçucu kül ve öğütülmüş granül yüksek fırın cüruf mineral katkıları ile özellikleri</p> <p>Kaba agreganın kendiliğinden yerleşen betonun kurutma büzülmesine karşı tutuculuk etkisini anlamak.</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonda boksitten elde edilen kırmızı çamurun kullanılması</p>	
Danimarka	1
<p>Kalıp yüzeyinin kendiliğinden yerleşen beton içindeki çelik liflerin oryantasyonu ve dökme yapısal elemanların mekanik özellikleri üzerindeki etkisi</p>	
Endonezya	8
<p>Tamamlayıcı çimentolu malzemeler: Farklı sertleştirme sıcaklıklarında kendiliğinden yerleşen betonun mukavemet gelişimi</p> <p>Cam elyaf ve Metakaolin'in kendiliğinden yerleşen betonun reolojik, mekanik ve dayanıklılık özellikleri üzerine birleşik etkileri üzerine deneysel bir çalışma.</p> <p>Yüksek hacimli uçucu kül içeren ve KYB betonarme kırıların uzun vadeli sapsması üzerindeki etkisi.</p> <p>Yüksek hacimli uçucu külün kendiliğinden yerleşen betonun çekmesi üzerindeki etkisi</p> <p>Kendinden sıkıştırılmalı beton içeren atık malzeme liflerinin taze durum davranışı</p> <p>Deniz suyu kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun gözenek büyüklüğü, gözenek boyutu ve basınç dayanımı</p> <p>Geri dönüştürülmüş geleneksel kiremit tozu ile kendiliğinden yerleşen beton</p> <p>Post afd.anı için hızlı barınak sağlamada içi boş beton panel duvar üretmekte kendini sıkıştırılmalı betonun (KYB) kullanılması</p>	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
Fransa	10
<p>Hazır beton tesislerinde kendiliğinden yerleşen beton üretimi için gelişmiş online su içeriği ölçümü</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonların sodyum sülfat ortamında bozunmasının karakterizasyonu: Farklı mineral katkı maddelerinin etkisi</p> <p>Sıkıştırılabilir ambalaj modeli, Çin yöntemi ve Avrupa standardı kullanılarak kendiliğinden yerleşen beton (SCC) bileşimi</p> <p>Kurutma altında yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun mekanik davranışının evrimi</p> <p>Pomza ve zeolitın basınç dayanımı, taşıma özellikleri ve yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonların klorür penetrasyonuna olan direnci</p> <p>Silika dumanı ve viskozite değiştirici maddenin kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve reolojik davranışları üzerindeki etkisi</p> <p>Karışım tasarım parametrelerinin kendiliğinden yerleşen betonun otojen çekmesi üzerindeki etkisi üzerine yapıştırma ve harç çalışmaları.</p> <p>Ultrasonik hız ile Kendiliğinden Sıkışma Homojenliğinin Tahmin Edilmesi</p> <p>Kendiliğinden sıkıştırılmış beton için kireçtaşı ilavesiyle birlikte metakaolin bulamacı. Prekast endüstrisi için uygulama</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonda mikro selüloz liflerinin valorizasyonu</p>	
Hindistan	38
<p>Ham uçucu kül harmanlanmış kendiliğinden yerleşen betonun sertleştirilmiş özelliklerinin değerlendirilmesi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton ve normal çimento betonunda güçlendirilmiş TMT çubuklarının bağ özellikleri</p> <p>Geri dönüşümlü beton agregaları ve metakaolin ile yapılan kendiliğinden yerleşen betonun karbonatlaşması ve elektriksel direnci</p> <p>Geri dönüşümlü beton agregaları içeren düşük ve yüksek voltajlı uçucu külün kendiliğinden yerleşen betonun karbonasyon direnci ve mikroyapısal analizi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun karakterizasyonu</p> <p>Pirinç kabuğu külü ve metakaolin içeren kendiliğinden yerleşen betonun klorür ve kimyasal direnci</p> <p>Kömür tabanlı kül içeren kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımı, su emme, emilim, aşınma direnci ve geçirgenliği</p> <p>Metakaolin kullanarak yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen beton için beton karışım tasarımı</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun maliyet etkin M25 kalitesinin tasarımı</p> <p>İnce cüruf olarak bakır cürufu içeren kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılık değerlendirmesi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun geri dönüştürülmüş beton agrega ve mineral katkı maddeleri ile dayanıklılığı</p> <p>Demir cürufunun ince agregaların kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılık özellikleri üzerine kısmi olarak değiştirilmesi</p> <p>Yüksek sıcaklıkların kendiliğinden yerleşen beton içeren uçucu kül ve kullanılmış döküm kumu özelliklerine etkileri</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton karışımlarında geri dönüştürülmüş beton agregalarının kaba ve ince fraksiyonlarının kullanımı ile ilgili deneysel çalışmalar</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton ceketler kullanarak RC-silindirik kolonların güçlendirilmesinin etkinliğinin deneysel çalışması</p> <p>S-N ilişkisini kullanarak düz ve çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun yorulma performansı</p> <p>İkili karışımın taze ve sertleştirilmiş özellikleri yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen beton</p> <p>Polimerin taze ve sertleştirilmiş özellikleri, nötron radyasyon kalkamı için kendiliğinden yerleşen beton karışımları</p> <p>Kırma kumla üretilen kendiliğinden yerleşen betonun taze ve sertleştirilmiş özellikleri</p> <p>Metakaolin harmanlanmış kendiliğinden yerleşen betonun taze, mikro ve makrolevel çalışmaları</p> <p>Karıştırma protokolünün kendiliğinden yerleşen betonun taze ve sertleştirilmiş özellikleri üzerindeki etkisi</p> <p>KYB'nin akış özelliklerine toz ve macunun etkisi</p> <p>Pirinç kabuğu külünün kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri üzerindeki etkisi: Bir inceleme</p> <p>Su / toz oranının kömür uçucu kül ve alt kül içeren kendiliğinden yerleşen betonun mukavemet özelliklerine etkisi</p> <p>Çevre dostu ve dayanıklı, metakaolin ile harmanlanmış kendiliğinden yerleşen beton üzerine mikroyapısal çalışmalar</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton ve yüksek sıcaklıkta davranışları için karışım tasarım metodolojisi</p> <p>Polimerlerin nötron radyasyon koruyucu özellikleri kendiliğinden yerleşen beton karışımları</p> <p>Yapay sinir ağlarını kullanarak taban külü içeren kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımının tahmini</p> <p>Normal beton ile kendiliğinden sıkışan betonda cam elyafın beton özellikleri</p> <p>Geri dönüşümlü iri agrega kullanılarak kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri</p> <p>F sınıfı uçucu kül içeren kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri</p> <p>Yüksek sıcaklıklara maruz kalan kendiliğinden yerleşen beton içeren uçucu külün özellikleri</p> <p>Metakaolin ve pirinç kabuğu külü içeren kendiliğinden yerleşen betonun dayanımı ve mikro yapısal özellikleri</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun uçucu kül ve çengelli çelik lifler içerdiği mukavemet ve geçirgenlik özellikleri</p> <p>İnce agregaların kısmi yer değiştirmesi olarak demir cürufu ile yapılan kendiliğinden yerleşen betonun mukavemet özellikleri ve mikroyapısal analizi</p> <p>Pirinç kabuğu külü içeren kendiliğinden yerleşen betonun mukavemeti, geçirgenliği ve mikroyapısı</p> <p>Yardımcı çimentolu malzemeler içeren kendiliğinden yerleşen betonda bakır cürufunun sürdürülebilir kullanımı</p> <p>Kontrollü geçirgen kalıp astarının kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve dayanıklılık özellikleri üzerine etkisi</p>	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
Hollanda	2
Çelik liflerin kendiliğinden yerleşen beton kirişlerde manyetik oryantasyonu: Arıza davranışına etkisi Amorf nano-silika kullanımı ile KYB modifikasyonu	
Irak	4
Çimento değiştirme malzemesi olarak CKD kullanılarak üretilen sürdürülebilir yüksek performanslı / kendiliğinden yerleşen betonun karakterizasyonu Kendiliğinden yerleşen betonun, kumun kısmen değiştirilmesiyle birlikte plastik atıklarla birlikte taze özellikleri Kendiliğinden yerleşen betonun farklı kırıntı kauçuk boyutu ve içeriği ile sertleştirilmiş özellikleri Atık plastik lifler ekleyerek kendiliğinden yerleşen betonun olası etkileri	
İngiltere	13
% 100 CO ₂ hızlandırma teknikleri kullanılarak dolgu malzemesinin kendiliğinden yerleşen betonun karbonlanması ve mikroyapı üzerindeki etkisi Organik ve inorganik korozyon inhibitörlerinin kendiliğinden yerleşen betonun reolojisi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması Uçucu kül ve dolomit tozunun kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkileri Lastik değiştirilmiş kendiliğinden yerleşen betonun temel özellikleri (RMSCC) Kendiliğinden yerleşen betonda zemin camının birleştirilmesi Makro / mikro gözenekli yapı özellikleri ve farklı dolgu ve mineral katkı maddelerini içeren kendiliğinden yerleşen betonun klorür penetrasyonu Metakaolin, öğütülmüş granül fırın cürufu ve uçucu kül ile harmanlanmış kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve mikroyapısal özellikleri Farklı dolgular ile sürdürülebilir kendiliğinden yerleşen betonun üretimi, mikroyapısı ve hidrasyonu Kendiliğinden sıkışan akış sırasında kısa çelik liflerin yeniden yönlendirilmesi Beton karışımı ve lif oryantasyon faktörünün belirlenmesi Farklı seviyelerde tozlaştırılmış yakıt külü ile kendiliğinden yerleşen beton Pürüzsüz parçacık hidrodinamiği (SPH) kullanarak J-ring testinde kendiliğinden yerleşen beton akışının simülasyonu V hunide kendiliğinden yerleşen beton akışının SPH tarafından simülasyonu Kendiliğinden yerleşen beton dolgulu eliptik çelik boru kolonlarının testleri	
İran	33
Yaşlanma ve kaba agreganın büyüklüğünün ve hacminin kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özelliklerine etkisi üzerine kapsamlı bir araştırma Suya çimento oranının ve toz içeriğinin kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özelliklerine etkisine yönelik kapsamlı bir araştırma Liflerin ve nanosilikanın, kendiliğinden yerleşen betonun mekanik, reolojik ve dayanıklılık özellikleri üzerine birleşik etkileri üzerine deneysel bir araştırma. Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özelliklerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi Kendiliğinden yerleşen betonda çelik ve GFRP çubuklarının bağ davranışları Yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen beton özellikleri üzerine Class F uçucu kül, nano silika ve silika dumanının etkileri üzerine karşılaştırmalı çalışma Mineral katkı maddeleri içeren kendiliğinden yerleşen betonların basınç dayanımında korozyona bağlı azalma Kaba agreganın hacminin kendiliğinden yerleşen betonun kırılma davranışına etkisi Çevrimsel yüklerin ısıtılmış kendiliğinden yerleşen beton üzerine etkisi Fe ₂ O ₃ Nanoparçacıkların Su Geçirgenliği ve Yüksek Mukavemetli Kendiliğinden Yerleşen Betonun Mukavemet Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkileri Uçucu kül ve TiO ₂ nanopartiküllerin yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun reolojik, mekanik, mikroyapısal ve termal özellikleri üzerine etkileri Kendiliğinden yerleşen hafif betonun kırılma davranışları üzerine maksimum agreganın büyüklüğünün etkileri Maksimum agreganın boyutunun kendiliğinden yerleşen betonun kırılma davranışına etkisinin değerlendirilmesi Kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve dayanıklılık özellikleri üzerine ilk buhar küremesinin ve farklı mineral katkı maddelerinin etkisi Kendiliğinden yerleşen hafif betonun kırılma parametreleri üzerine su-çimento oranının etkileri Geri dönüşümlü lastik kauçuk kırıntıları içeren ve polipropilen fiber ile güçlendirilmiş kendiliğinden yerleşen beton kaplamaların mekanik davranışı Çelik liflerle güçlendirilmiş kendiliğinden yerleşen betonun mekanik performansı SiO ₂ mikro ve nanopartikülleri içeren yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun mekanik, reolojik, dayanıklılık ve mikroyapısal özellikleri SiO ₂ nanopartiküllerini içeren kendiliğinden yerleşen betonun mikroyapısal, termal, fiziksel ve mekanik davranışları Lif takviyeli kendiliğinden yerleşen betonda mekanik özelliklerin parçacık sürüsü optimizasyonu algoritması ve yapay sinir ağı kullanılarak tahmin edilmesi ve modellenmesi Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen beton için çekme testinin güvenilirliği Fiber ve camın kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özelliklerine eşzamanlı etkileri Silika dumanı ve metakaolin ile kendiliğinden yerleşen betonun elektrik direnci ile hidrasyon ürünleri üzerinde çalışma Yaşlanma sürecinin kendiliğinden yerleşen betonun kırılma özellikleri ve sünekliği üzerindeki etkisi	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
<p>Polipropilen liflerin taze ve sertleştirilmiş hafif kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisi TiO₂ nanopartiküllerin su geçirgenliği ve yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun termal ve mekanik özellikleri üzerine etkisi Suya çimento oranının kırılma parametreleri ve kendiliğinden yerleşen betonun kırılma dayanımı üzerindeki etkisi Çinko dioksit nanopartiküllerin kendiliğinden yerleşen betonun eğilme dayanımı üzerindeki etkileri Kaba agreganın büyüklüğünün ve hacminin kırılma davranışı üzerindeki etkisi ve kendiliğinden yerleşen betonun kırılma dayanımı SiO₂ nanopartiküllerin ve öğütülmüş granül cüruf karışımlarının kendiliğinden yerleşen parçaların fiziksel, termal ve mekanik özelliklerine olan rolü TiO₂ nanopartikülleri, kendiliğinden yerleşen betonun fiziksel, termik ve mekanik özellikleri üzerinde, bağlayıcı olarak öğütülmüş granit fırın cürufu ile etki yapar.</p>	4
<p>İrlanda</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonların ve geleneksel olarak titreşimli betonların klorür açısından zengin ortamlarda dayanıklılığının karşılaştırılması Destek vektör makinesi yaklaşımını kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun taze özelliklerinin modellenmesi Farklı kendiliğinden yerleşen betonlar için klorür kaynaklı korozyona kadar sürenin olasılıksal analizi</p>	4
<p>İspanya</p> <p>Dikey kalıpta kendiliğinden yerleşen beton ile uygulanan maksimum yanal basıncı tahmin etmek için modelin onaylanması için döküm oranının analizi Geri dönüşümlü agregalarla yapılan kendiliğinden yerleşen betonun reolojik davranışlarının analizi Poliolenin elyaf takviyeli titreşimli konvansiyonel beton ve kendiliğinden yerleşen betonun karşılaştırılması Farklı genişleme ve kütleme koşullarında geniş KYB ve geniş konvansiyonel betonların performansı arasındaki karşılaştırma Kama bölme testlerinden normal ve yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun boyut bağımsız özgül kırılma enerjisinin belirlenmesi Isıl kütleme sayesinde prekast ürünlerinde sürdürülebilir kendiliğinden yerleşen betonların dayanıklılık performansı Kendiliğinden yerleşen betonun mineral ekleme ile erken yaş takibi Silika bazlı nano ve mikro eklemelerin erken yaşlarda ve sertleştirilmiş gözeneklilik ve geçirgenlik üzerine etkisi Nano bileşenlerin kendiliğinden yerleşen betonların erken yaşta çatlaması üzerine etkileri Kendiliğinden yerleşen betonda zeytin kalıntısı biyokütlesinin uçucu külün dolgu maddesi olarak etkisi Kendiliğinden yerleşen betonun üretimi için bitümlü karışımların atık dolgularının yeniden kullanımının fizibilite analizi Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen beton yapıların tasarımı ve analizi için çerçeve Mineral katkıları ile KYB'nin sertleştirilmiş özellikleri ve mikroyapısı Yapısal elemanlar için kendinden gerilimli ve kendiliğinden yerleşen betonların performansında çimento ve genişleme katkı türlerinin etkisi Kendiliğinden yerleşen elyaf takviyeli beton kırışların kesme davranışı üzerine beton matrisinin ve lif tipinin etkisi Kireçtaşı dolgu ve viskozite değiştirici katkının kendiliğinden yerleşen betonun gözenekli yapısı üzerindeki etkisi Bağlayıcı iyileştirici katkı maddesi ile kendiliğinden yerleşen betona gömülmüş poliolenin elyafların arayüz özellikleri Kendiliğinden yerleşen betonun, sıcak karışım asfalt tesislerinden elde edilen geri kazanımlı dolgu ile mekanik davranışı Kendiliğinden yerleşen betonun kürlenme sürecinin mikroyapısal ve mekanik özellikleri üzerinde çalışma Kendiliğinden yerleşen betonların doğal karbonlanması Poliolenin elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özellikleri ve kırılma davranışı Prekast beton ile hazırlanan çok geri dönüşümlü kendiliğinden yerleşen betonun fiziko-mekanik özellikleri Titreşimli geri dönüştürülmüş beton deneyimini kullanarak kendiliğinden yerleşen geri dönüştürülmüş beton mekanik özelliklerinin tahmini recycled kum ile kendiliğinden yerleşen betonun orantılı mikroyapısı ve taze özellikleri Pompalanan Kendiliğinden Yerleşen Betonun yerinde değerlendirilmesi için Kalite Kontrol Parametreleri Elektrik ark ocağı çelik üretimi cürufunu agregası olarak birleştiren kendiliğinden yerleşen beton Yüksek fırın cürufu ile kendiliğinden yerleşen betonun ince agregası olarak bütülmesi Kendiliğinden yerleşen betonun gerilme mukavemeti ve elastikiyet modülü Yapısal uygulamalar için uygun% 100 geri dönüştürülmüş karışık agregası ile çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen beton Kendiliğinden yerleşen betonun reolojisinin ince geri dönüştürülmüş beton agregalarıyla incelenmesi Kendiliğinden yerleşen betonun mikroyapısındaki bağıl nemin sertleşmesinin etkisi Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) kullanılarak SFRSCC'de eğilme dayanımlarının tahmini</p>	32
<p>İsrail</p> <p>Kontrast sabit faktöryel tasarımı kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmesi Yüksek sıcaklıklara maruz kalan polipropilen fiber kendiliğinden yerleşen betonun artan mukavemeti üzerine fiber içeriğinin ve numune şeklinin etkisi</p>	2

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
İsviçre	5
Karışımların kendiliğinden yerleşen betonun plastik büzülme çatlama üzerindeki etkisi Çimento tipinin, ITZ porozitesi ve kendiliğinden yerleşen betonun klorür direncine etkisi Yüksek performanslı betonda yangın yayılımının süper emici polimerler ve polipropilen lifler ile azaltılması Karbon fiber takviyeli plastik öngerilmeli kendiliğinden yerleşen betonun küçük ölçekli yangın testleri Kendiliğinden Sıkıştırılmış Kil Bazlı Beton (SCCC): kavram kanıtı KYB'nin büzülme ve sünmesi- Macun hacmi ve bağlayıcı bileşimin etkisi	
İtalya	4
Çelik elyaf takviyeli self-compacting betonun performansını test etmek için kapsamlı bir metodoloji (SFR-SCC) Farklı lifler ve mineral katkılarıyla hazırlanan kendiliğinden yerleşen betonların karakterizasyonu Dayanıklı kendiliğinden yerleşen beton için geniş, büzülme azaltıcı ve hidrofobik katkıların kombine etkisi Endüstriyel yan ürünlerin kendiliğinden yerleşen betondaki rolü	
İtalya	6
Bazalt elyaf takviyeli polimer çubuklarla önceden gerilmiş bir prekast elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen beton kütüğün tam ölçekli testi ve sayısal analizi Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betona gömülü GFRP çubukları için bağ yasasının sayısal kalibrasyonu Kendiliğinden yerleşen betonun dolgu maddesi olarak ponza tozu Geri dönüşümlü beton agregalı kendiliğinden yerleşen beton: Uzun dönem özelliklerin incelenmesi Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen beton ince levhalar- Model Kod 2010 hükümlerine karşı deneysel çalışma ve doğrulama Kendiliğinden yerleşen liflerin kendiliğinden-kompaklaşan hafif ağırlıkta kullanımı	
İzlanda	1
Eko-KYB'nin katı partikül paketlemesini malzeme performansına bağlama	
Japonya	3
Daha iyi entegre hava stabilitesi ve daha yüksek agregat içeriği için köpük giderici ajan kullanılarak yüksek hacimli uçucu kül ile kendiliğinden yerleşen betonda ince hava kabarcıklarının daha iyi bir şekilde çekilmesi Yüksek hacimli uçucu kül ile birlikte kendiliğinden yerleşen betonda kendiliğinden sıkışabilirlik ve kararlılık hacmindeki artış Karışım viskozitesini ve hava sürükleyici madde dozajını optimize ederek, kendiliğinden yerleşen betondaki sürüklenen havanın stabilitesini arttırmak	
Kazakistan	1
Uçucu kül ve silis dumanı içeren kendiliğinden yerleşen betonun çekiciliği	
Kıbrıs	1
Kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılık performansı	
Kolombiya	2
Vulkanik malzemeler içeren kendiliğinden yerleşen betonların klorür iyon direnci Kendiliğinden yerleşen betonun taze ve sertleşmiş duvar ve kalıntı beton kalıntıları ile özellikleri	
Kuveyt	1
Normal ve yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun kesme-transfer mukavemetinin deneysel incelenmesi	
Macaristan	3
Çelik fiçilerin mekanik performansı, kendiliğinden betonu yeniden donattı Kendiliğinden yerleşen betonun gözenekliliği Kendiliğinden yerleşen betonda endüstriyel atık perlit tozunun kullanımı	
Malezya	9
Hurma yağı yakıt külünü içeren kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılığı ve mekanik özellikleri Yangın alev maruziyetinin MIRHA ve uçucu kül ile harmanlanmış sünek kendiliğinden yerleşen beton (DSCC) üzerine etkisi Yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen beton derin kirişler ve yüksek mukavemetli beton normal kirişlerdeki kopma modülünün karşılaştırılması için deneysel araştırma Pirinç kabuğu kontrolsüz yakma ve harmanlanmış ince agregadan kendiliğinden yerleşen beton Kendi Kendine Sıkışan Betonda Kömür Altı Külte Ayrılma Gerilimi Kaba Agreganın Kendiliğinden Yerleşen Betonun (KYB) Taze ve Sertleştirilmiş Özellikleri Üzerine Etkisi Sürdürülebilir kendiliğinden yerleşen beton üretmek için yüksek hacimli işlenmiş hurma yağı yakıt külünün kullanımı Çeşitli çimento değiştirme malzemeleri ile sünek kendiliğinden yerleşen betonun (DSCC) işlenebilirliği ve basınç dayanımı Agro-endüstriyel atıkları içeren kendiliğinden yerleşen betonun işlenebilirliği ve ısı ısıtması	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
Mısır	12
Çimento fırın tozunu içeren kendiliğinden yerleşen elyaf takviyeli betonun davranışı Dolgu tiplerinin kendiliğinden yerleşen betonun fiziksel, mekanik ve mikroyapılarına ve akışkan betona etkisi Uçucu kül ve silika dumanının farklı sertleşme koşulları altında kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımı üzerine etkisi Gerilim lap ek parçasının yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen beton kirişlerin davranışına etkisi Polimer modifiye KYB'nin özellikleri üzerinde deneysel araştırma Yüzdürme kuvveti ile lif takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun akışkanlık değerlendirmesi Kendinden sıkıştırılmalı betonun su geçirmezlik direnci Kendiliğinden sıkışan lifli beton karışımlarının mekanik özellikleri Yapay sinir ağı kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun bileşenlerini tahmin etmek İnce kolonlarda keten elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri ve mesost yapısal özellikleri Kendiliğinden yerleşen betonda ince agrega için kısmi yedek olarak geri dönüştürülmüş cam Kendiliğinden yerleşen beton ile eski beton arasındaki eğimli kesme kuvveti	
Nijerya	2
Kendiliğinden yerleşen betonun ayrılma gerilimi ve basınç dayanımı ilişkisinin değerlendirilmesi Kaldırım yapımında kendiliğinden yerleşen beton: seçilmiş bazı çimento markalarının mukavemet gruplaması	
Pakistan	2
Çimentolu sistemlerin iyileştirmede etkili mikroorganizma teknolojisi ve kendiliğinden yerleşen beton (kyb) teknolojisinin kullanımı Pirinç kabuğu külünün kendiliğinden yerleşen betonda viskozite değiştirici madde olarak kullanılması	
Polonya	23
Prefabrik kirişlerde optimum reolojik ve mekanik özellikler için kendiliğinden yerleşen betonun güçlendiren çelik fiberlerin özellikleri X-ışını bilgisayarlı tomografi kullanarak çelik elyaf takviyeli SCC kirişlerde 3D gözenekliliğin belirlenmesi X-ışını bilgisayarlı tomografi kullanarak kendiliğinden yerleşen beton kirişlerin çelik liflerin dağılımını tayin Hava boşluk analizörünü kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun gözenek yapısı üzerindeki katkı maddelerinin etkisini tahmin etme olasılığının incelenmesi Hibrid çelik fiberler üzerinde deneysel inceleme, esneklik altında kendiliğinden yerleşen betonun güçlendirdi Farklı tipte çelik liflerle güçlendirilmiş kendiliğinden yerleşen betonun eğilme davranışı Hibrit elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun eğilme özellikleri üzerinde incelenmesi Nanopartiküllerin eklenmesiyle modifiye edilmiş kendiliğinden yerleşen betonun mikroyapısal analizi Sıkıştırmada kendiliğinden yerleşen betonun bozulmaması üzerindeki nem etkisi Kendiliğinden yerleşen beton reolojik özelliklerini zaman ve sıcaklık fonksiyonu olarak tahmin etmek için bir model olarak harç Farklı süper plastikleştiriciler kullanılarak kendiliğinden yerleşen betonların gözenek yapısı Farklı çelik ve polimer elyafları ile güçlendirilmiş taze KYB karışımının özellikleri Yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun reolojik özellikleri: bileşim ve zamanın etkileri Yüksek kalsiyum uçucu külün kendiliğinden yerleşen betonun seçilmiş özellikleri üzerindeki etkisi Havaya karışmayan katkılar ile modifiye edilen yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun havaya karşı don direnci Seçilmiş nanoparçacıklar şeklinde bir katkı maddesinin kendiliğinden yerleşen betonun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi Kimyasal katkıların çimento hidrasyonu üzerindeki etkisi ve çok yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun karışım özellikleri Yüksek kalsiyumlu uçucu külün, taze ve sertleştirilmiş kendiliğinden yerleşen beton ve yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri üzerindeki etkisi Seçilmiş yeni nesil katkıların işlenebilirlik, hava boşlukları parametreleri ve kendiliğinden yerleşen betonun donmaya karşı direnci üzerindeki etkisi Kendiliğinden yerleşen betonda yeni nesil süper plastikleştiricilerin hava içeriği üzerindeki etkisini değerlendirmek için metodoloji Yüksek kalsiyum uçucu kül ile yüksek performanslı kendiliğinden yerleşen betonun reolojik ve mekanik özellikleri Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) plakalarda çelik liflerin 3D aralıklarını belirleyen X-ışını bilgisayarlı tomografi	
Portekiz	26
Panellerde çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun modellemek için iki fazlı malzeme yaklaşımı Çelik liflerin gerilme davranışını modellemek için entegre bir yaklaşım kendiliğinden yerleşen beton Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun yükseltilmiş plakalarda performansının değerlendirilmesi Kendiliğinden yerleşen betonda otojen büzülme kontrol etmek için genleşme ve büzülme azaltıcı katkıların kombine etkisi Kendiliğinden yerleşen betonda çengelli çelik liflerin çekme davranışı üzerindeki korozyon etkileri Düşük mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun büzülmesinde kütleme etkisi Hibrit öngerilmeli GFRP ve çelik donatılarla güçlendirilmiş SFRSCC kirişlerin sapma ve çatlama davranışı	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
<p>Kireçtaşı dolgusu olmadan ve volkanik agrega malzemeleri ile ticari kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmesi GFRP profilleri ve fiber takviyeli kendiliğinden yerleşen beton güverte ile bir yaya köprüsü geliştirilmesi Çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılığı Yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun erken yaşta sürünme deformasyonu Kendiliğinden yerleşen betonun (KYB) uçucu kül ve kireçtaşı dolgusunun ikili ve üçlü karışımları ile gözenekliliği ve mikroyapısının deneysel çalışması GFRP kiriş üzerinde SFRSCC güverte tüm yorulma bağlantılarına yorulma ve agresif maruziyetin etkisi Farklı akış kısıtlamaları için kendiliğinden yerleşen betonda maksimum kaba agrega hacmi oranı Tozların ikili harmanlarında farklı mineral katkıları kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun harç fazının karışım tasarımı için metodoloji Tozların ikili karışımlarında farklı mineral katkıları kullanarak kendiliğinden yerleşen betonun karışım tasarımı için metodoloji Kendiliğinden yerleşen betonun kaba geri dönüşümlü agregalarla geçirgenlik özellikleri KYB harçlarının ve macunlarının çimento teslimatının yol açtığı değişikliklerle reolojik karakterizasyonu SFRSCC kısa açıklıklı kirişlerin çapraz takviyeler olmadan kayma direnci Kendiliğinden yerleşen betonun çekmesi. Karşılaştırmalı bir analiz Geri dönüştürülmüş cam elyaf takviyeli polimerlerle güçlendirilmiş kendiliğinden betonun darbe dayanımı ve mekanik özellikleri Geri dönüşümlü CFRP parçaları ile takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun darbe dayanımı ve mekanik özellikleri Farklı uzunluklarda ve dozlarda geri dönüştürülmüş CFRP fiberi içeren takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun darbe dayanımı ve mekanik özellikleri Kendiliğinden yerleşen betonda lif çekmenin zamana bağlı davranışı Koparılmış çelik liflerin zamana bağlı eğilme davranışı takviyeli Kendiliğinden yerleşen beton paneller Kendiliğinden yerleşen betonda (KYB) silis dumanı ve geri dönüştürülmüş çelik elyaf kullanımı</p>	
Sırbistan	1
<p>Geri dönüşümlü iri beton agregası ile hazırlanan kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri</p>	
Suudi Arabistan	4
<p>Taş ocak tozu, silika dumanı ve uçucu kül içeren, kendiliğinden yerleşen betonun korozyon direnci Çökme koni yöneliminin çökme akış süresi (T50) üzerine etkisi ve kireçtaşı dolgu maddesi içeren sürdürülebilir kendiliğinden yerleşen betonun stabilitesi Taş ocak tozu, silika dumanı veya uçucu kül içeren, kendiliğinden yerleşen betonun mekanik özellikleri Farklı mineral katkıları ile kendiliğinden yerleşen betonun tiksotropik davranışı</p>	
Taylant	8
<p>Yüksek düzeyde uçucu kül ve silis dumanı içeren kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımı ve klorid direnci Yakılan şeker kamışı filtreli kekin kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisi Kendiliğinden yerleşen betonun özelliklerini geliştirmek için Tip 1 Portlandçimentosu, artık pirinç kabuğu külü ve kireçtaşı tozunun yeni üçlü karışımları Kireçtaşı tozu artıklarının eklenmesiyle kendiliğinden yerleşen beton üretmek için artan miktarlarda küspe kül atığı kullanımı Kendiliğinden yerleşen betonda Pb içeren katot ışın tüpü atıklarının dahil edilmesi sırasında kireçtaşı tozunun kullanımı Kendiliğinden yerleşen betonda ince agrega yerine geri dönüştürülmüş alüminyumun kullanımı Kendiliğinden yerleşen betonun üretiminde işlenmemiş pirinç kabuğu kül ve tozlaştırılmış yakıt külü kullanımı Kireçtaşı tozunun, yüksek miktarda işlenmemiş pirinç kabuğu külünü ince agrega olarak içeren kendiliğinden yerleşen beton özelliklerinin geliştirilmesi için kullanılması.</p>	
Tayvan	4
<p>Çimento SFC bağlayıcı ile yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun mühendislik özellikleri ve dayanıklılığı Paslanmaz çelik çürüf içeren kendiliğinden yerleşen betonun mühendislik özellikleri Paslanmaz çelik indirgeme çürüf kullanarak daha derin kendiliğinden yerleşen beton Kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmesinde paslanmaz çelik çürüfların yenilikçi kullanımı</p>	
Tunus	3
<p>Dış sülfat saldırısına maruz kalan mermer ve kiremit atıklarıyla yapılan kendiliğinden yerleşen betonun davranışı Kireçtaşı dolgu maddelerinin parçacık büyüklüğünün kendiliğinden yerleşen betonun reolojisi üzerindeki etkisinin deneysel ve teorik olarak incelenmesi Mermer ve kiremit atıklarından dolgu maddelerinin kendiliğinden yerleşen betonların bileşimine dahil edilmesi</p>	

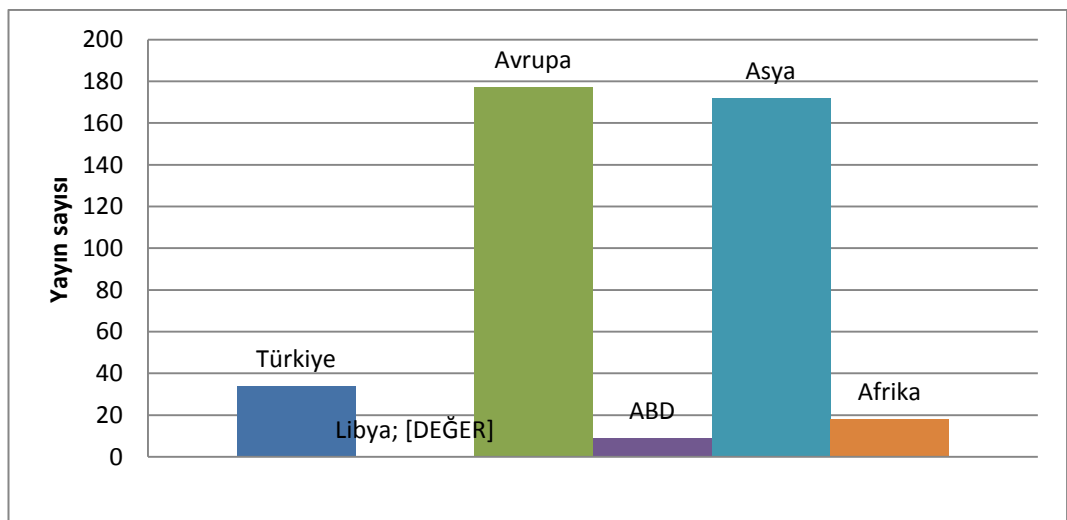
Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
Türkiye	30
<p>Mineral katkı maddelerinin kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisi</p> <p>Nano silikanın, işlenmemiş ve yüzey işlem görmüş hafif agregalara sahip kendiliğinden yerleşen betonların işlenebilirliği üzerindeki etkisi</p> <p>Yüzey işleme yöntemlerinin kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri üzerinde geri dönüştürülmüş agregalar ile etkisi</p> <p>Farklı kürlenme rejimlerinin uçucu kül ve silis dumanı içeren kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımı özellikleri üzerine etkileri</p> <p>Yapay sinir ağı kullanılarak yüksek sıcaklığa maruz bırakılan polipropilen fiber ve mineral katkı maddeleri içeren kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımının tahmini</p> <p>Herschel – Bulkley ve modifiye Bingham modellerini kullanarak kendiliğinden yerleşen lastikleşmiş betonun reolojik davranışının değerlendirilmesi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonların geri kazanılmış agregalarla yapılan hata karakteristikleri</p> <p>Atık araba iç lastiği de dahil olmak üzere kendiliğinden yerleşen betonların kırılma enerjisi ve mekanik özellikleri</p> <p>Mermer tozu, kireçtaşı dolgu maddesi ve uçucu külün birlikte kullanılmasıyla kendiliğinden yerleşen betonların taze ve sertleştirilmiş özellikleri</p> <p>Nano-silika ve uçucu külün kendiliğinden yerleşen betonlarının taze ve reolojik davranışları</p> <p>Lif takviyeli kendiliğinden yerleşen beton plakaların darbe dinamiği ve enerji yayılım kapasitesi</p> <p>Plastik atık tozunun farklı yüzdesini içeren kendiliğinden yerleşen betonların mekanik ve kırılma özellikleri</p> <p>Hibrit çelik elyaf takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun mekanik davranışı ve elyaf dağılımı</p> <p>Farklı mineral katkıları içeren kendiliğinden yerleşen betonun performansı</p> <p>Yuvarlanmış hafif agregalarla doğal agregaların kısmen ikame edilmesiyle yapılan kendiliğinden yerleşen betonun permeation özellikleri</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonun işlenmiş soğuk-bağlı uçucu kül hafif agregatları ve SiO₂ nano-parçacıklarını içeren fiziko-mekanik özellikleri</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) karışımlarının çekirdek basınç dayanımı ile yapay sinir ağı kullanılarak mineral katkılarının tahmin edilmesi</p> <p>Yüksek sıcaklıklara maruz kalan GBFS ve FA katkı maddeleri ile üretilen kendiliğinden yerleşen betonun özellikleri ve davranışları</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonda kısmen kullanılan soğuk yapıştırılmış yapay agrega olarak öğütülmüş granit yüksek fırın cürufunun geri dönüşümü</p> <p>Nano SiO₂'nin farklı parçacık boyutlarında üretilen düşük kaliteli kendiliğinden yerleşen betonların reolojik ve taze özellikleri</p> <p>Dolgu katkıları içeren kendiliğinden yerleşen beton: Yüksek sıcaklıklarda performans</p> <p>Yuvarlatılmış hafif agregalar içeren kendiliğinden yerleşen betonların kesme kalınlaşma yoğunluğu</p> <p>Çok sistemli harmanlanmış mineral katkıları içeren kendiliğinden yerleşen betonların mukavemet ve kurutma büzülme özellikleri</p> <p>Soğuk yapışan uçucu kül hafif agrega ile kendiliğinden yerleşen betonun mukavemet ve geçirgenlik özellikleri</p> <p>Çimento tipinin kendiliğinden yerleşen betonların uzun süreli taşıma özelliklerine etkisi</p> <p>Mineral katkı maddelerinin mekanik özellikleri, klorür iyonu geçirgenliği ve kendiliğinden yerleşen betonun geçirimsizliği üzerindeki etkisi</p> <p>Çevresel sürdürülebilirlik için kendini sıkıştırıcı betonda atık mermer ve geri dönüşümlü agrega kullanımı</p> <p>Kendiliğinden yerleşen betonda polisakaritlerin viskozite modifiye edici ajan olarak kullanılması</p> <p>LLFA, GBFS ve MC'yi içeren kendiliğinden yerleşen betonların işlenebilirliği ve mekanik özellikleri</p> <p>Kendiliğinden yerleşen hafif betonun segregasyon direnci, mukavemet tepkisi ve hızlandırılmış korozyon davranışının değerlendirilmesi için X-ışını bilgisayarlı tomografi ve fraktal analizi</p>	
Uruguay	1
Orta karakteristikteki kendiliğinden yerleşen beton	
Yeni Zelanda	2
<p>C sınıfı uçucu kül içeren yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonun mekanik ve taze özellikleri</p> <p>Yüksek mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonda deforme çubukların post-verim bağ davranışları</p>	
Yunanistan	12
<p>Pota ocağı cürufu ve çelik lif takviyeli kendiliğinden yerleşen betonun davranışları</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton kaplama ile rehabilite edilmiş RC kirişlerin davranışı - Analitik model ve test sonuçları</p> <p>Hafif agregalı kendiliğinden yerleşen betonda takviye dayanımı</p> <p>Silika dumanı içeren kendiliğinden yerleşen betonun bağlanması: üst çubuk etkisi, ayar sırasında döküm noktasından ve donatı-beton görelî yer değiştirmelerinden inşaat demiri mesafesinin etkileri</p> <p>Metakaolin içeren kendiliğinden yerleşen betonun dayanıklılığı</p> <p>Normal mukavemetli kendiliğinden yerleşen betonların dayanıklılığı ve bunların betonarme yapıların servis ömrü üzerine etkisi</p> <p>Kendiliğinden yerleşen beton örneklerinde su-bağlayıcı oranının üst çubuk etkisi ve uzunluk boyunca bağ varyasyonu üzerindeki etkisi</p>	

Tablo 4.2. 'nin devamı

Ülkeler bazında yayın isimleri	Yayın sayısı
İnce yapışmaların kendiliğinden yerleşen beton için çimento hamurunun viskozitesi üzerindeki etkisi ile ilgili araştırmalar	
Hafif agrega kendiliğinden yerleşen beton (LWASCC) yarı otomatik karışım tasarım metodolojisi	
Dolgu malzemesi olarak pota fırın cürufu (LFS) kullanarak dayanıklı kendiliğinden yerleşen betonun üretimi	
Metakaolin içeren kendiliğinden yerleşen beton karışımlarının reolojisi ve mekanik özellikleri	
Kendiliğinden sıkışan beton kaplama- testler ve analiz	
Genel Toplam	384

Yıllara göre ve ülkelere göre yayın sayılarını veren Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 incelendiğinde, Hindistanlı araştırmacılar tarafından yapılan yayın sayısının 38 adet olduğu ve tüm ülkeler içerisinde ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Ayrıca araştırmacıların özellikle araştırmaya konu son ki yılda (2016-2017) yıllık 10 adet yayın yaptıkları görülmüştür. Bu durumu, 33 yayımla İspanya ve 32 yayımla da İranlı araştırmacıların yayınları izlemiştir. İranlı araştırmacıların 2014 yılı 11 yayımla en çok araştırma yaptıkları yıl olurken, İspanyol araştırmacılar için 2015 yılı 8 ve 2017 yılı 10 yayımla en çok makale yaptıkları yıl olarak belirlenmiştir. Bu ülkelerden sonra dördüncü ülkenin 30 yayımla Türkiye olduğu ve araştırmacıların 2012 yılında 7 ve 2013 ile 2014 yıllarında da 6 şar yayın olmak üzere araştırma konusunda her yılda yayın yaptıkları belirlenmiştir. Bu çalışmalarını sırasıyla Portekiz 26 yayın, Çin 25 yayın ve Polonya'da 23 makale yayını yapıldığı görülmektedir. İncelemelerde, Libya araştırmacılarının yaptığı herhangi bir yayına raslanmamıştır. Bu çalışmalarını bölgesel olarak incelediğimizde genel dağılım Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. KYB ait makalelerin ülkelere göre genel dağılımı

Şekil 4.3 incelendiğinde ise çalışmaların 160'nun Avrupa ülkelerinde yapıldığı, 167 çalışmanın ise Asya ülkelerinde yapıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmada vatandaşı olduğum Libya ve yüksek lisans eğitimini aldığım Türkiye'yi de ayrıca incelediğimizde Türkiye'de 30 çalışmanın yapıldığı, ancak Libya'lı araştırmacıların sorumlu olduğu bir çalışmanın henüz ilgili veritabanına ait dergilerde yayınlanmadığı belirlenmiştir. Bu açıdan yıllar bazında KYB konusunda ilgili veri tabanının taradığı yıllar bazında dergideki yayın sayıları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. KYB konusunda veritabanında taranan dergiler ve yayın sayıları

Yıllar bazında dergi isimleri	Yayın sayısı
2010	13
Cement & Concrete Composites	1
Cement andConcrete Research	1
Construction andBuilding Materials	9
Materials Science andEngineering A	2
2011	27
Advances in Engineering Software	1
Ain Shams Engineering Journal	1
Archives Of Civil AndMechanical Engineering	2
Cement & Concrete Composites	5
Cement andConcrete Research	1
Composite Structures	1
Composites: Part B	1
Construction andBuilding Materials	10
Energy andBuildings	1
Materials & Design	1
Materials Science andEngineering A	1
ScienceDirect	2
2012	35
Cement & Concrete Composites	1
Computers andStructures	1
Construction andBuilding Materials	28
Journal of Hazardous Materials	1
Materials & Design	1
Sciverse - ScienceDirect	3
2013	39
Ain Shams Engineering Journal	1
Cement & Concrete Composites	1
Composites: Part B	2
Construction andBuilding Materials	19
Engineering Structures	1
Journal of Cleaner Production	1

Tablo 4.3. 'ün devamı

Yıllar bazında dergi isimleri	Yayın sayısı
Journal of Environmental Management	1
Journal of King Saud University – Engineering Sciences	1
Materials & Design	5
Mechanics of Materials	1
ScienceDirect	2
Sciverse - ScienceDirect	4
2014	67
Alexandria Engineering Journal	3
Cement & Concrete Composites	11
Cement andConcrete Research	3
Composite Structures	1
Construction andBuilding Materials	34
Engineering Structures	2
HBRC Journal	1
Journal of Cleaner Production	2
Journal of King Saud University – Engineering Sciences	1
Materials & Design	7
ScienceDirect	2
2015	62
Alexandria Engineering Journal	2
Applied Clay Science	1
Cement & Concrete Composites	2
Cement andConcrete Research	1
Composites: Part B	1
Computers andStructures	1
Construction andBuilding Materials	37
Engineering Structures	1
Journal of Building Engineering	1
Journal of Cleaner Production	1
Materials & Design	1
Measurement	1
ScienceDirect	12
2016	67
Applied Clay Science	1
Case Studies in Construction Materials	1
Cement andConcrete Research	2
Composite Structures	1
Composites: Part B	1
Construction andBuilding Materials	39
Engineering Fracture Mechanics	3
Engineering Structures	3
Journal of Building Engineering	2
Journal of Cleaner Production	7

Tablo 4.3. 'ün devamı

Yıllar bazında dergi isimleri	Yayın sayısı
Materials & Design	2
ScienceDirect	5
2017	76
Alexandria Engineering Journal	1
Applied Clay Science	1
Applied Radiation andIsotopes	1
Cement & Concrete Composites	4
Cement andConcrete Research	1
Composites: Part B	2
Construction andBuilding Materials	39
Engineering Science andTechnology an International Journal,	1
HBRC Journal	1
International Journal of Sustainable Built Environment	2
Journal of Building Engineering	3
Journal of Cleaner Production	6
Journal of King Saud University – Engineering Sciences	1
Materials & Design	1
ScienceDirect	10
Theoretical and Applied Fracture Mechanics	1
Thin-Walled Structures	1
Genel Toplam	384

Tablo 4.3 incelendiğinde KYB konusunda ilgili veritabanında taranan dergilerden“Construction andBuilding Materials” dergisinde yayınların daha çok yapıldığı, bu dergiyi “Cement& Concrete Composites” dergisi ve “ScienceDirect” dergisinde ilgili yayınların basıldığı belirlenmiştir.

4.1.1. Dergiler Bazında Yayın Sayıları

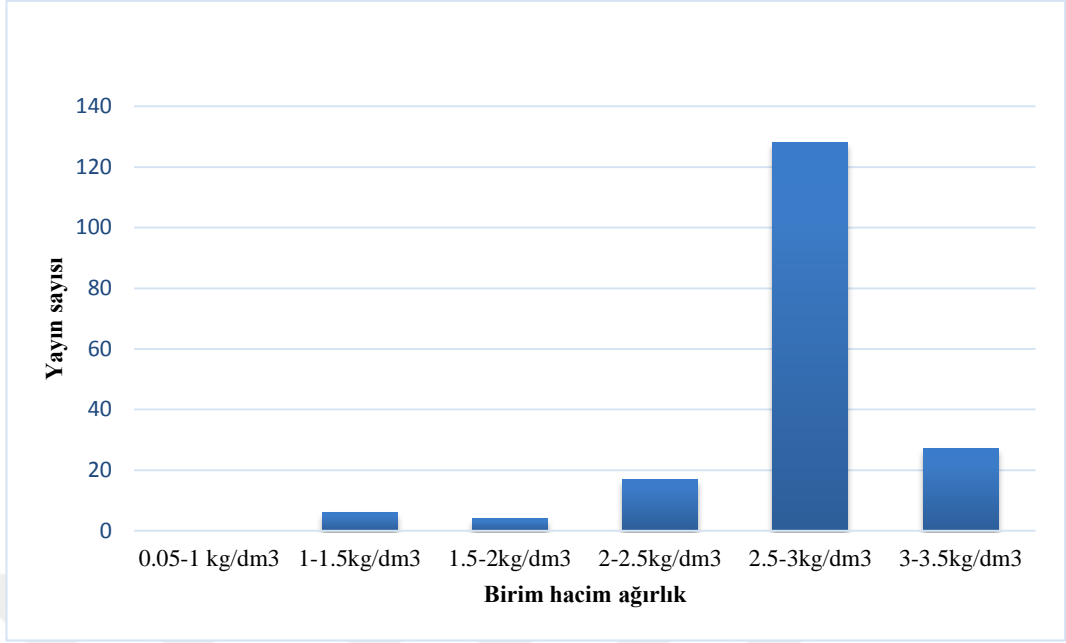
KYB konusunda veritabanında taranan dergilerin yıllara göre dağılımınıveren Tablo 4.4 incelendiğinde ise araştırmaya konu yıllardan son dört yılda yaklaşık 37 yayın olmak üzere,KYB konusunda basım yapan “Construction andBuilding Materials” dergisi 215 yayınlı ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir. Bu dergiyi 2010 ve 2012 yıllarında KYB üzerine yayın basımı yapmasada toplamda 33 yayınlı “ScienceDirect” adlı derginin ve 2016 yılında KYB konusunda yayın basımı gerçekleştirmeyen “Cement& Concrete Composites” dergisinde 25 yayın basımıyla en çok bu konu üzerinde yayın yapılan dergi olmuştur.

Tablo 4.4. KYB konusunda veritabanında taranan dergilerin yıllara göre dağılımı

Dergiler	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
Advances in Engineering Software	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Ain Shams Engineering Journal	-	1	-	1	-	-	-	-	2
Alexandria Engineering Journal	-	-	-	-	3	2	-	1	6
Applied Clay Science	-	-	-	-	-	1	1	1	3
Applied Radiation and Isotopes	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Archives Of Civil And Mechanical Engineering	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Case Studies in Construction Materials	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Cement & Concrete Composites	1	5	1	1	11	2	-	4	25
Cement and Concrete Research	1	1	-	-	3	1	2	1	9
Composite Structures	-	1	-	-	1	-	1	-	3
Composites: Part B	-	1	-	2	-	1	1	2	7
Computers and Structures	-	-	1	-	-	1	-	-	2
Construction and Building Materials	9	10	28	19	34	37	39	39	215
Energy and Buildings	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Engineering Fracture Mechanics	-	-	-	-	-	-	3	-	3
Engineering Science and Technology an International Journal,	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Engineering Structures	-	-	-	1	2	1	3	-	7
HBRC Journal	-	-	-	-	1	-	-	1	2
International Journal of Sustainable Built Environment	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Journal of Building Engineering	-	-	-	-	-	1	2	3	6
Journal of Cleaner Production	-	-	-	1	2	1	7	6	17
Journal of Environmental Management	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Journal of Hazardous Materials	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Journal of King Saud University – Engineering Sciences	-	-	-	1	1	-	-	1	3
Materials & Design	-	1	1	5	7	1	2	1	18
Materials Science and Engineering A	2	1	-	-	-	-	-	-	3
Measurement	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Mechanics of Materials	-	-	-	1	-	-	-	-	1
ScienceDirect	-	2	-	2	2	12	5	10	33
Sciverse - ScienceDirect	-	-	3	4	-	-	-	-	7
Theoretical and Applied Fracture Mechanics	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Thin-Walled Structures	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Genel Toplam	13	27	35	39	67	62	67	76	384

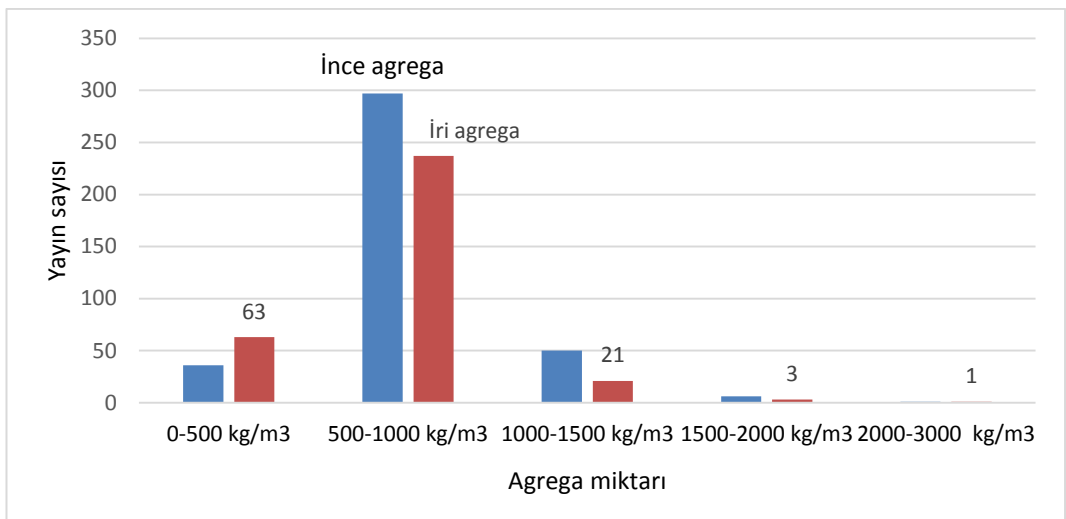
4.1.2. KYB’larda Kullanılan Agregaya BHA Değerlerindeki Dağılım

KYB konulu çalışmalarda kullanılan agregaya ait özelliklerin belirlenebilmesi amacıyla karışımlar incelenmiş ve agregaya ait verilen birim hacim ağırlıklarına bağlı olarak yayın sayıları Şekil 4.4 verilmiştir.



Şekil 4.4. KYB çalışmalarında kullanılan agrega birim hacim ağırlığı

Şekil 4.4 incelendiğinde genel anlamda kullanılan agrega birim hacim ağırlığının normal ağırlıktaki KYB üretiminde kullanılacak agrega birim hacim ağırlığı olan 2,5-3 kg/dm³ olan agrega olarak belirlenmiştir. Ancak, çalışmaların farklı anabilim dallarında veya hafif beton üretimi gibi farklı amaçlar doğrultusunda da çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca, bu çalışmalarda 1m³'lük karışıma giren agrega miktarı ise Şekil 4.5'te verilmiştir.

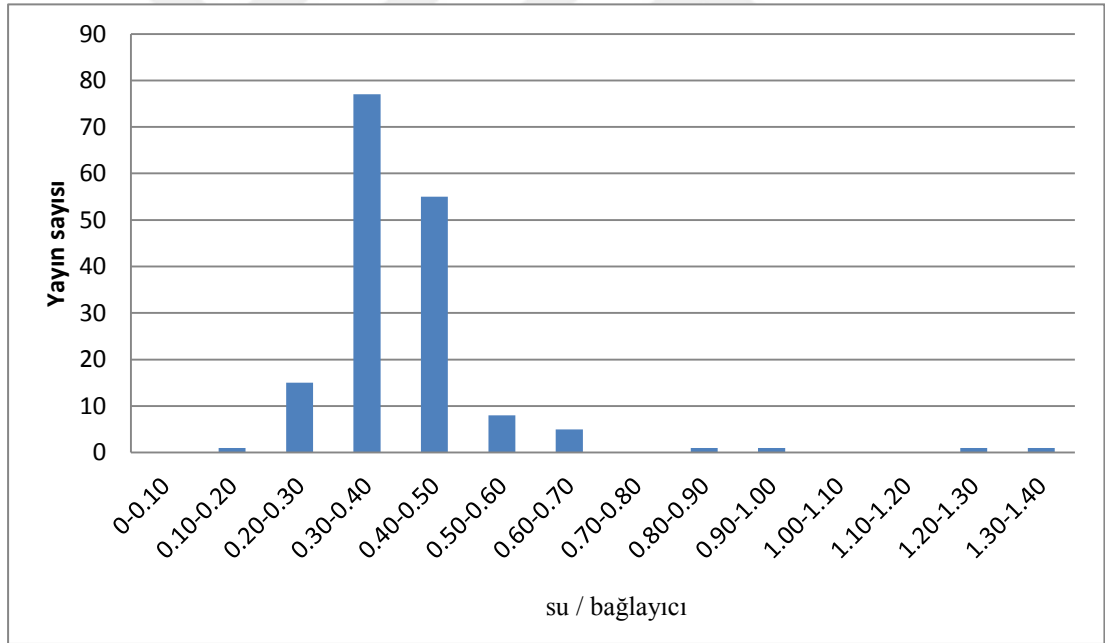


Şekil 4.5. KYB çalışmalarında kullanılan agrega miktarı

Karışıma giren agrega miktarlarını veren Şekil 4.5 incelendiğinde ise; ince agrega kullanım sayısının iri agregadan fazla olduğu, 1 m³ lük karışıma ince agregadan 500-1000 kg arası kullanılan çalışma sayısının 297 iken aynı miktardaki iri agrega kullanımını ise 237 olduğu görülmüştür. Bu durum iri agrega miktarından farklı olarak KYB'nin kendisine has özelliği olan akışkanlığı sağlayacak özellik sağlamada fazla kullanılması olarak düşünülmektedir.

4.1.3. KYB'lerde Kullanılan Su / Bağlayıcı Oranındaki Dağılım

KYB karışımlarında bir diğer unsur olan su/ bağyacı (w/b) oranı ile ilgili yapılan incelemede ise (Şekil 4.6) genelde 0,30-0,40 arasında kullanımın olduğu, ancak bunun yanısıra çalışmalarda 0,40-0,50 arasında oranlarında sıklıkla kullanılan ikincil oran olduğu belirlenmiştir.



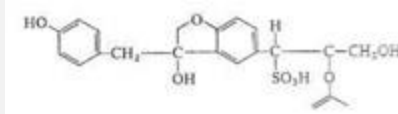
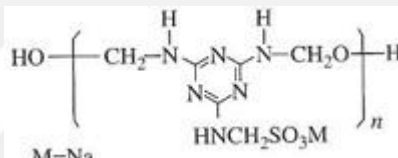
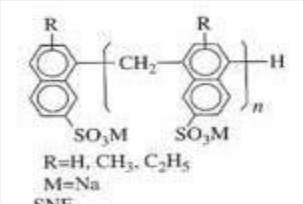
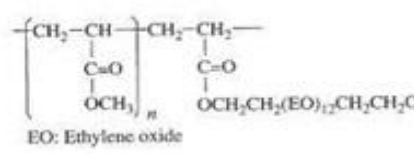
Şekil 4.6. KYB çalışmalarında kullanılan su / bağlayıcı oranı

4.1.4. KYB'lerde Kullanılan Akışkanlaştırıcı Tiplerindeki Dağılım

KYB karışımlarında aranılan akıcılık ve kıvamı sağlamada en önemli parametre olan akışkanlaştırıcı ile ilgili yapılan incelemede (Tablo 4.5) karışımlarda detayı verilen akışkanlaştırıcıların kullanıldığı 269 çalışmada Polycarboxylic Ether (PCE) tipi olan

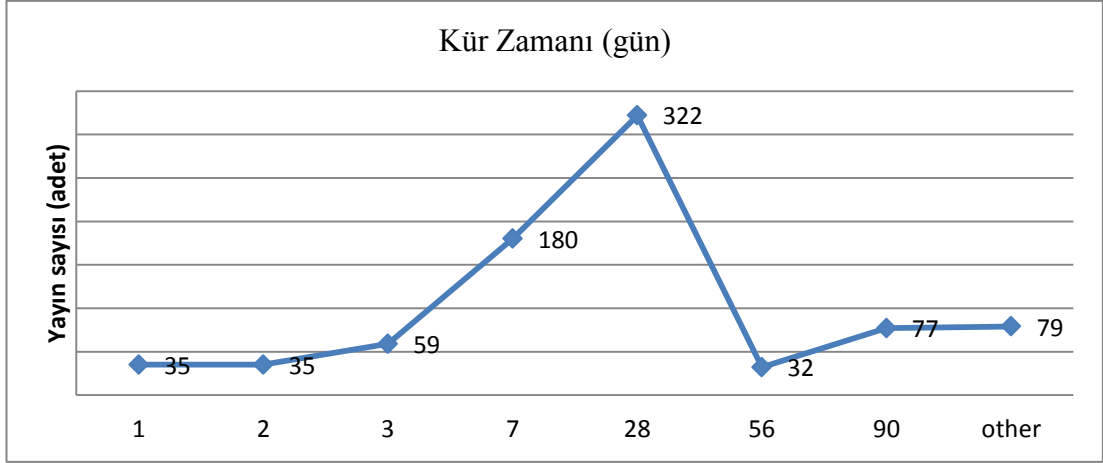
farklı firmalara ait akışkanlaştırıcı kullanıldığı, buna karşın çalışmalarda akışkanlaştırıcıların ilk nesillerinden olan diğer akışkanlaştırıcılarında az da olsa kullanıldığı çalışmalarda belirlenmiştir.

Tablo 4.5. yayınlarda kullanılan akışkanlaştırıcı tipleri (Rixom ve Maivaganam, 2003).

Tip	Orijini	Kimyasal yapısı	Yayın sayısı
Lignosulphonates	Kağıt yapımı hamuru üretimi sırasında oluşan atıkların nötralizasyonu, çöktürülmesi ve fermantasyon süreçlerinden türetilmiştir.		1
Sulphonated Melamine Formaldehyde (SMF)	Melamin-formaldehit reçinesinden üretilmiştir		3
Sulphonated Naphthalene Formaldehyde (SNF)	Naftalin'den Oleum veya SO ₃ sülfonasyon ile üretilmiştir; Formaldehit ile müteakip reaksiyon, polimerizasyona yol açar ve sülfonik asit, sodyum hidroksit veya kireç ile nötralize edilir.		11
Polycarboxylic Ether (PCE)	Peroksitöncülerini kullanan serbest radikal mekanizma, bu sistemlerde polimerizasyon işlemi için kullanılır.		269

4.1.5. KYB'larda Kullanılan Kür Sürelerindeki Dağılım

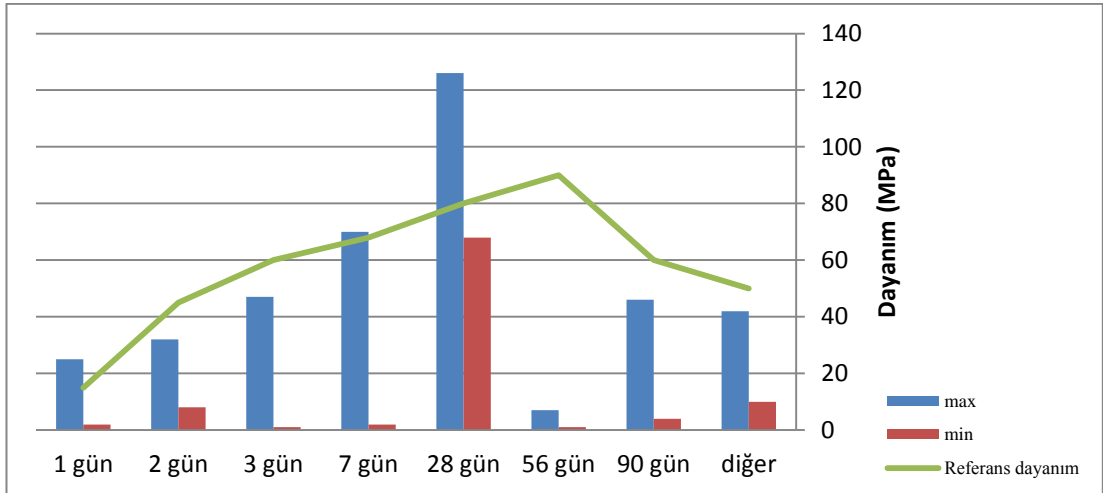
Mekaniksel özelliklerin belirlenmesinde önemli bir yeri bulunan kür süreleri ile ilgili analiz sonuçlarını gösteren Şekil 4.7 incelendiğinde çalışmaların tamamında 28 günlük özellikler verilmiştir. Buna rağmen, KYB üzerine kür sürelerine bağlı değişimlerin de belirlendiği çalışmalar olması nedeniyle 28 günlük özellikler dışında öncelikle 7 günlük sonuçlar ile 3 ve 90 günlük sonuçlarında belirlendiği görülmüştür.



Şekil 4.7. KYB çalışmalarında kullanılan kür zamanı

4.1.6. KYB’larda Basınç Dayanımlarına Bağlı Dağılım

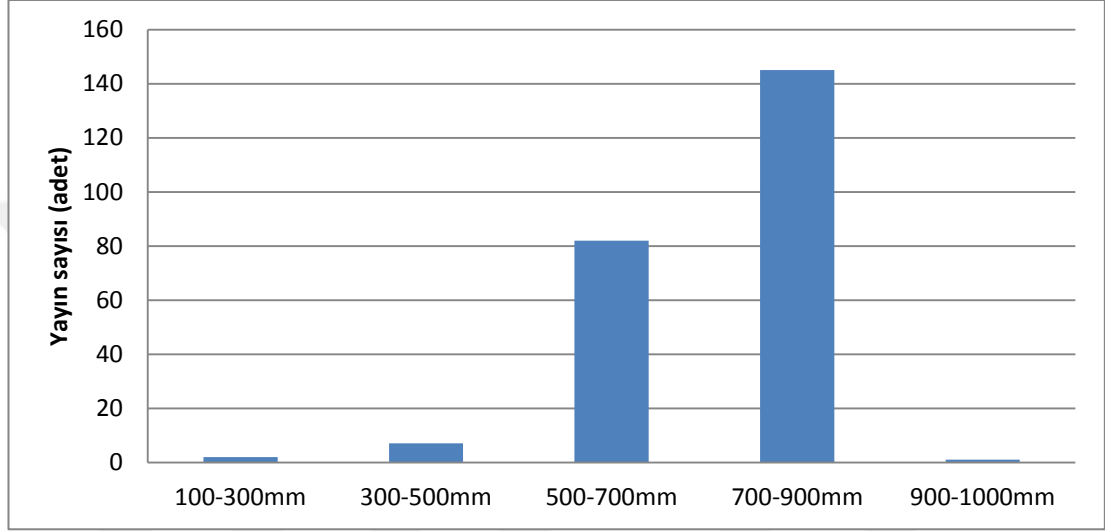
KYB ile ilgili belirlenen bir diğer özellik ise; yayın sayıları ile basınç dayanımları ortalamaları arasındaki ilişki Şekil 4.8’ de verilmiştir. İncelemelerde 28 gün ve dayanımdaki değişimin belirlenmesinde en az iki gün olan çalışmalar incelenmiş ve ortalamalarda 90 günde normalde beklenenin aksine ortalaması 80 MPa varan dayanım değerlerine ulaşıldığı görülmüştür.



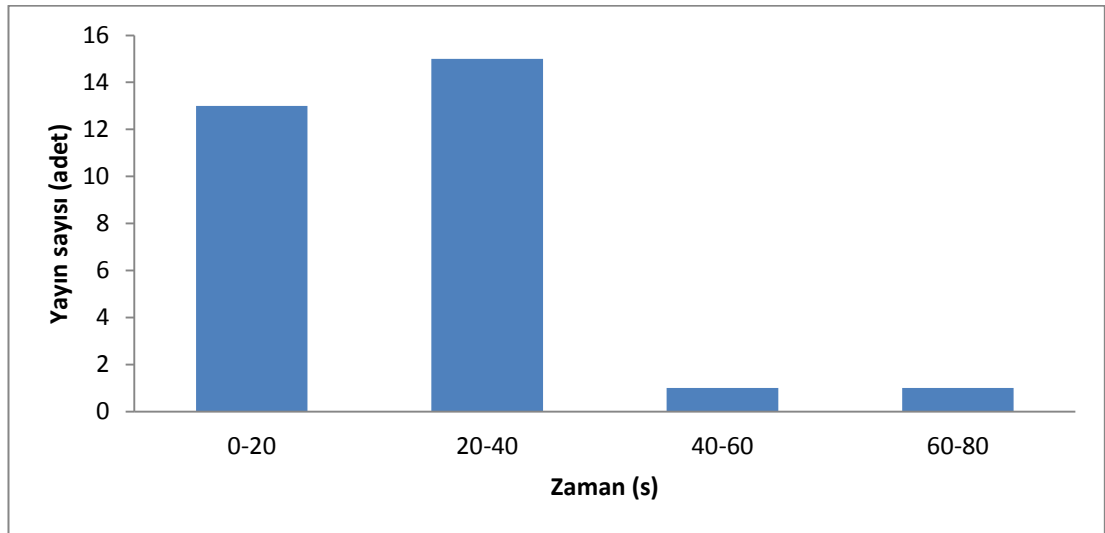
Şekil 4.8. KYB çalışmalarında belirlenen ortalama basınç dayanımları ve değişimi

4.1.7. KYB’larda Taze Beton Özellikleri İle İlgili Dağılım

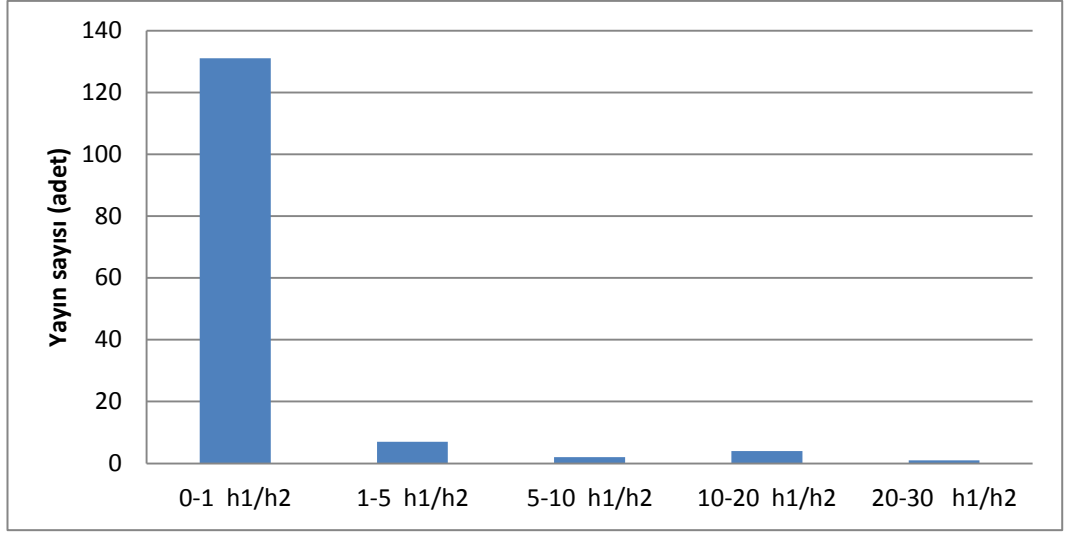
KYB ile yapılan bir diğer meta sentez ise akışkanlık özelliklerinin belirlendiği deney sonuçları olan çökme yayılma deneyi Şekil 4.9’da, U kutusu deney sonuçları Şekil 4.10’da, L kutusu deney sonuçları Şekil 4.10 ‘da ve V hunisi deney sonuçları ise Şekil 4.11’ de verilmiştir.



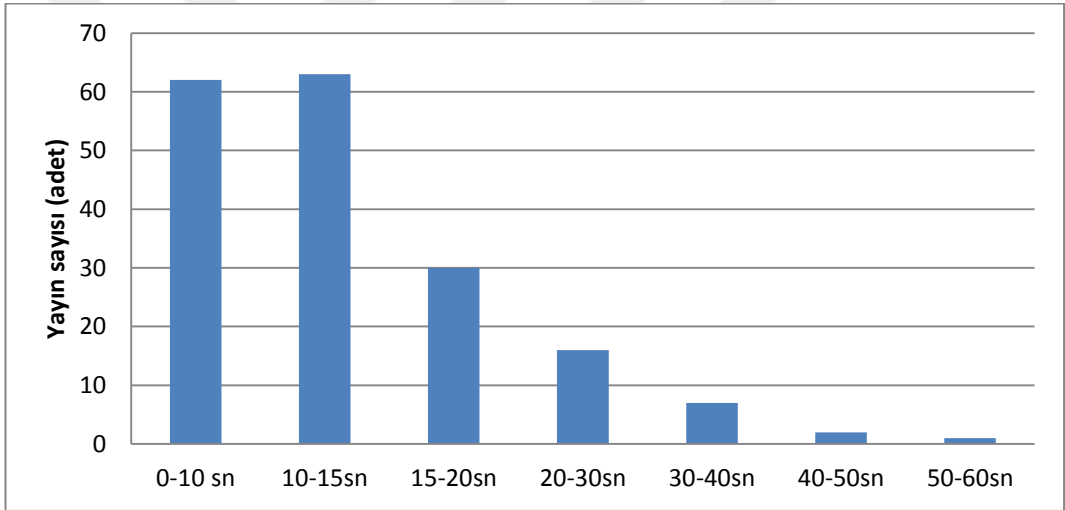
Şekil 4.9 KYB çalışmalarında belirlenen çökme yayılma değerleri



Şekil 4.10 KYB çalışmalarında belirlenen U kutusu yayılma değerleri



Şekil 4. 11KYB çalışmalarında belirlenen L kutusu yayılma değerleri



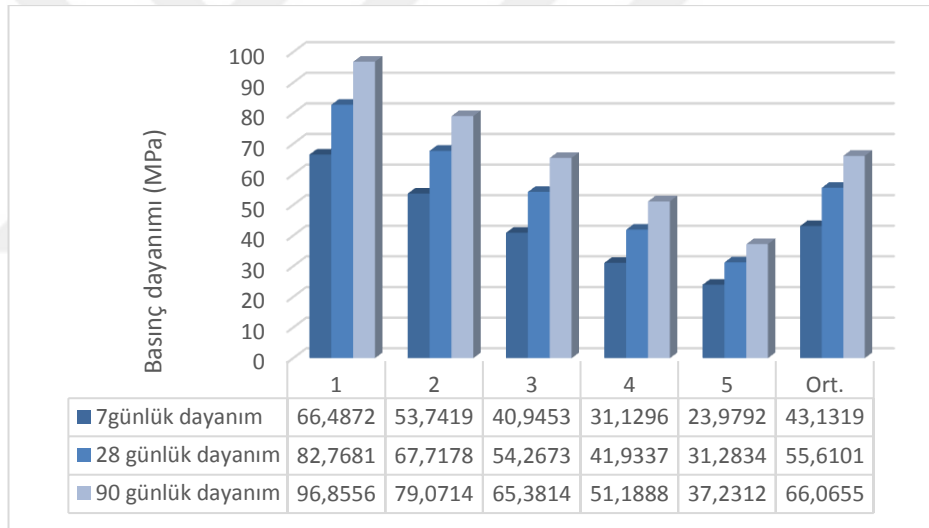
Şekil 4. 12KYB çalışmalarında belirlenen V hunisi yayılma değerleri

KYB akıcılığı ile ilgili deney sonuçlarını gösteren şekiller incelendiğinde; çökme yayılmanın 700-900 mm arasında olduğu yayın sayısının 125 olduğu belirlenmişken, 500-700 mm olan yayın sayısının da 82 olduğu görülmüştür. Ayrıca U kutusu deneyinde standartında da belirtilen 10-20 sn arası olması gereken değerlere yakın yayın sayısı ile 20-40 sn arası olan yayın sayısının toplamda 28 olduğu görülmüştür. Bu durum çalışmalarda U kutusu deney sonuçlarının çökme deney sonuçlarından daha az yayımlandığını göstermiştir.

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 incelendiğinde ise akıcılık deneylerinden beklenen değerler veya bu değerlere yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir. L kutusunda L1/L2 oranının 0-1 arasında olduğu yayın sayısının fazlalığı ile V hunisinden maksimum akıcılığın belirlenme süresi de 15 sn olan çalışmaların dikkate değer oranda fazla olduğu belirlenmiştir.

4.2. İstatistik Analiz Sonuçları

KYB üzerine yapılan 103 farklı çalışmadan elde edilen ve bu çalışmalarda kullanılan 764 farklı karışım ile bu karışımlara ait beton basınç dayanımı ve akışkanlık değerleri hazır paket istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizlere göre belirlenen basınç dayanımlarındaki genel değişim Şekil 4.13'te verilmiştir.

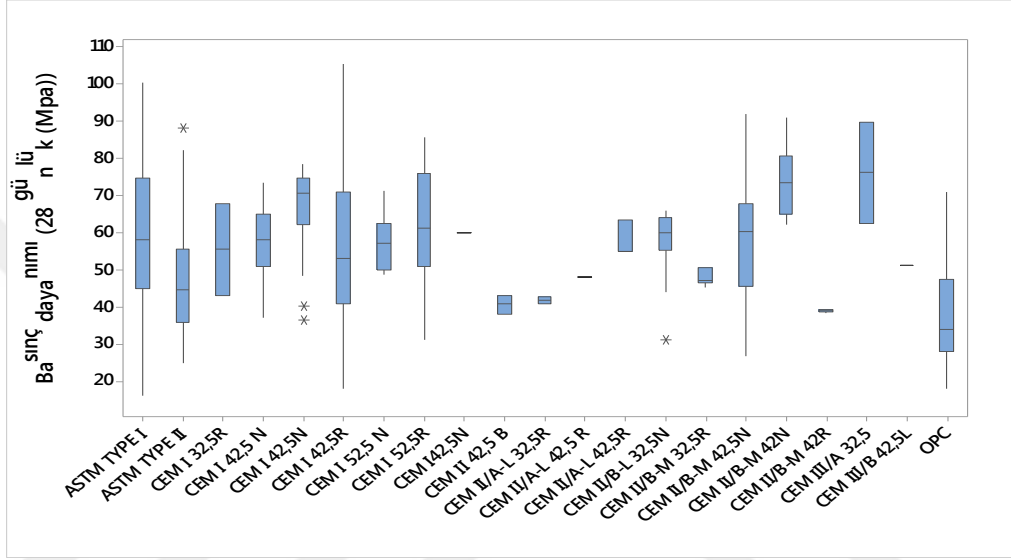


Şekil 4.13 Varyans analiz sonuçlarına göre KYB grupları

Varyans analizi sonuçlarına göre basınç dayanımı sonuçları incelendiğinde, çalışmalardan elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan birbirinden farklı olmak üzere karışımların beş grupta toplandığı ve bu gruplardan 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarının sırasıyla 66,49 MPa, 82,77 MPa ve 96,86 MPa olarak ilk grupta bulunduğu görülmüştür. Bu tablo ile 28 günlük basınç dayanımları yaklaşık 31 MPa'dan 83 MPa'a kadar değişen seviyelerde KYB elde edilebildiği görülmüştür. Ortalama değerlere çalışmalarda bakıldığında 28 günlük nihai dayanımı 55 MPa olan betonların elde edildiği belirlenmiştir.

4.2.1. Basınç Dayanımı İle İlgili Analizler

KYB üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan çimento tipleri farklı ülkelerdeki standartlara bağlı olarak farklı isimlendirilmeleri gözönünde bulundurulmuş ve yazarların çalışmalarında belirtmiş oldukları isimlere göre çimento tipleri Şekil 4.14'da verilmiştir.

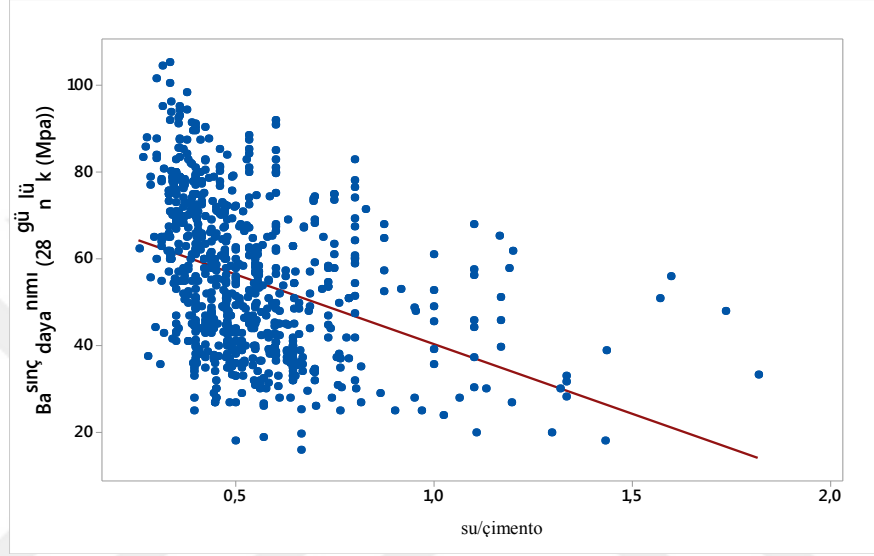


Şekil 4.14. Araştırma konusu kapsamında incelenen makalelerde kullanılan çimento tipleri ve ortalama basınç dayanımları

Şekil 4.14 incelendiğinde; çalışmalarda 21 farklı çimento tipinin kullanıldığı ve en çok kullanılanın ise ASTM type I ve CEM I 42,5 R başta olmak üzere ASTM type II, CEM I 32,5 R, CEM I 52,5 R ve CEM II/B-M 42,5 N türü çimento ile yapılan çalışmaların sayısal fazlalığı görülmüştür. Standart sapma miktarları dikkate alındığında 90MPa ve üstü dayanımlara ASTM type I ve CEM I 42,5 R tipi çimentolar ile ulaşıldığı belirlenmiştir.

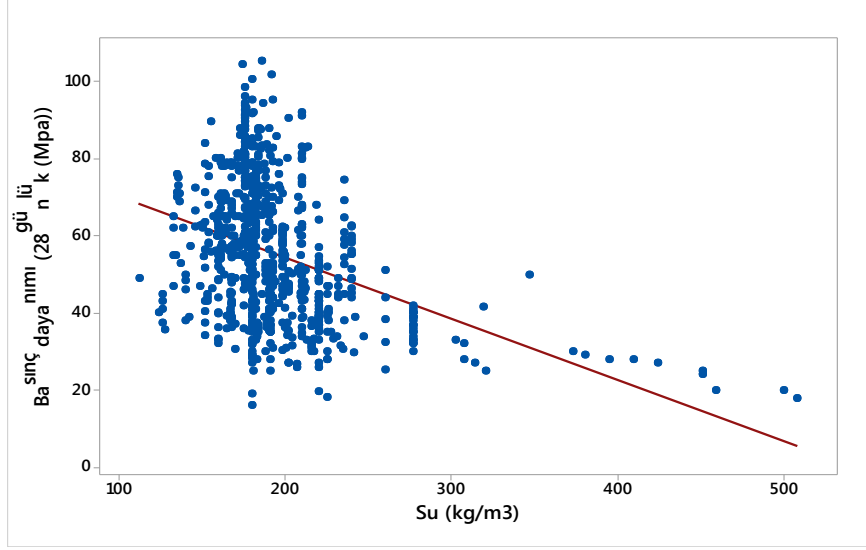
4.2.1.1. Basınç dayanımı ile ilgili w/coranın incelenmesi

KYB üzerine yapılan çalışmalarda, beton durabilitesi üzerine önemli etkisi olduğu bilinen su / çimento oranı (w/c) ile ilgili olarak genel değişim Şekil 4.15 ve kullanılan su miktarı ile ilgili değişim ise Şekil 4.16'da verilmiştir.



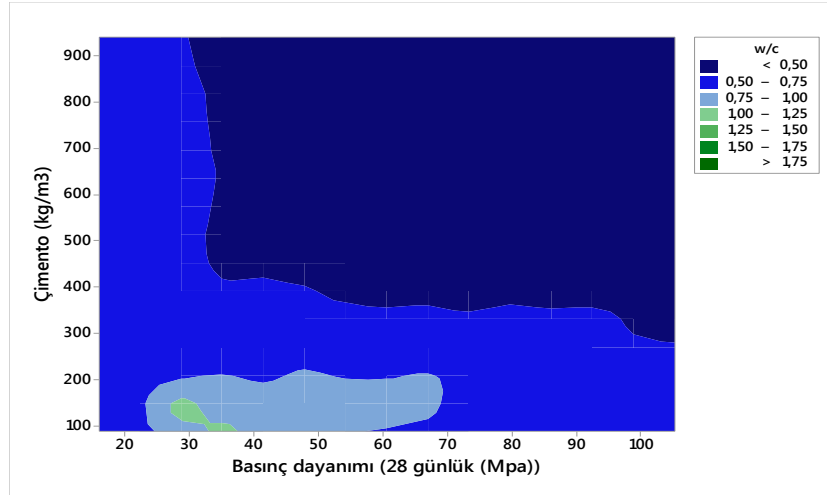
Şekil 4.15. Çalışmalarda kullanılan su/çimento (w/c) oranına bağlı olarak 28 günlük basınç dayanımındaki ortalama değişimler

Su / çimento oranının minimum 0,25 oranında ve az çalışmada olsa maksimum 1,85 oranına kadar değişen oranlarda kullanımları olduğu belirlenmiştir. Ancak, yapılan çalışmalarda çoğunluk kullanılan oranın 0,3 ile 0,6 arasında olduğu görülmektedir. Ortalama 50 -70 MPa arası basınç dayanımlarına ulaşılabilen çalışmaların w/c oranı açısından 0,30-0,40 oranları arasında olduğu görülmüştür. Şekil 4.16 incelendiğinde ise 1 m³ karışımda kullanılan su miktarının 175 – 200 kg/m³ değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

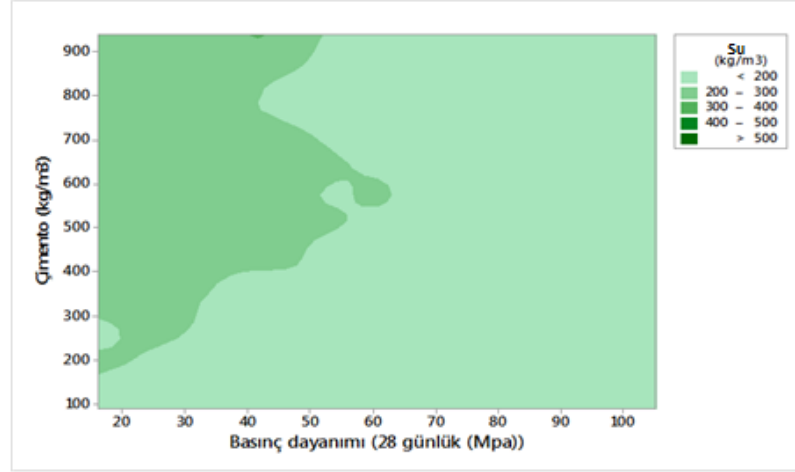


Şekil 4.16. Çalışmalarda kullanılan su miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim.

Kullanılan çimento dozajı ve w/c oranına bağlı olarak basınç dayanımları arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 4.17 incelendiğinde; çalışmalarda çimento dozajının 300 – 350 kg/m³ oranından fazla kullanıldığı durumlarda KYB’lerde yüksek dayanım elde etmek için w/c oranının 0,50 oranından daha küçük kullanılması durumunda hedeflenen dayanımlara ulaşılabilirdiği belirlenmiştir.



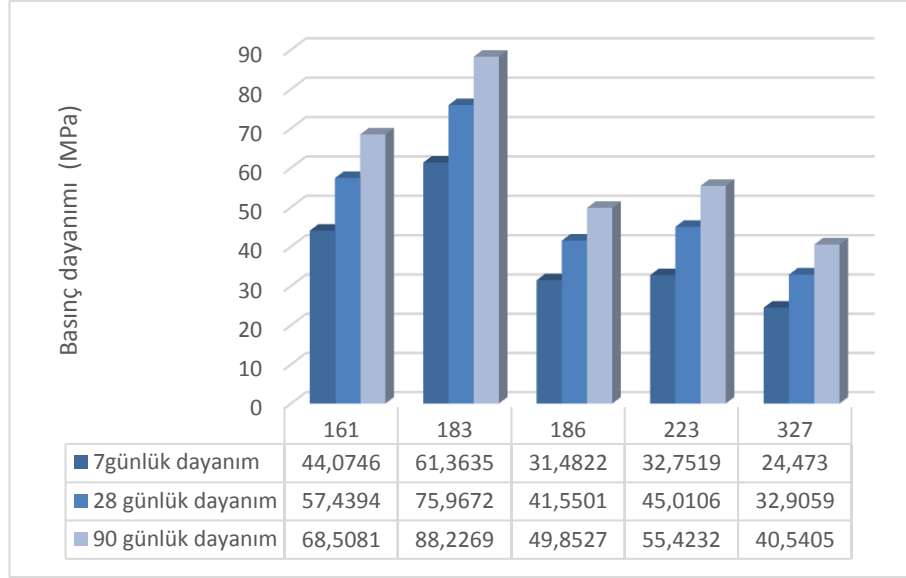
Şekil 4.17. Çalışmalarda kullanılan su / çimento (w/c) oranına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki



Şekil 4.18. Çalışmalarda kullanılan su miktarına bağlı imento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

Kullanılan imento dozajı ve w/c oranına bağlı olarak değişime benzer olarak kullanılan su miktarı dikkate alındığında (Şekil 4.18) 50 MPa ve üstü dayanımlar elde etmenin 200 kg/m³'ten daha az su kullanılması durumunda olacağı incelenen çalışmalarda mümkün olduğu görülmüştür.

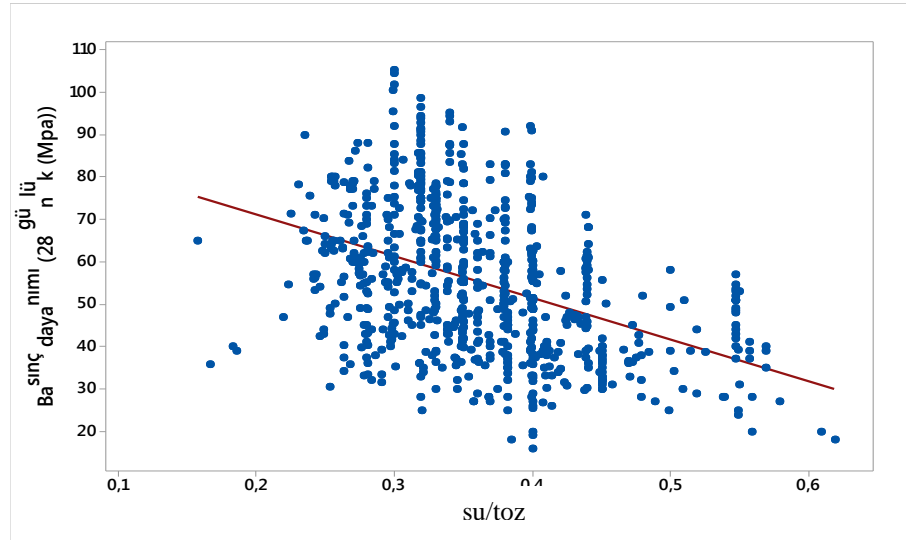
Şekil 4.19 incelendiğinde ise;incelenen çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre 5 grupta değerlendirilebilecek varyans analiz sonuçlarına göre 161 kg/m³ su kullanılması durumunda 28 günlük nihai dayanım ortalamalarının 57,4 MPa ulaşabildiği; ancak, su kullanım miktarının 183 kg/m³ kullanılması durumunda ortalama 75 MPa varan 28 günlük nihai dayanımların elde edildiği tespit edilmiştir. Bu durum malzeme içerisinde çok fazla değişken olmasına rağmen su miktarının hidratasyon için gerekli miktara yeterli olmadığı düşünülmektedir. Artan miktarlarda ise değişen oranlarda dayanımların dştğu görülmüştür.



Şekil 4.19.Çalışmalara göre elde edilen su içeriğine bağlı varyans analiz grupları

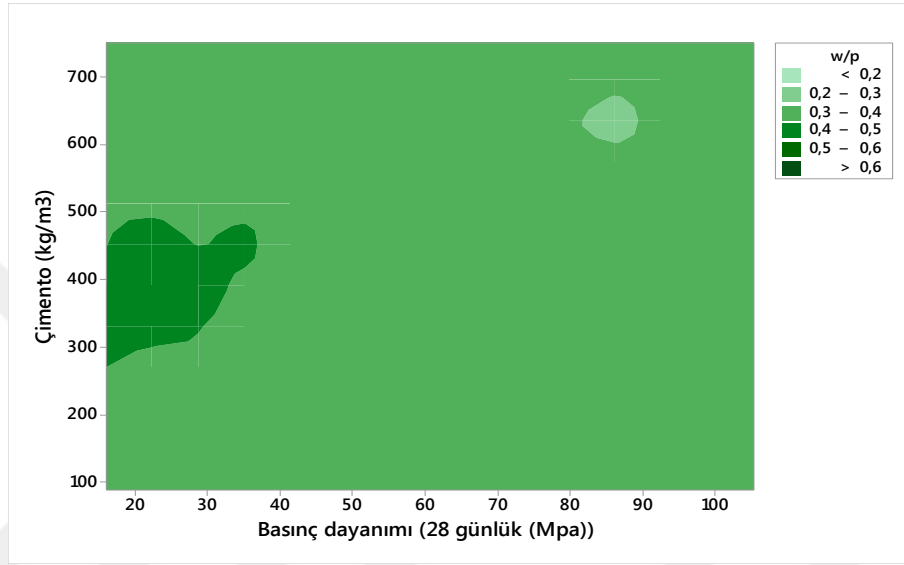
4.2.1.2.Basınç dayanımı ile ilgili w/p oranının incelenmesi

KYB betonlarda akışkanlıkta ara faz olarak işlem gören ince malzeme miktarını gösteren su/toz oranı (w/p) ile çalışmalardan elde edilen basınç dayanımları arasındaki ilişki Şekil 4.20’de verilmiştir.



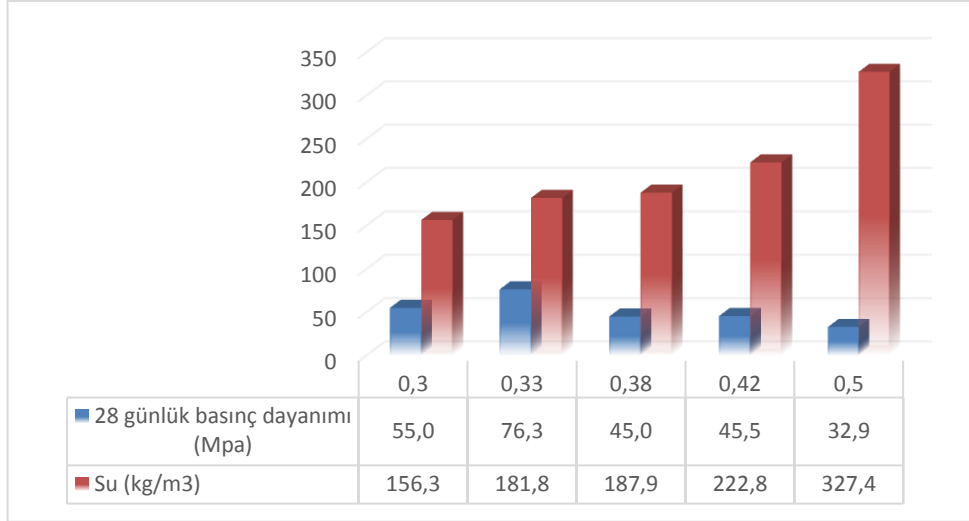
Şekil 4.20. Çalışmalarda kullanılan su/toz (w/p) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Çalışmalarda çoğunlukla tercih edilen oranın 0,25 ila 0,40 oranları arasında tercih edildiği ve bu oranlar kullanılması durumunda 50 MPa civarı ve üzeri dayanımların elde edildiği görülmüştür. Ancak bu oranın kesin değeri için çimento miktarı ile w/p oranının basınç dayanım değerleri arasındaki etkileşimi incelendiğinde (Şekil 4.21), w/p oranının 0,2- 0,3 arasında kullanıldığı durumlarda istatistiki açıdan yüksek dayanımlara ulaşıldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.21. Çalışmalarda kullanılan su / toz (w/p) oranına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

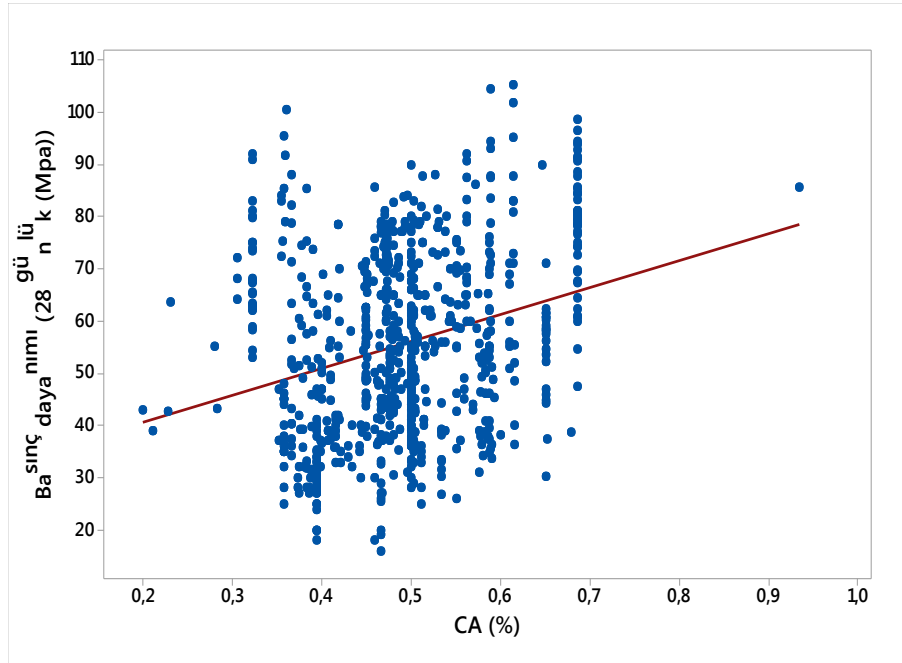
Şekil 4.22 incelendiğinde; yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre 5 grupta değerlendirilebilecek varyans analiz sonuçlarına göre; w/p oranın 0,3 olması durumunda ortalama su miktarının $156,3 \text{ kg/m}^3$ olduğu ve 28 günlük nihai basınç dayanım değerinin ise ortalama 55 MPa dayanıma ulaştığı, w/p oranının 0,33 olması durumunda su miktarının $181,8 \text{ kg/m}^3$ ve ortalama 28 günlük nihai dayanımın su kullanılması durumunda 28 günlük nihai dayanım $76,3 \text{ MPa}$ olduğu belirlenmiştir. Bu oranın artması durumunda su miktarı artmış ve dolayısıyla dayanımlarda w/c oranındaki durumla paralel olarak azalmalar meydana gelmiştir.



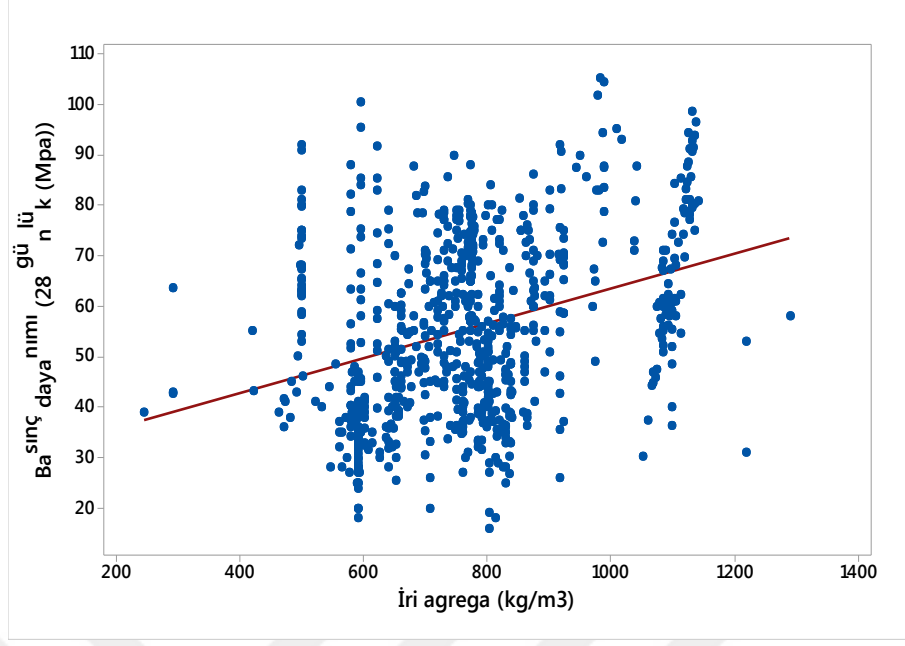
Şekil 4.22. Çalışmalarda kullanılan değişik w/p oranlarına bağlı varyans grupları

4.2.1.3. Basınç dayanımı ile ilgili agrega oranının incelenmesi

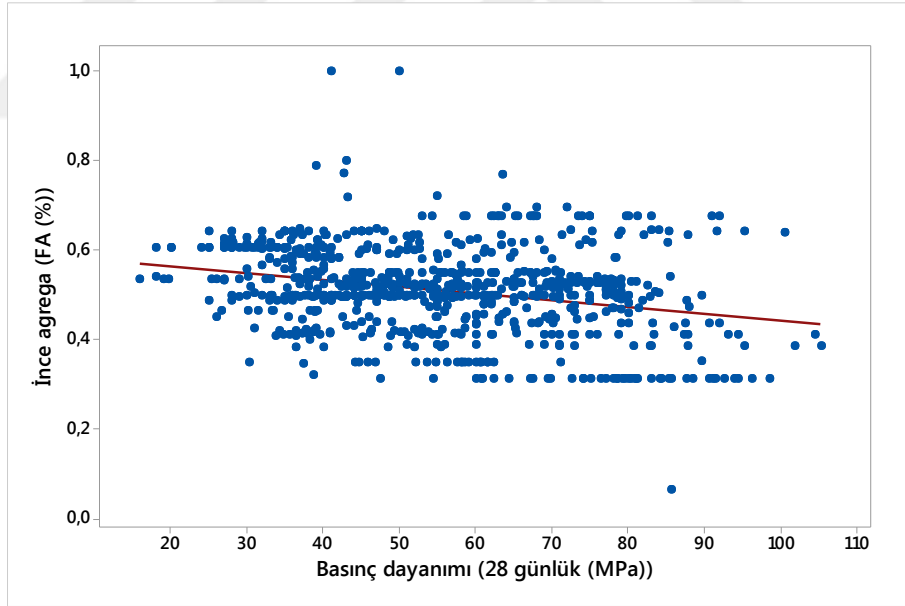
KYB üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde çok farklı agrega tipleri kullanılmasına rağmen agrega miktarı ile ince ve iri agrega miktarlarının basınç dayanımları açısından ilişkileri Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’ de verilmiştir.



Şekil 4.23. Çalışmalarda kullanılan iri agrega oranına (CA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim



Şekil 4.24. Çalışmalarda kullanılan iri agrega miktarına (CA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

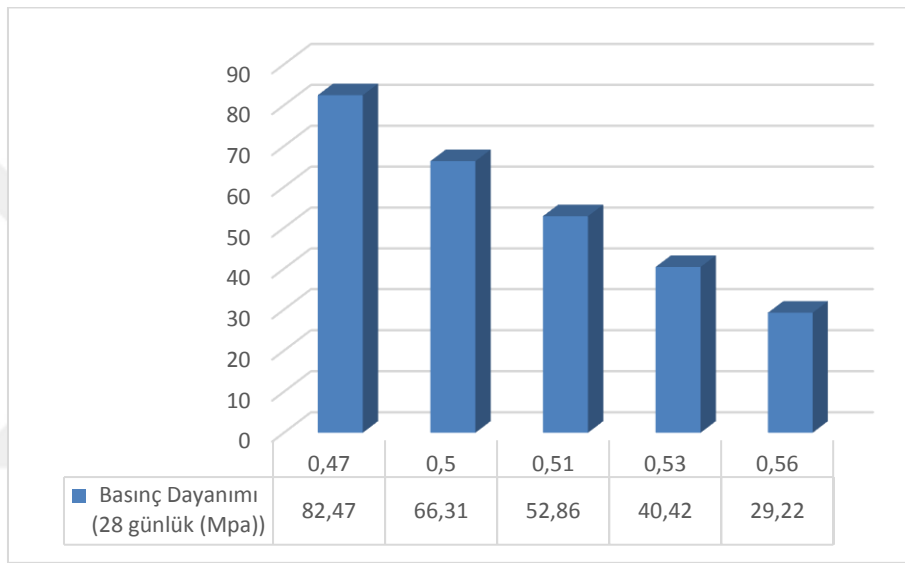


Şekil 4.25. Çalışmalarda kullanılan ince agrega oranına (FA) göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Şekil 4.23 incelendiğinde iri agrega (CA) miktarının 0,40 ila 0,60 oranları arasında değişkenlik gösterdiği, miktar olarak bu oranların (Şekil 4.24) yaklaşık 600 kg/m³ ile 1000 kg/m³ değerleri arasında kullanıldığı görülmüştür. Benzer şekilde iri agrega miktarında değişimle ince agrega kullanımı arasındaki değişimin (Şekil 4.25)

birbirleriyle ilişkili olduğu ve bu oranlar ile istenilen dayanımlara ulaşabilecek karışımlarda kullanıldığı tespit edilmiştir.

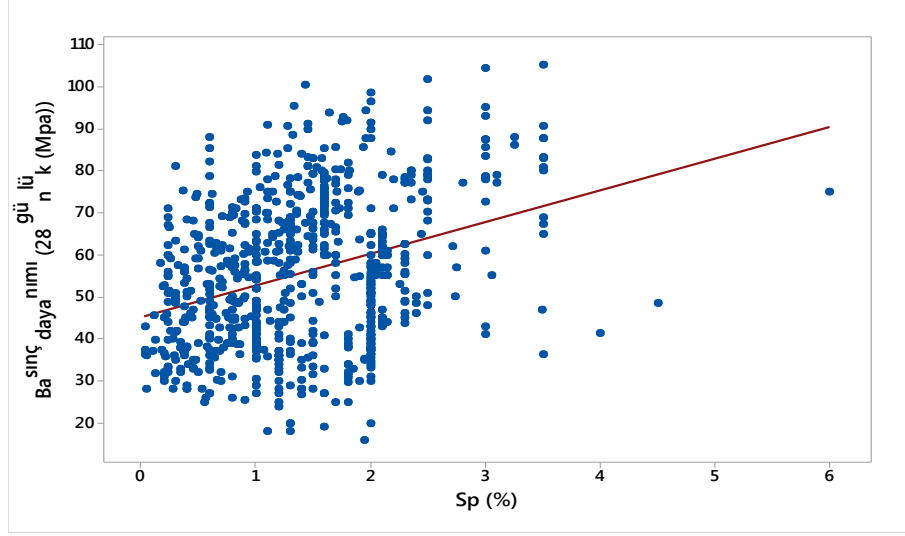
KYB üzerine yapılan araştırma sonuçlarına göre; agrega kullanımı ile ilgili 5 varyans grubu oluşturulduğunda (Şekil 4.26) 0,47 ince ve 0,53 iri agrega oranında maksimum ortalama basınç dayanımı olan 82,47 MPa dayanımlara ulaşılabildiği, ince agrega oranındaki % 9 artışa rağmen dayanımlarda % 67 lere varan ortalama dayanım kayıpları olduğu belirlenmiştir.



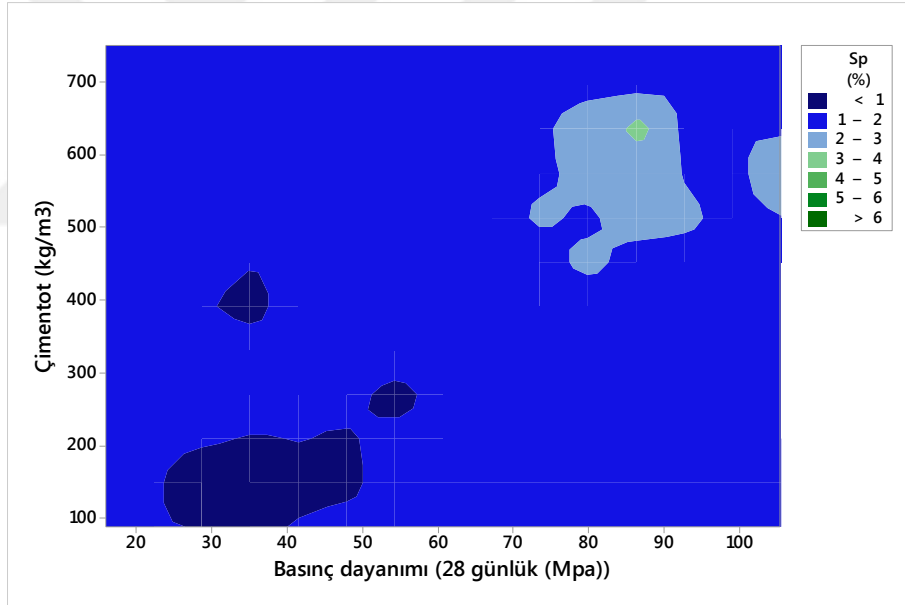
Şekil 4.26. Çalışmalarda kullanılan ince agrega oranına (FA) göre basınç dayanım değerlerine bağlı varyans grupları

4.2.1.4. Basınç dayanımı ile ilgili akışkanlaştırıcı (Sp) oranının incelenmesi

KYB üzerine yapılan çalışmalarda farklı firmalara ve farklı içeriklerde olmasına rağmen ilgili karışımlarda kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) oranları ile ilgili sonuçlar Şekil 4.27’de ve çimento oranı ile akışkanlaştırıcının KYB’lerin dayanımlarına etkisi ile ilgili sonuçlar ise Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.27. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

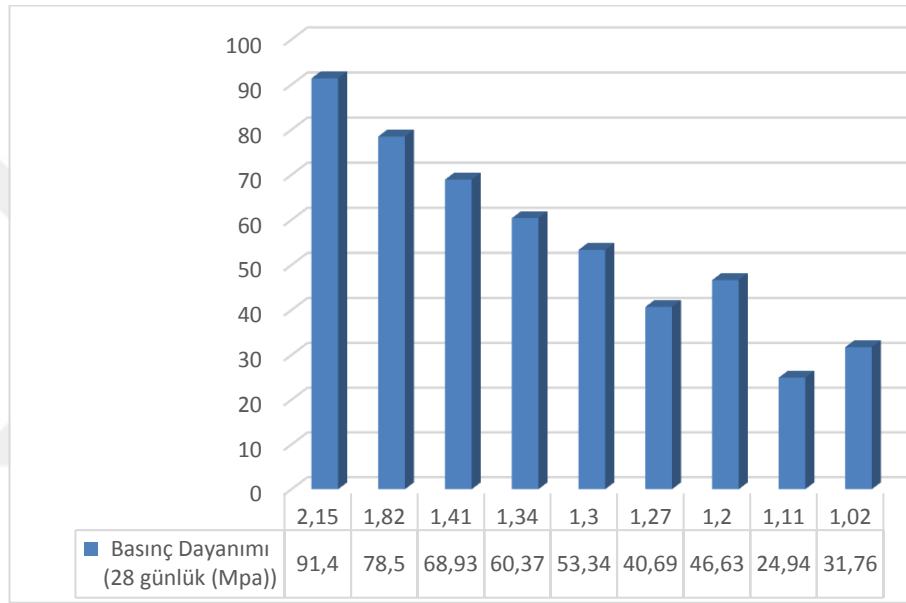


Şekil 4.28. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) oranında çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

Şekil 4.27 incelendiğinde; kullanılan akışkanlaştırıcı (Sp) oranının % 0,4 ile % 2 oranları arasında kullanıldığı ve kullanılan akışkanlaştırıcı ile diğer karışıma giren malzeme özelliklerine göre çok düşükten yükseğe dayanımlara kadar geniş ölçekte sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bu durum akışkanlaştırıcı kullanımının çalışma parametrelerine bağlı olarak farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Ancak Şekil 4.28 incelendiğinde; çimento miktarı ile akışkanlaştırıcı (Sp) oranının birlikte

etkisi görülmüştür. Bu durum yapılan çalışmalardan elde edilen istatistiki ortlamaya bağlı olmakla birlikte, yüksek dayanımlar elde etmede %1-2 arasında akışkanlaştırıcı kullanıldığı görülmüştür.

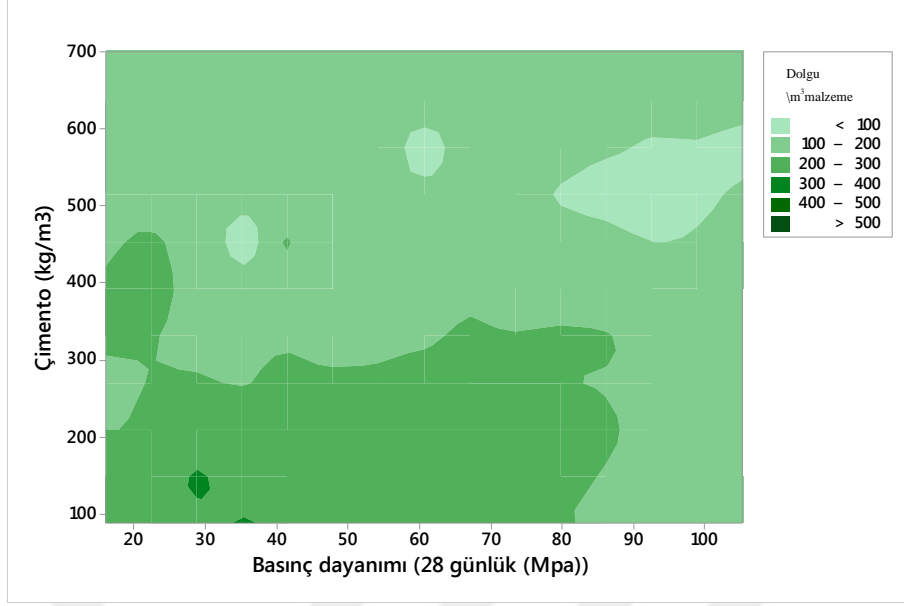
Şekil 4.29 incelendiğinde ise, basınç dayanımı değerlerine bağlı varyans gruplarında akışkanlaştırıcı oranının (S_p) 2,15 kullanılması ile 91,4 MPa dayanımlara ulaşıldığı ve S_p 'nin en az 1,3 kullanılması durumunda da yüksek dayanım sayılabilecek 50 MPa ve üstü ortalama dayanıma ulaşılacağı görülmüştür.



Şekil 4.29. Çalışmalarda kullanılan akışkanlaştırıcı oranına (S_p) göre basınç dayanım değerlerine bağlı varyans grupları

4.2.1.5. Basınç dayanımı ile ilgili dolgu malzeme oranının incelenmesi

Dolgu malzeme oranının basınç dayanımı ve çimento ile değişimi Şekil 4.30'da verilmiştir.

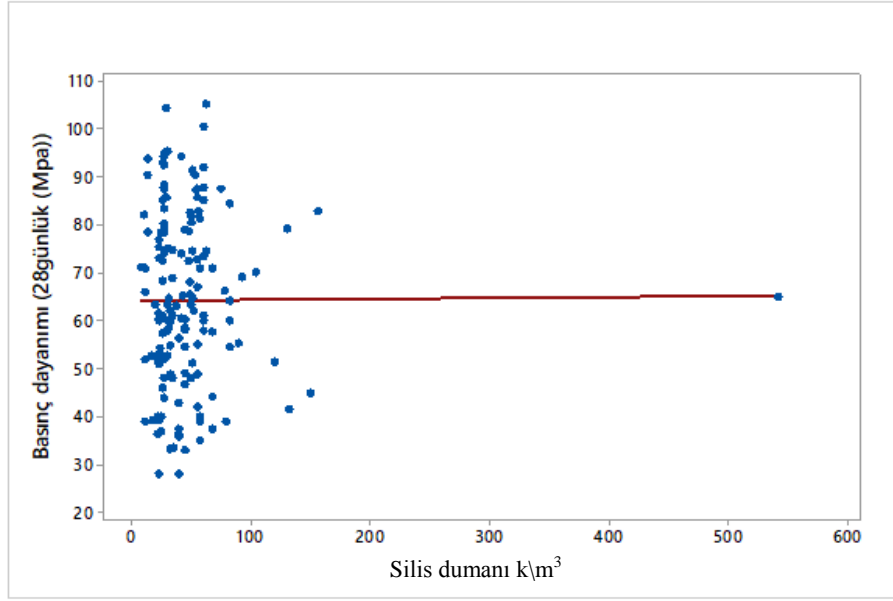


Şekil 4.30. Çalışmalarda kullanılan dolgu malzeme miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

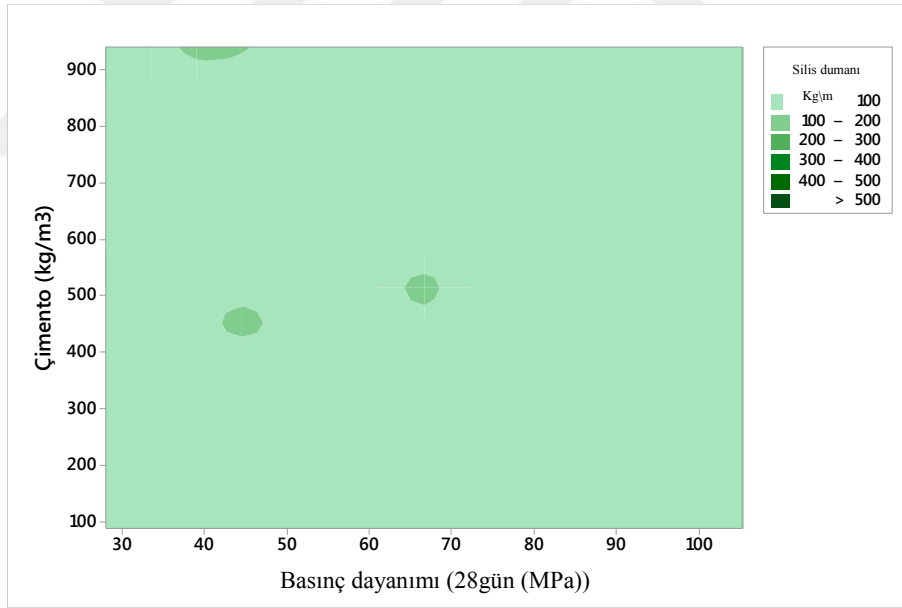
Şekil 4.30 incelendiğinde filler malzeme kullanımının 300 kg/m^3 değerini geçmediği görülmüştür. Ancak 80 MPa ve üstü değerlerde dayanımlar elde edilebilmesi için ise bu değer 100 kg/m^3 ile 200 kg/m^3 arasında kullanılması durumunda gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. Filler malzemenin genel durumunu ifade eden Şekil 4.42 de verilen genel dağılımı dışında yer alan diğer unsurlar maddeler halinde alt başlıklarda verildiği için burada açıklanmamıştır.

4.2.1.5.1. Basınç dayanımına silis dumanı etkisi

KYB'larda karışımda filler malzeme olarak karışımlara ilave edilen silis dumanı ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen veriler Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.31. Çalışmalarda kullanılan silis dumanı miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim



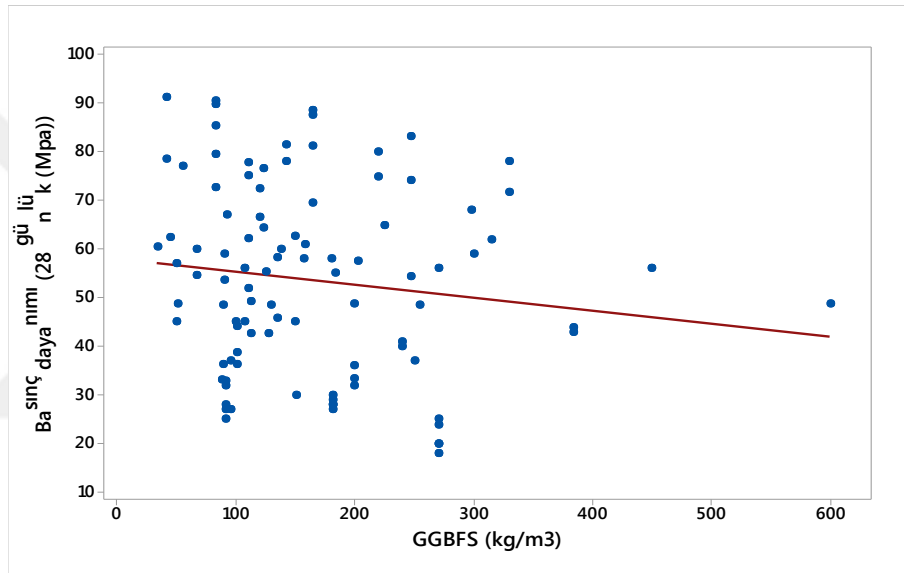
Şekil 4.32. Çalışmalarda kullanılan silis dumanı miktarına bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki

Şekil 4.31 ve Şekil 4.32 incelendiğinde silis dumanı kullanım miktarının karışımlarda 10 kg/m^3 değerini aşmadığı, çalışmalarda ortalama 65 MPa dayanım elde edilen bir karışıma rağmen silis dumanı katkısının çalışmalarda kullanılan karışımların diğer parametrelerine bağlı olarak değişik dayanımlar (20 MPa - 100 MPa arası) elde

edilebileceği belirlenmiştir. Şekil 4.32’de ise bu durum ideal kullanım olarak kullanılması durumunda 100 Kg/m^3 aşmayan oranların kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

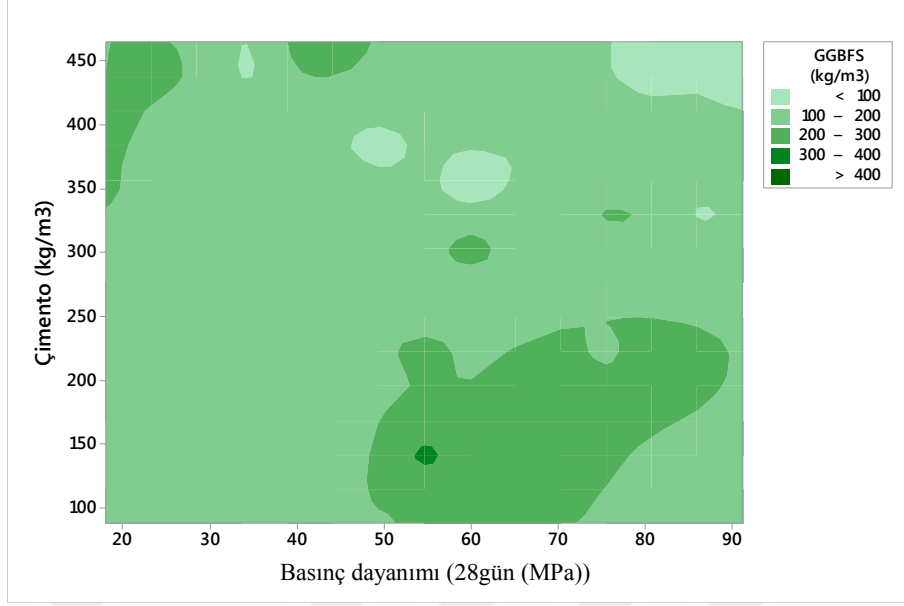
4.2.1.5.2. Basınç dayanımına cürüt etkisi

KYB’larda karışımda filler malzeme olarak karışımlara ilave edilen cürüt (GGBFS) ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen veriler Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’da verilmiştir.



Şekil 4.33. Çalışmalarda kullanılan cürüt (GGBFS) miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Şekil 4.33 incelendiğinde cürüt (GGBFS) kullanımının 300 kg/m^3 değerini genel anlamda aşmayan çalışmaların yapıldığı, değişkenlik göstermesine rağmen ortalama eğim incelendiğinde artan cürüt (GGBFS) göre dayanımın 55 MPa dayanım değerlerinden başlayan ve bu değerden daha düşük dayanım değerlerinin elde edildiği belirlenmiştir.

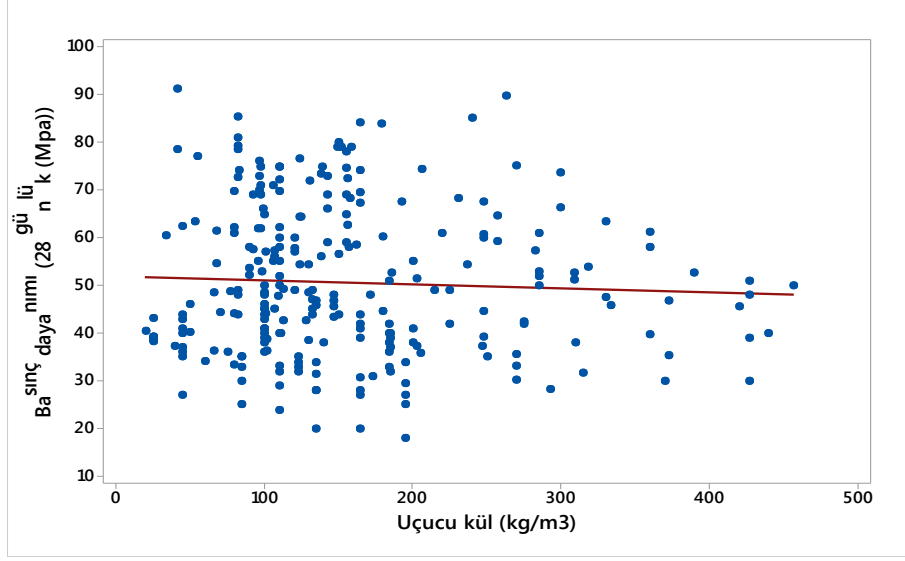


Şekil 4.34. Çalışmalarda kullanılan cürüt (GGBFS) bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki

Şekil 4.34 incelendiğinde ise;cürüt (GGBFS) ve çimento kullanımı ile basınç dayanımı arasındaki ilişkinin düşük dozajlarda 50 MPa ve üstü dayanımlar için belirli bir orana kadar cürüt (GGBFS) kullanımının olduğu, ancak 300 kg/m³ ve üzeri dozajlarda cürüt (GGBFS) kullanımının ise 100 – 200 kg/m³ arasında kullanıldığı görölmüştür.

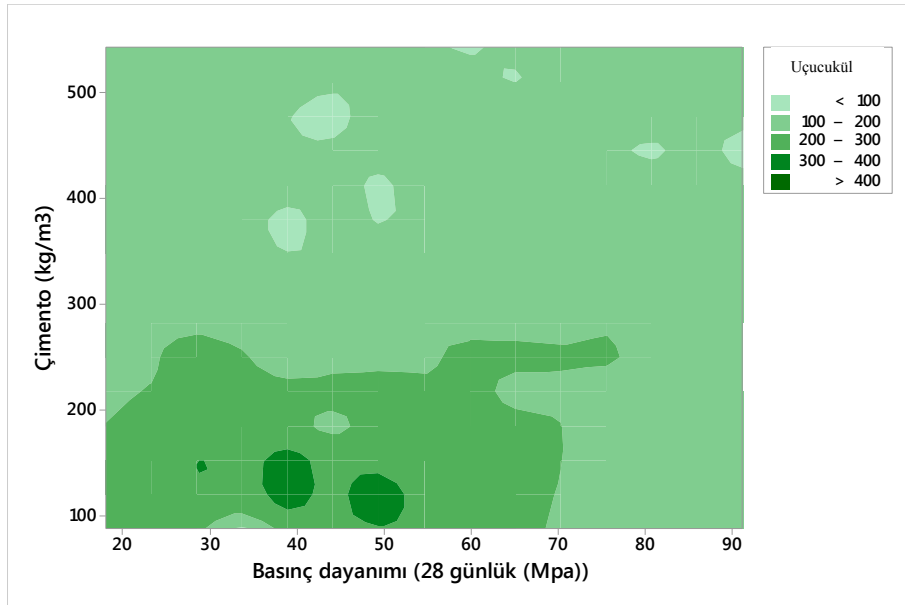
4.2.1.5.3. Basınç dayanımına uçucu kületkisi

KYB’larda karışımda filler malzeme olarak karışımlara ilave edilen uçucu kül (fly ash) ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen veriler Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.35. Çalışmalarda kullanılan uçucu kül miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

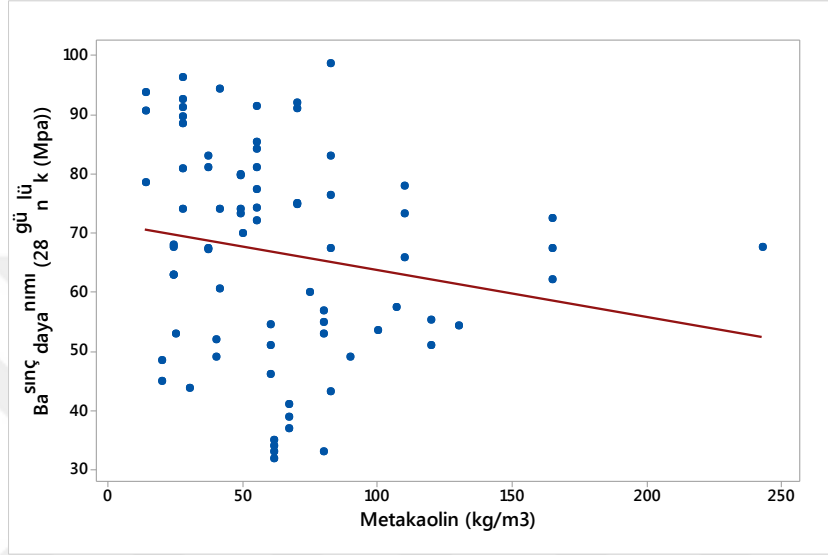
Şekil 4.35 incelendiğinde uçucu kül kullanımının yaklaşık 50 kg/m^3 değerinden başlayıp 450 kg/m^3 değerine kadar çok değişken kullanımı olduğu görülmektedir. Ancak, çalışmaların genelinde 200 Kg/m^3 değerini geçmeyen çalışmaların sayısal fazlalığı ile genel eğilimde ise yaklaşık 50 MPa 'lık ortalama dayanım değişkenlik gösterdiği görülmüştür.



Şekil 4.36. Çalışmalarda kullanılan uçucu kül miktarına bağlı çimento dozajı ve dayanım arasındaki ilişki

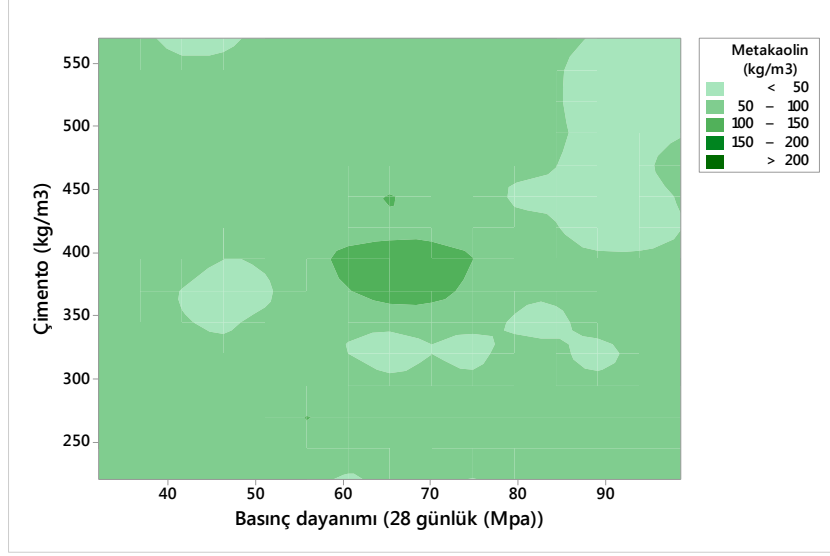
4.2.1.5.4. Basınç dayanımına metakaolin etkisi

KYB'larda karışımda filler malzeme olarak karışımlara ilave edilen uçucu kül metakaolin ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen veriler Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de verilmiştir.



Şekil 4.37. Çalışmalarda kullanılan metakaolin miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Şekil 4.37 incelendiğinde çalışmalarda metakaolin kullanımının 150 Kg/m^3 değerini aşmayan değerlerde olduğu, daha çok kullanılan miktarın yaklaşık 50 Kg/m^3 olan çalışmaların fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu oranlarında dayanım açısından çok değişken dayanımlar elde edildiği çalışmalardan görülmektedir. Ortalama eğim incelendiğinde ise artan metakaolinin artışa paralel dayanımda azalmaya neden olduğu görülmüştür.

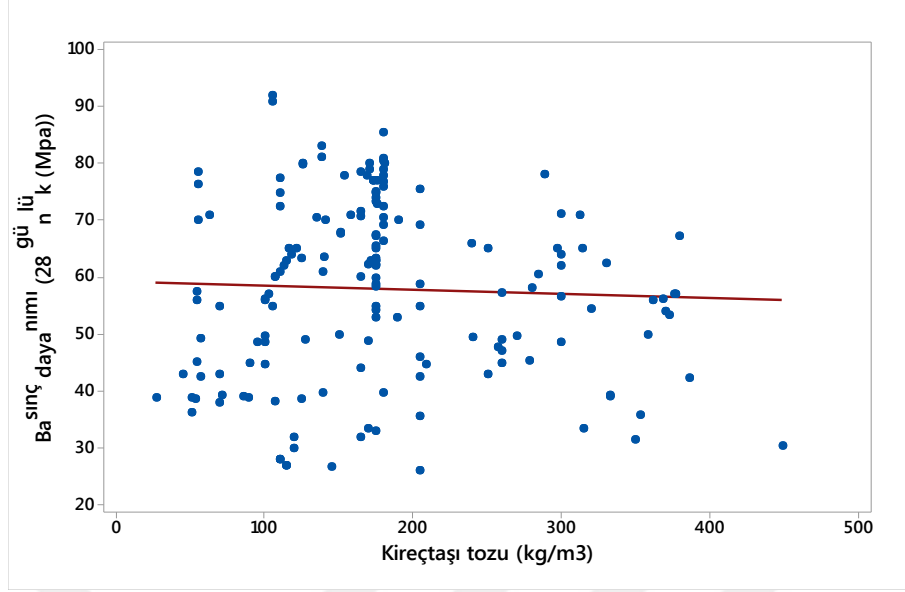


Şekil 4.38. Çalışmalarda kullanılan metakaolin miktarına bağlı çimentodozajı ve dayanım arasındaki ilişki

Çalışmalarda çimento ve metakaolinkatkısının basınç dayanımı üzerine etkisi incelendiğinde (Şekil4.38), çimento dozajının değişmesine paralel olarak metakaolin katkısında farklı kullanımlar olduğu istiksel açıdan belirlenmiştir. Bu durum karışımlarda kullanılan ince malzeme miktarı ve diğer parametrelerinde etkisi ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

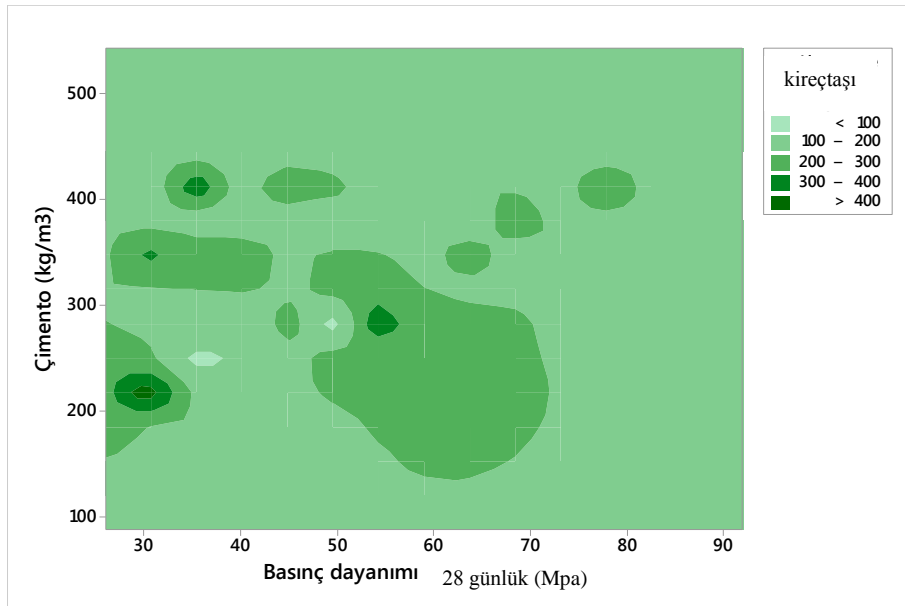
4.2.1.5.5. Basınç dayanımına kireçtaşı tozunun etkisi

KYB'lar üzerine yapılan çalışmalarda filler malzeme olarak silis dumanı, uçucu kül, taban külü ve metakaolinim dışında kireçtaşıtozu ile yapılan çalışmalarında fazla olduğu görülmüş ve bu kapsamda kireçtaşı tozu ile yapılan çalışmalardan elde edilen detaylı analizleri Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'de verilmiştir.



Şekil 4.39. Çalışmalarda kullanılan kireçtaşı tozu miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Şekil 4.39 incelendiğinde 400 kg/m^3 oranına kadar değişik kullanım oranlarının olduğu, ancak çalışmalarda $150 - 200 \text{ kg/m}^3$ olan çalışma sayısının fazla olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen dayanımların çok değişken olduğu, ortalama eğim çizgisine bağlı olarak artan orana göre dayanımda az da olsa bir düşüş meydana geldiği görülmüştür.

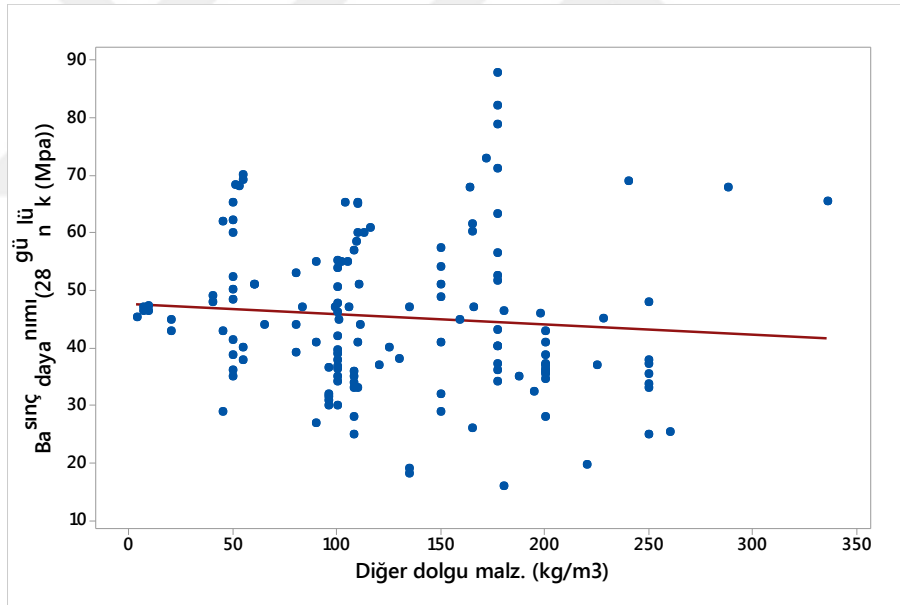


Şekil 4.40. Çalışmalarda kullanılan kireçtaşı tozu miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

Basınç dayanımı üzerine çimento ve kireçtaşı tozunun etkisi Şekil 4.40 incelendiğinde; dozaja bağlı olarak kireçtaşı kullanımı basınç dayanımı üzerinde homejen bir dağılım sağlamadığı, ancak genelde 100-200 kg/m³ arası oranda çalışmalarda daha çok kullanıldığı görülmüştür.

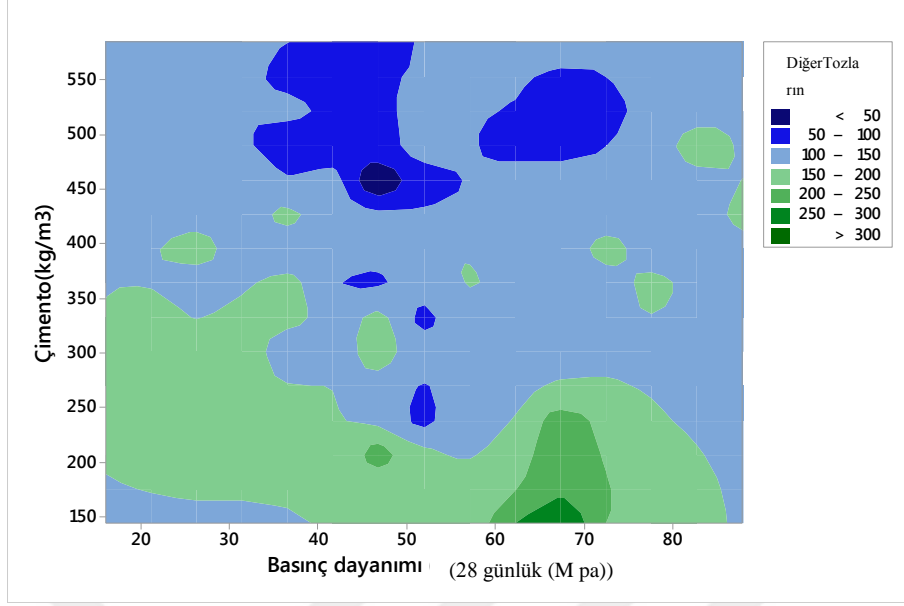
4.2.1.5.6. Basınç dayanımına diğer tozların etkisi

KYB'lar üzerine yapılan çalışmalarda filler malzeme olarak silis dumanı, uçucu kül, taban külü, metakaolinin ve kireçtaşı tozu ile yapılan çalışmaların dışında araştırma amaçlı olarak mermer tozu, granit tozu gibi farklı tozlar ile hafif agregalara ait tozlarında kullanıldığı belirlenmiştir. Bu tozlar ile hafif KYB üretiminin amaçlanmadığı çalışmalar dikate alınarak, değişik tozlara ait analiz sonuçları Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.41. Çalışmalarda kullanılan diğer dolgu malzemesi miktarlarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

Şekil 4.41 incelendiğinde, farklı tozların çalışmalarda 250 kg/m³ geçmeyecek oranlarda ve genellikle 50 kg/m³ ve katları şeklinde genelde kullanıldığı görülmüştür. Şekil 4.41 ve Şekil 4.42 incelendiğinde elde edilen sonuçlar arasında kullanılan malzemeler arasındaki farklılıktan dolayı standart bir değişim belirlenememiş olup, bu tozlarda ortalama 50 MPa civarı dayanımlarında elde edilebildiği görülmüştür.

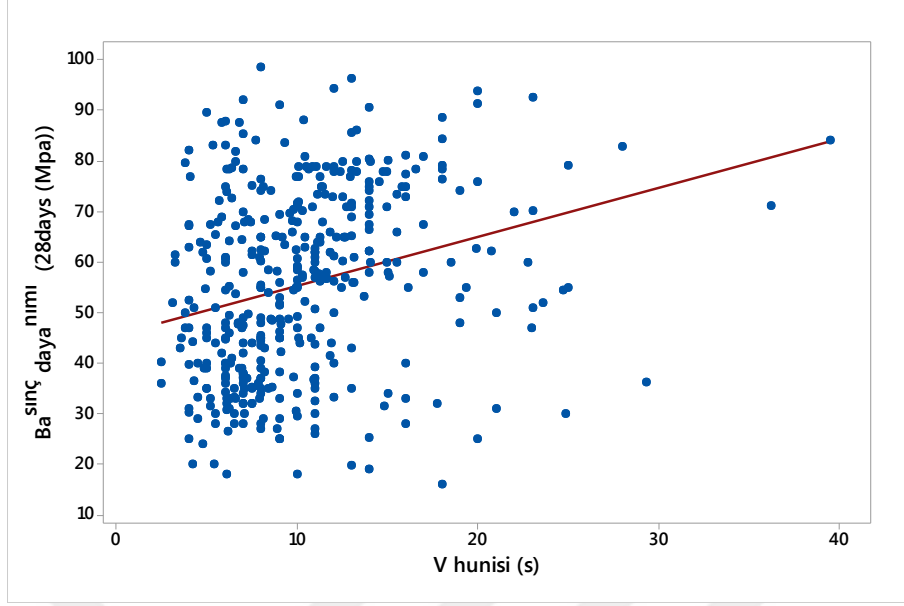


Şekil 4.42. Çalışmalarda kullanılan su miktarına bağlı çimento miktarı ve dayanım arasındaki ilişki

4.2.2. Akıcılık ile İlgili Analizler

Kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) üzerine yapılan çalışmalarda, doldurma kabiliyetini ölçmek ve ayrışma kararlılığını değerlendirmek için kullanılan V-hunisi testi ile basit ve en yaygın olarak kullanılan test yöntemlerinde karışımlarının taze haldeki akıcılıkları ve yayılma çaplarının belirlenmesinde kullanılan, engelsiz ortamda kendi ağırlı altında serbest olarak deforme olabilme yeteneğinin ölçüldüğü çökme yayılma (slump) testerinin kullanımı incelenmiştir. Bu testler dışında bulunan akıcılığın ölçüldüğü testlerin yapıldığı çalışmalar olmasına rağmen, istatistiksel açıdan karşılaştırılabilecek sayıda olmaması ve her çalışmada ortak bir analiz yöntemi olarak seçilmemeleri bu çalışma kapsamı dışında tutulmalarının başlıca nedenidir.

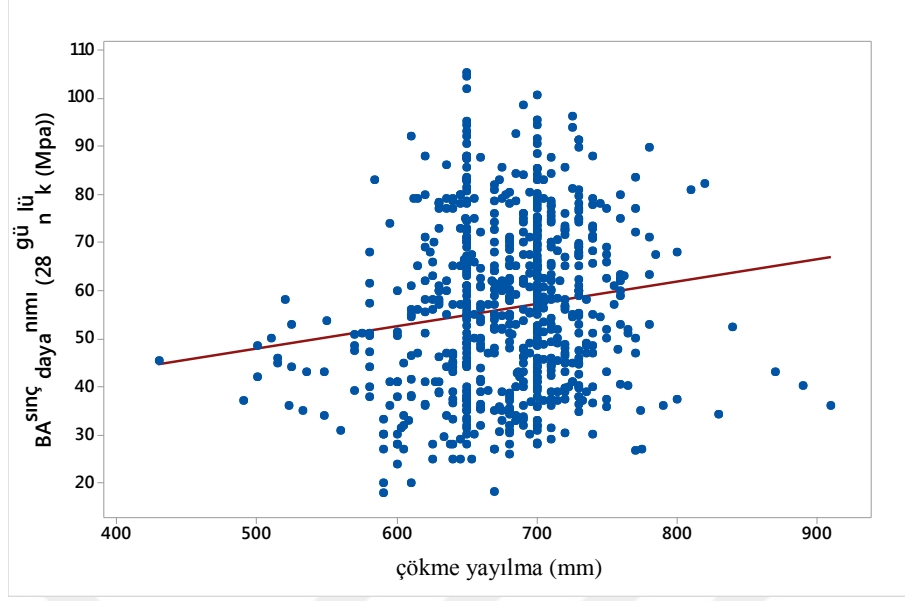
KYB'ler üzerine yapılan çalışmalara incelendiğinde akıcılığın ölçülmesinde kullanılan V hunisi testi sonuçları Şekil 4.43'te ve yayılma çökme (slump) analiz sonuçları Şekil 4.44'da verilmiştir.



Şekil 4.43. Çalışmalarda kullanılan V hunisi miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

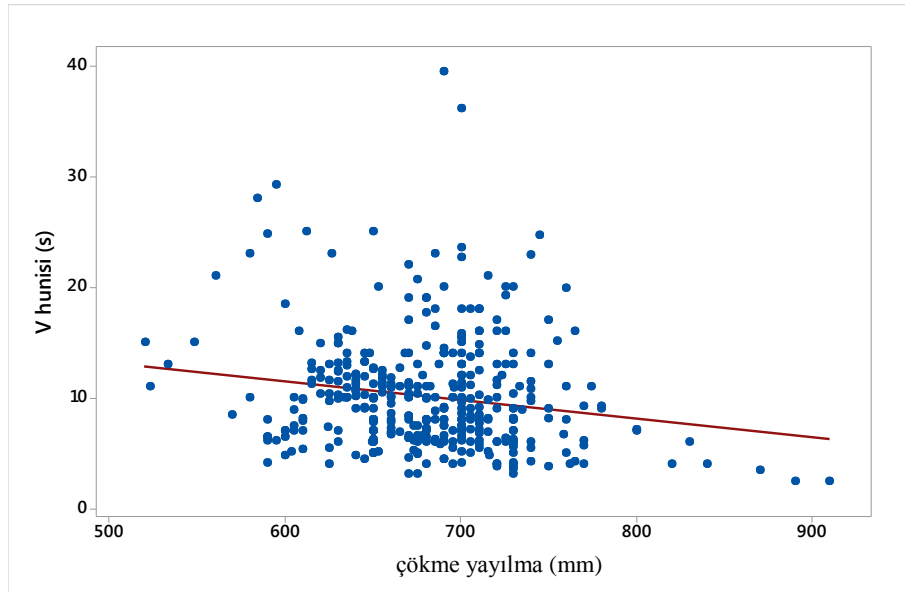
Şekil 4.43 incelendiğinde V hunisi testi sonuçlarının standartlarda belirtilen ve ideal oran olarak ifade edilen 0-10 s arasında olması durumunun çoğu araştırmacı tarafından sağlandığı, ancak çalışma içerik ve malzeme kullanımına göre bu değerleri aşan çalışmalarında olduğu görülmüştür. V hunisi tesiti ile direkt olarak basınç dayanımı ile ilişkisi incelendiğinde homejen bir dağılım olmadı, 20MPa ile 100 MPa arasında değişkenliklerin olduğu belirlenmiştir. Ancak istatistiksel olarak incelendiğinde ortalma değişim eğiliminin artan akıcılıkla birlikte basınç dayanımı üzerinde olumlu bir etki yaratarak, dayanımda artış sağladığı görülmüştür.

Şekil 4.44 incelendiğinde ise yayılma çökme (slump) deneyinin standartlarda belirtilen yayılma çapları arasında (600 – 800 mm) olduğu, genellikle yapılan çalışmalarda slump değerinin 650-750 mm arası değerlerine ulaşıldığı ve genel olarak V hunisi test sonuçlarına paralel olarak artan yayılma çapına göre basınç dayanım değerlerinde istatistiksel açıdan artış olduğu görülmüştür.



Şekil 4.44. Çalışmalarda kullanılan çökme yayılma miktarına göre basınç dayanım değerlerindeki değişim

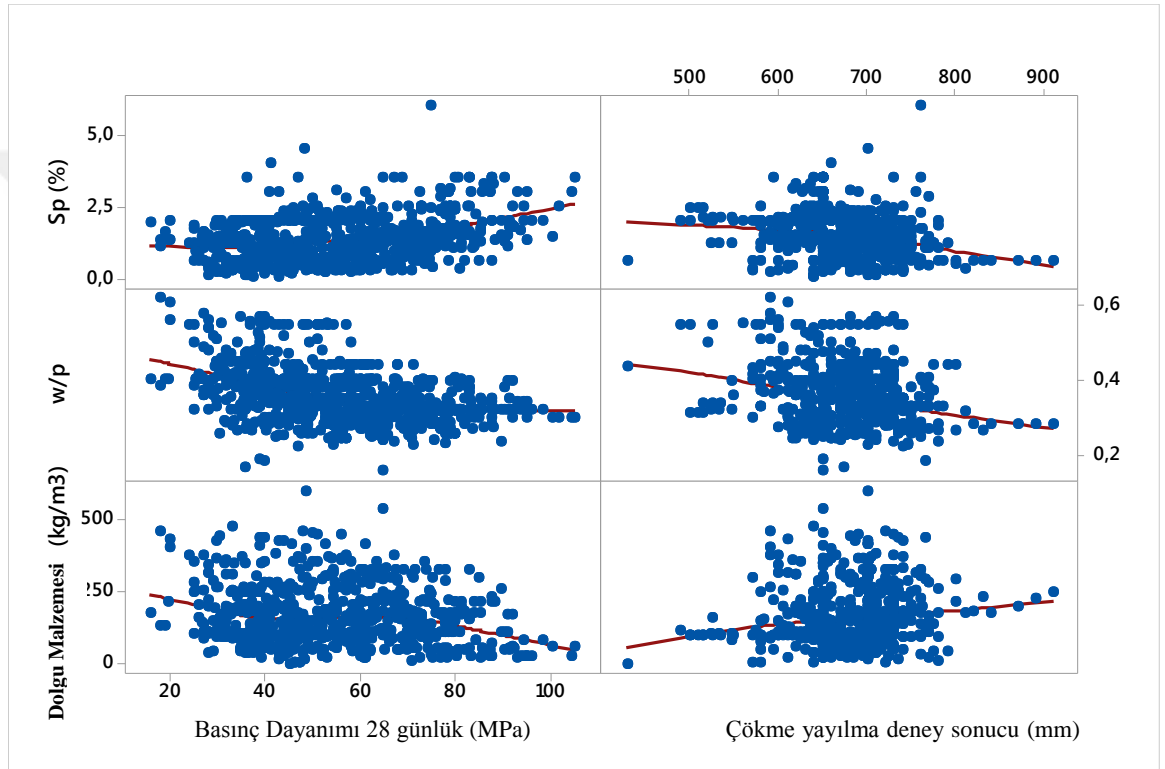
V hunisi ile çökme yayılma (slump) test sonuçları değerleri arasındaki ilişki (Şekil 4.45) incelendiğinde artan slump değerine karşılık V hunisi test süresinin 10 s altına düştüğü görülmüştür. Ayrıca V hunisi test süresi olan 10 s 'lik zaman dilimin yapılan çalışmalara göre yaklaşık 700 mm'lik bir slump değerine karşılık geldiği görülmüştür.



Şekil 4.45. Çalışmalarda kullanılan çökme yayılma test sonuçları ile V hunisi test sonuçları arasındaki ilişki

4.2.3. Hedef Dayanıma Uygun KYB Karışım Tahmini

Kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB) üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde önemli katkıları olduğu görülen akışkanlaştırıcı oranı (Sp), su/toz malzeme oranı (w/p), dolgu (filler) malzeme miktarı ile slump ve basınç dayanımı arasındaki ilişkiye bağlı olarak hedef dayanım elde etmede yaklaşık olarak bilgi verecek ortalama eğimler grafiği Şekil 4.46’da verilmiştir.



Şekil 4.46. Hedeflene nihai basınç dayanımına ulaşmada bazı değişkenlerin tahmini

Şekil 4.46 incelendiğinde (değişen ortalama eğimlere göre)80 MPa dayanım hedeflene bir çalışmada dolgu malzeme miktarının yaklaşık 100 kg/m^3 , su/toz malzeme (w/p) miktarının yaklaşık 0,30 olduğu ve akışkanlaştırıcı miktarının da %2-2,5 kullanılmasıyla elde edilecek olan yaklaşık 750 mm’lik çökme yayılma değeri ile elde edilebileceği öngörülmektedir. Ancak değişken malzemelerin çokluğu ve standart hata miktarının fazla olması nedenleriyle hedef dayanımlar için öncelikle belirlenen oranlarda ve bu oranlara uygun ön karışımların yapılması gerekmektedir.

5. SONUÇLAR

KYB üzerine yapılan çalışmaların analiz edilerek, genel değişiminin ve kullanılan ideal malzeme oranlarının belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma kapsamında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- KYB üzerine yapılan yayınlarda 2014 yılından itibaren önemli bir artış olduğu,
- Çalışmalarda yazar sayısı olarak ta ifade edilen çalışma gruplarının 2-4 arası olduğu,
- Çalışmaya konu veri tabanında ülkeler bazında Türkiye'nin 30 yayınlı 4. Sırada iken, Libya'nın bu konuda 2010-2017 yılları arasında henüz yayının olmadığı
- Dergiler bazında yayın sayıları açısından Construction and Building Materials dergisi 215 yayın ve her yıl artan sayı ile önemli bir yere sahip olduğu
- Çalışmaların genelinde 2,5-3 kg/dm³ arası agreganın kullanıldığı ve agrega karışımında ise ince agrega kullanımının iri agregadan fazla olduğu, ideal oranın istatistiksel olarak 0,47 ince ve 0,53 iri agrega oranında iken maksimum ortalama basınç dayanımı 82,47 MPa olan dayanımlara ulaşılabildiği,
- KYB konusundaki çalışmalarda ideal su/bağlayıcı (w/b) oranının 0,30-40 arasında olduğu, 50 MPa ve üstü dayanımlar elde etmek için 200 kg/m³'ten daha az su kullanıldığı
- Polycarboxylic Ether (PCE) tipi olan farklı firmalara ait son nesil akışkanlaştırıcı kullanımının olduğu ve genelde çalışmalarda %0,4 ile % 2 oranları arasında kullanıldığı, ancak yüksek dayanımlar elde etmede %1-2 arasında akışkanlaştırıcı kullanılmasının uygun olduğu ve 1,8 ve üzeri kullanımda ortalama 78,5 MPa ve üstü dayanımlar elde edilebileceği
- Çalışmalarda su/ toz oranının 0,25-0,4 arasında ve en ideal oranın ise 0,33 iken ortalama su miktarının 181,8 kg/m³ ve 28 günlük nihai dayanımın 76,3 MPa ortalama değerlerinde olduğu,

- Yayınlarda verilen çalışma sonuçlarının genelde örneklerin 7, 28 ve 90 günlük küre tabii tutulmuş örneklerden elde edildiği
- Çalışmalarda 21 farklı çimento tipinin kullanıldığı ve en çok kullanılanın ise ASTM type I ve CEM I 42,5 R başta olmak üzere ASTM type II, CEM I 32,5 R, CEM I 52,5 R ve CEM II/B-M 42,5 N türü çimento tipinin olduğu
- Filler materyal olarak 200 kg/m^3 'ü geçmeyen ideal kullanım oranına rağmen, ortalama 65 MPa dayanım için 1 m^3 'lük karışımda kullanılan filler malzeme tipine göre bu değer sırasıyla 40-80 kg silis dumanı veya 100-200 arası taban külü veya 50-150 kg arası uçucu kül veya 50-100 kg metakaolin veya 100-200 kg kireçtaşı tozu veya ön denemeler ile belirlenecek mermer, granit hatta pomza tozu gibi diğer toz malzemelerin olduğu,
- Basınç dayanımları açısından değişkenler olmasına rağmen ortalama 55 MPa dayanımlara dahası 28 günde 80 MPa varan ve hatta üzeri dayanımlara ulaşılan çalışmaların yapıldığı
- Fiber takviyeli kendiliğinden yerleşen betonlar üzerine gerçekleştirilen çalışmaların son yıllarda artmakta olmasına rağmen diğer tipteki dizaynlarla karşılaştırıldığında az olduğu ayrıca tespit edilmiştir. Gelecekte bu yönde çalışmaların aratacağı mevcut literatürdeki eserlerden anlaşılmaktadır.
- Akıcılık kıvamlarının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerin sırasıyla çökme yayılma, L kutusu, V hunisi ve U kutusu değerleri olduğu, ancak en genel analizin çökme yayılma deneyi kullanımının olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abdelrazaq, A. (2010). Design and Construction Planning of the Burj Khalifa, Dubai, UAE. in *Structures Congress 2010* (Pp. 2993-3005).
- Abdelrazaq, A. (2011). Validating the Structural Behavior and Response of Burj Khalifa: Synopsis of the Full Scale Structural Health Monitoring Programs. in *Proceedings of the 1st Middle East Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures SMAR* (Pp. 1-18).
- Ali, E. E., & Al-Tersawy, S. H. (2012). Recycled Glass as a Partial Replacement for Fine Aggregate in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 35, 785-791.
- Bartos, P. J. M., & Marris, D. L. (1999). Development and Testing of Self Compacting Grout for the Production of Sifcon. in PRO 6: 3rd International RILEM Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC 3) (Vol. 3, P. 171). RILEM Publications.
- Bartos, P. J. M, Sonebi, M., Tamim, A.K., 2002. Workability and Reology of Fresh Concrete; Compendium of Tests, RILEM Technical Committee TC 145-WSM Workability of Special Concrete Mies.
- Bui, V. K., Akkaya, Y., & Shah, S. P. (2002). Rheological Model for Self Consolidating Concrete. *Materials Journal*, 99(6), 549-559.
- Bury, M. A., & Christensen, B. J. (2002). The Role of Innovative Chemical Admixtures in Producing Self-Consolidating Concrete. in *Proceedings of the First North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete* (Pp. 12-13).
- Bennenk, W. (2005). SCC-an Excellent Concrete for Precast Concrete. in *SCC'2005 China: 1st International Symposium on Design, Performance and Use of Self Consolidating Concrete* (pp. 581-588). RILEM Publications SARL.
- Brouwers, H. J.H., & Radix, H. J. (2005). Self-Compacting Concrete: Theoretical and Experimental Study. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2116-2136.
- Bastopçu, E. M. (2006). Effect of Binder Composition on Durability and Mechanical Properties of High Performance Self-Compacting Concrete Bogaziçi University Submitted to the Institute for Graduate Studies in Science and Engineering in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.

- Baylavlı, H. (2008). Lastik Agregalı Kendiliğinden Yerleşen Taze Beton Özelliklerine Farklı Katkıların Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.*
- Bell, J. L., Driemeyer, P. E., & Kriven, W. M. (2009). Formation of Ceramics From MetakaolinBased Geopolymers. Part II: K-Based Geopolymer. *Journal of the American Ceramic Society*, 92(3), 607-615.
- Boukendakdji, O., Kadri, E. H., & Kenai, S. (2012). Effects of Granulated Blast Furnace Slag and Superplasticizer Type on the Fresh Properties and Compressive Strength of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 34(4), 583-590.
- Behbahani, H., Nematollahi, B., & Farasatpour, M. (2013). Steel Fiber Reinforced Concrete: A Review. *Library of UNIVERSITY OF MORATUWA.*
- Boddu, S. R. (2016). Self-Compacting Concrete. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2(4).
- Boudali, S., Kerdal, D. E., Ayed, K., Abdulsalam, B., & Soliman, A. M. (2016). Performance of Self-Compacting Concrete Incorporating Recycled Concrete Fines and Aggregate Exposed to Sulphate Attack. *Construction and Building Materials*, 124, 705-713.
- Çalık, M., & Sözbilir, M. (2014). İçerik Analizinin Parametreleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(174).
- Delage, P., & Aitcin, P. C. (1983). Influence of Condensed Silica Fume on the Pore Size Distribution of Concretes. *Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development*, 22(2), 286-290.
- De Schutter, G. (2005). Guidelines for Testing Fresh Self-Compacting Concrete. European Research Project.
- Domone, P. L. (2007). A Review of the Hardened Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 29(1), 1-12.
- Duggal, S. K. (2008). *Building Materials*. Routledge. Pp(145 -147 -234).
- Diamantonis, N., Marinos, I., Katsiotis, M. S., Sakellariou, A., Papathanasiou, A., Kaloidas, V., & Katsioti, M. (2010). Investigations About the Influence of Fine Additives on the Viscosity of Cement Paste for Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1518-1522.
- Dinakar, P., Sethy, K. P., & Sahoo, U. C. (2013). Design of Self-Compacting Concrete with Ground Granulated Blast Furnace Slag. *Materials & Design*, 43, 161-169.

- Dinç,Ç. (2014). Mineral Katkılı Normal ve Yüksek Dayanımlı Kendiliğinden Yerleşen BetonlarBalıkesir Üniversitesi
- Duggal, S. K. (2017) *Building Materials*. RoutledgeP.p.(236-145-189-190-240).
- EFNARC,(2002). Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete. European 29 Federation of National Associations Representing Producers and Applicators of Specialist 30 Building Products for Concrete (efnarc), 32, 31
- EFNARC (2005). The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. Bıbm, vd., 22. Specification, Production and Use.P p. 63.
- Elaty, M. A. A., & Ghazy, M. F. (2017). Fluidity Evaluation of Fiber Reinforced Self Compacting Concrete Based on Buoyancy Law. HBRC Journal.
- Fadace, M., Mirhosseini, R., Tabatabaei, R., & Fadaee, M. J. (2015). Investigation on Using Copper Slag as Part of Cementitious Materials in Self Compacting Concrete.
- Gesoğlu, M., & Özbay, E. (2007). Effects of Mineral Admixtures on Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concretes: Binary, Ternary and Quaternary Systems. *Materials and Structures*, 40(9), 923-937.
- Girish, S., Ranganath, R. V., & Vengala, J. (2010). Influence of Powder and Paste on Flow Properties of SCC. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2481-2488.
- Grdic, Z. J., Toplicic-Curcic, G. A., Despotovic, I. M., & Ristic, N. S. (2010). Properties of Self-Compacting Concrete Prepared with Coarse Recycled Concrete Aggregate. *Construction and Building Materials*, 24(7), 1129-1133.
- Gorzelańczyk, T. (2011). Moisture Influence on the Failure of Self-Compacting Concrete Under Compression. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11(1), 45-60.
- Gorzelańczyk, T., & Hoła, J. (2011). Pore Structure of Self-Compacting Concretes Made Using Different Superplasticizers. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11(3), 611-621.
- Garg, E. N. K. (2016). Self Compacted Concrete. Self, International Journal of Recent Research Aspects ISSN: 2349-7688, Vol. 3, Issue 2, June 116-117.
- Huang, Y. J., & Leu, J. S. (1993). Curing of Unsaturated Polyester Resins. Effects of Temperature and Initiator: 1. Low Temperature Reactions. *Polymer*, 34(2), 295-304.

- Hu, J., & Wang, K. (2005). Effects of Aggregate on Flow Properties of Mortar. in Proceeding of the Mid-Continent Transportation Research Symposium (P. 8).
- Işık, M., & Sponza, D. T. (2005). Effects of Alkalinity and CoSubstrate on the Performance of an Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reactor Through Decolorization of Congo Red Azo Dye. *Bioresource Technology*, 96(5), 633-643.
- Khayat, K.H., Yahia, A., 1997. Effect of Welan Gum-High-Range Water Reducer Combinations on Rheology of Cemen Grout, *ACI Materials Journal*, V.94, Pp.365-372.
- Kosmatka, S. H., Panarese, W. C., & Kerkhoff, B. (2002). Design and Control of Concrete Mixtures (Vol. 5420, Pp. 60077-1083). Skokie, IL: Portland Cement Association Pp 315.
- Koehler, E. P., & Fowler, D. W. (2007). Icar Mixture Proportioning Procedure for Self-Consolidating Concrete. 108-1, Pp. 21.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2011). *Design and Control of Concrete Mixtures*. Portland Cement Assoc.
- Lewis, B. P., Shih, I. H., Jones-Rhoades, M. W., Bartel, D. P., & Burge, C. B. (2003). Prediction of Mammalian MicroRNA Targets. *Cell*, 115(7), 787-798.
- Lachemi, M. Hossain, K.M.A., Lambros, V. Nkinamubanzi, P.C., and Bouzoubaa, N.(2004). Performance of New Viscosity Modifying Admixtures in Enhancing the Rheological Properties of Cement Paste. *Cement and Concrete Research*, 34(2), 185-193.
- Liu, M.(2011).Incorporating Ground Glass in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(2), 919-925.
- Loukili, A. (Ed.). (2013). *Self Compacting Concrete*. John Wiley & Sons.Pp 6-7.
- Lu, C., Yang, H., & Mei, G. (2015). Relationship Between Slump Flow and Rheological Properties of Self Compacting Concrete with Silica Fume and its Permeability. *Construction and Building Materials*, 75, 157-162.
- Mohamed, M. A. S., Ghorbel, E., & Wardeh, G. (2010). Valorization of Micro Cellulose Fibers in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2473-2480.
- Mathew, G., & Paul, M. M. (2012). Mix Design Methodology for Laterized Self Compacting Concrete and its Behaviour at Elevated Temperature. *Construction and Building Materials*, 36, 104-109.

- Mahesh, S. (2014). Self Compacting Concrete and its Properties. int. Journal of Engineering Research and Applications ISSN, 2248-9622.
- Memis, E. K. (2017). Türkiye'de Argümantasyon Konusunda Gerçekleştirilen Tezlerin Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması 1. Cumhuriyet International Journal of Education, 6(1), 47.
- Mohseni, E., Saadati, R., Kordbacheh, N., Parpinchi, Z. S., & Tang, W. (2017). Engineering and Microstructural Assessment of Fibre-Reinforced Self Compacting Concrete Containing Recycled Coarse Aggregate. Journal of Cleaner Production, 168, 605-613.
- Nepomuceno, M., Oliveira, L., & Lopes, S. M. R. (2012). Methodology for Mix Design of the Mortar Phase of Self-Compacting Concrete Using Different Mineral Additions in Binary Blends of Powders. *Construction and Building Materials*, 26(1), 317-326.
- Ozawa, K., Maekawa, K., Kunishima, M., Okamura, H., (1989). Development of High Performance Concrete Based on the Durability Design of Concrete Structures. Proceedings of the 2nd East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-2), 1, Pp. 445-450.
- Okamura, H. and Ozawa, K., 1995. Mix Design for Self-Compacting Concrete. Concrete Library of JSCE, 25, Pp.107-120.
- Ouchi, M., Hibino, M., Ozawa, K. and Okamura, H., 1998. A Rational Mix Design Method for Mortar in Self-Compacting Concrete. in: Y.-B. Yang. and I.-J. Leu., Eds., Proceedings of the Sixth East-Asia- Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. Taipei, Taiwan, Pp.1307-1312.
- Okamura, H. and Ouchi, M., 1999. Self-Compacting Concrete, Development, Present Use and Future. in Self Compacting Concrete, Proceedings of the First International RILEM Symposium, France.
- Osterberg, T., 2002. The Use of SCC in Sodri Lanken Project, First North American Conference on the Design and Use Self-Consolidating Concrete, Pp:445-450.
- Özyıldırım, Ç., Lane, D.S., 2003. Investigation of Self-Compacting Concrete, Transportation Research Board, USA
- Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). Self-Compacting Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology, 1(1), 5-15.
- Ouchi, M., Nakamura, S. A., Osterberg, T., Hallberg, S., & Lwin, M. (2003). Applications of Self-Compacting Concrete in Japan, Europe and the United States. Kochi University of Technology, Kochi, Japan.
- Özkul, Y., Evereklioglu, C., Borlu, M., Taheri, S., Calis, M., Dündar, M., & Ilhan, Ö. (2005). 5, 10-Methylenetetra Hydrofolate Reductase C677T Gene

- Polymorphism in Behcet's patients with or without Ocular Involvement. *British journal of Ophthalmology*, 89(12), 1634-1637.
- Pathak, N., & Siddique, R. (2012). Effects of Elevated Temperatures on Properties of Self-Compacting-Concrete Containing Fly Ash and Spent Foundry Sand. *Construction and Building Materials*, 34, 512-521.
- Pathak, N., & Siddique, R. (2012). Properties of Self-Compacting-Concrete Containing Fly Ash Subjected to Elevated Temperatures. *Construction and Building Materials*, 30, 274-280.
- Russel, A. J. F., Alexieva, S. A., & Elston, D. A. (1997). The Effect of the Introduction of the Thoka Gene for Fecundity on Lamb Production from Cheviot Ewes. *Animal Science*, 64(3), 503-507.
- Rozière, E., Granger, S., Turcry, P., & Loukili, A. (2007). Influence of Paste Volume on Shrinkage Cracking and Fracture Properties of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 29(8), 626-636.
- Rahman, M. M., Usman, M., & Al-Ghalib, A. A. (2012). Fundamental Properties of Rubber Modified Self-Compacting Concrete (RMSCC). *Construction and Building Materials*, 36, 630-637.
- Skarendahl, Å., Skarendahl, Å., Skarendahl, Å., Skarendahl, Å., Tangtermsirikul, S., Kamal, K., ... & Petersson, Ö. (2000). Self-Compacting Concrete-State-of-the-Art Report of RILEM TC 174-SCC. RILEM Report, 23.iI
- Semioli, W., & Jensen, R. (2002). Taming the Great Dragon—Three Gorges Dam. *Concrete International*, 24(8), 50-58.
- Shadle, R., & Somerville, S. (2002). The Benefits of Utilizing Fly Ash in Producing Self-Compacting Concrete. in First North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete (Pp. 235-241).
- Saridemir, H., (2006). Mineral ve Süper Akiskanlaştırıcı, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Safiuddin, M. (2008). Development of Self-Consolidating High Performance Concrete Incorporating Rice Husk Ash. a Thesis Presented to the University of Waterloo in fulfillment of the Thesis Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering
- Sorkhabi, R. P., & Naseri, A. (2013). Studying the Strength of Self Compacting Concrete According to the Ratio of Plasticizers and Slump Flow Using Experimental Method. *Life Science Journal*, 10(6s).
- Sugár, V., & Takács, M. (2013). Standardized Investigation Methods of Self Compacting Concrete and Effect of Sand Content on Properties in Fresh

- State. in Materials Science Forum (Vol. 729, Pp. 278-283). Trans Tech Publications.
- Saba Abdel - Zahra Obaid Al – Quraishi (2013). Study of the Effect of Steel Fibers on the Compressive Strength of the Concrete Body Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences/ No.(4)/ Vol.(21).
- Tattersall, G., & Banfill, P. (1983). The Rheology of Fresh Concrete, Pitman Adv, ". *Publ. Progr., Boston*.
- Thrane, L. N., Szabo, P., Geiker, M., Glavind, M., & Stang, H. (2004). Simulation of the Test Method "L-Box" for Self-Compacting Concrete. Annual Transactions of the NORDIC Rheology Society, 12(1), 47-54.
- Tutikian, B. F., & Dal Molin, D. C. (2008). Concreto Auto-Adensável. São Paulo: PINI.
- Upadhyay, H., Shah, P., & George, E. (2011). Testing and Mix Design Method of Self-Compacting Concrete. in National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology.
- Uysal, M., & Sumer, M. (2011). Performance of Self-Compacting Concrete Containing Different Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 25(11), 4112-4120.
- Uysal, M. (2012). Self-Compacting Concrete Incorporating Filler Additives: Performance at High Temperatures. *Construction and Building Materials*, 26(1), 701-706.
- Uysal, M., Yilmaz, K., & Ipek, M. (2012a). Properties and Behavior of Self Compacting Concrete Produced with GBFS and FA Additives Subjected to High Temperatures. *Construction and Building Materials*, 28(1), 321-326.
- Uysal, M., Yilmaz, K., & Ipek, M. (2012b). The Effect of Mineral Admixtures on Mechanical Properties, Chloride ion Permeability and Impermeability of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 27(1), 263-270.
- Van, B. K., Montgomery, D. G., Hinczak, I., Turner, K., (1998) 'Rapid Testing Methods for Segregation Resistance and Filling Ability of Self-Compacting Concrete', Proceedings of the Fourth CANMET/ACI/JCI International Conference on Recent advances in Concrete Technology, Tokushima, Japan, SP-179-6, Ed. V. M. Malhotra, 85-103.
- Valcuende, M., Parra, C., Marco, E., Garrido, A., Martínez, E., & Cánoves, J. (2012). Influence of Limestone Filler and Viscosity-Modifying Admixture on the Porous Structure of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 28(1), 122-128.

Venkatakrishnaiah, R., & Sakthivel, G. (2015). Bulk Utilization of Fly Ash in Self Compacting Concrete. KSCE Journal of Civil Engineering, 19(7), 2116.



EKLER

- EK 1** Veritabanından indirilen KYB konulu makaleler
EK 2 Veritabanından indirilen ve analizde kullanılan makaleler



EK 1 Veritabanından indirilen KYB konulu makaleler

- Almeida Filho, F. M., Barragán, B. E., Casas, J. R., & El Debs, A. L. H. C. (2010). Hardened Properties of Self-Compacting Concrete - A Statistical Approach. *Construction and Building Materials*, 24(9), 1608–1615. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.032>
- As'ad, S., Gunawan, P., & Alaydrus, M. S. (2011). Fresh State Behavior of Self Compacting Concrete Containing Waste Material Fibres. *Procedia Engineering*, 14, 797–804. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.07.101>
- Akcaý, B., & Tasdemir, M. A. (2012). Mechanical Behaviour and Fibre Dispersion of Hybrid Steel Fibre Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 28(1), 287–293. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.044>
- Azeredo, G., & Diniz, M. (2013). Self-Compacting Concrete Obtained By the Use of Kaolin Wastes. *Construction and Building Materials*, 38, 515–523. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.08.027>
- Alrifai, A., Aggoun, S., Kadri, A., Kenai, S., & Kadri, E. H. (2013). Paste and Mortar Studies on the Influence of Mix Design Parameters on Autogenous Shrinkage of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 47, 969–976. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.024>
- Al Qadi, A. N. S., & Al-Zaidyeen, S. M. (2014). Effect of Fibre Content and Specimen Shape on Residual Strength of Polypropylene Fibre Self Compacting Concrete Exposed to Elevated Temperatures. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 26(1), 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2012.12.002>
- Abukhashaba, M. I., Mostafa, M. A., & Adam, I. A. (2014). Behavior of Self Compacting Fiber Reinforced Concrete Containing Cement Kiln Dust. *Alexandria Engineering Journal*, 53(2), 341–354. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.03.006>
- Alberti, M. G., Enfedaque, A., & Gálvez, J. C. (2014). on the Mechanical Properties and Fracture Behavior of Polyolefin Fiber-Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 55, 274–288. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.024>
- Anastasiou, E. K., Papayianni, I., & Papachristoforou, M. (2014). Behavior of Self Compacting Concrete Containing Ladle Furnace Slag and Steel Fiber Reinforcement. *Materials and Design*, 59, 454–460. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.030>
- Abrishambaf, A., Barros, J. A. O., & Cunha, V. M. C. F. (2015). Time-Dependent Flexural Behaviour of Cracked Steel Fibre Reinforced Self-Compacting

- Concrete Panels. *Cement and Concrete Research*, 72, 21–36. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.02.010>
- Alberti, M. G., Enfedaque, A., & Gálvez, J. C. (2015). Comparison Between Polyolefin Fibre Reinforced Vibrated Conventional Concrete and Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 85, 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.007>
- Al-Hadithi, A. I., & Hilal, N. N. (2016). the Possibility of Enhancing Some Properties of Self-Compacting Concrete By Adding Waste Plastic Fibers. *Journal of Building Engineering*, 8, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.job.2016.06.011>
- Alhussainy, F., Hasan, H. A., Rogic, S., Neaz Sheikh, M., & Hadi, M. N. S. (2016). Direct Tensile Testing of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 112, 903–906. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.215>
- Abo Dhaheer, M. S., Kulasegaram, S., & Karihaloo, B. L. (2016). Simulation of Self-compacting Concrete Flow in the J-Ring Test Using Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH). *Cement and Concrete Research*, 89, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2016.07.016>
- Abrishambaf, A., Cunha, V. M. C. F., & Barros, J. A. O. (2016). A two-phase Material Approach to Model Steel Fibre Reinforced Self-Compacting Concrete in Panels. *Engineering Fracture Mechanics*, 162, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2016.04.043>
- Alsubari, B., Shafigh, P., & Jumaat, M. Z. (2016). Utilization of High-Volume Treated Palm Oil Fuel Ash to Produce Sustainable Self-Compacting Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 137, 982–996. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.133>
- Altoubat, S., Badran, D., Junaid, M. T., & Leblouba, M. (2016). Restrained Shrinkage Behavior of Self-Compacting Concrete Containing Ground Granulated Blast-Furnace Slag. *Construction and Building Materials*, 129, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.115>
- Aparicio, S., Martínez-Ramírez, S., Molero-Armenta, M., Fuente, J. V., & Hernández, M. G. (2016). The Effect of Curing Relative Humidity on the Microstructure of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 104, 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.057>
- Abrishambaf, A., Barros, J. A. O., Cunha, V. M. C. F., & Frazão, C. (2017). Time Dependent Behaviour of Fibre Pull-Out in Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 77, 14–28. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.12.004>

- Alyamac, K. E., Ghafari, E., & Ince, R. (2017). Development of Eco-Efficient Self Compacting Concrete with Waste Marble Powder Using the Response Surface Method. *Journal of Cleaner Production*, 144, 192–202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.156>
- Altoubat, S., Junaid, M. T., Leblouba, M., & Badran, D. (2017). Effectiveness of Fly Ash on the Restrained Shrinkage Cracking Resistance of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 79, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.01.010>
- Aparicio, S., Martínez-Ramírez, S., Ranz, J., Fuente, J. V., & Hernández, M. G. (2016). Microstructural and Mechanical Properties Study of the Curing Process of Self-Compacting Concrete. *Materials & Design*, 94, 479–486. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.01.067>
- Barbhuiya, S. (2011). Effects of Fly Ash and Dolomite Powder on the Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(8), 3301–3305. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.018>
- Belaidi, A. S. E., Azzouz, L., Kadri, E., & Kenai, S. (2012). Effect of Natural Pozzolana and Marble Powder on the Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 31, 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.109>
- Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Nikbin, I. M., & Vaseghi Amiri, J. (2014). The Effect of Aging on the Fracture Characteristics and Ductility of Self Compacting Concrete. *Materials and Design*, 55, 937–948. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.10.066>
- Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Nikbin, I. M., Vaseghi Amiri, J., Rabbanifar, S., & Rahmani, E. (2014). The Influence of Coarse Aggregate Size and Volume on the Fracture Behavior and Brittleness of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Research*, 66, 75–90. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2014.06.008>
- Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Vaseghi Amiri, J., Nikbin, I. M., Rabbanifar, S., & Rahmani, E. (2014). Evaluation of the Effect of Maximum Aggregate Size on Fracture Behavior of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 55, 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.065>
- Blankson, M. A., & Erdem, S. (2015). Comparison of the Effect of Organic and Inorganic Corrosion Inhibitors on the Rheology of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 77, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.032>
- Benaicha, M., Roguiez, X., Jalbaud, O., Burtschell, Y., & Alaoui, A. H. (2015). Influence of Silica Fume and Viscosity Modifying Agent on the Mechanical and Rheological Behavior of Self Compacting Concrete. *Construction and*

- Barluenga, G., Puentes, J., & Palomar, I. (2015). Early Age Monitoring of Self Compacting Concrete with Mineral Additions. *Construction and Building Materials*, 77, 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.033>
- Barluenga, G., Palomar, I., & Puentes, J. (2015). Hardened Properties and Microstructure of SCC with Mineral Additions. *Construction and Building Materials*, 94, 728–736. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.072>
- Benaicha, M., Jalbaud, O., Roguiez, X., Hafidi Alaoui, A., & Burtschell, Y. (2015). Prediction of Self-Compacting Concrete Homogeneity By Ultrasonic Velocity. *Alexandria Engineering Journal*, 54(4), 1181–1191. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.08.002>
- Badogiannis, E. G., Sfikas, I. P., Voukia, D. V., Trezos, K. G., & Tsivilis, S. G. (2015). Durability of Metakaolin Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 82, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.023>
- Boudali, S., Kerdal, D. E., Ayed, K., Abdulsalam, B., & Soliman, A. M. (2016). Performance of Self-Compacting Concrete Incorporating Recycled Concrete Fines and Aggregate Exposed to Sulphate Attack. *Construction and Building Materials*, 124, 705–713. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.06.058>
- Benjeddou, O., Soussi, C., Jedidi, M., & Benali, M. (2017). Experimental and Theoretical Study of the Effect of the Particle Size of Limestone Fillers on the Rheology of Self-Compacting Concrete. *Journal of Building Engineering*, 10, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.job.2017.02.003>
- Bani Ardalan, R., Joshaghani, A., & Hooton, R. D. (2017). Workability Retention and Compressive Strength of Self-Compacting Concrete Incorporating Pumice Powder and Silica Fume. *Construction and Building Materials*, 134, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.090>
- Busari, A. A., Akinmusuru, J. O., Dahunsi, B. I. O., Ogiye, A. S., & Okeniyi, J. O. (2017). Self-Compacting Concrete in Pavement Construction: Strength Grouping of Some Selected Brands of Cements. *Energy Procedia*, 119, 863–869. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.139>
- Craeye, B., De Schutter, G., Desmet, B., Vantomme, J., Heirman, G., Vandewalle, L., Kadri, E. H. (2010). Effect of Mineral Filler Type on Autogenous Shrinkage of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Research*, 40(6), 908–913. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2010.01.014>
- Cunha, V. M. C. F., Barros, J. A. O., & Sena-Cruz, J. M. (2011). an Integrated Approach for Modelling the Tensile Behaviour of Steel Fibre Reinforced

- Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Research*, 41(1), 64–76.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2010.09.007>
- Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2011). The Role of Industrial By-Products in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(8), 3181–3186. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.001>
- Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2011). Characterization of Self-Compacting Concretes Prepared with Different Fibers and Mineral Additions. *Cement and Concrete Composites*, 33(5), 596–601.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.03.007>
- Cifuentes, H., & Karihaloo, B. L. (2013). Determination of Size Independent Specific Fracture Energy of Normal- and High-Strength Self-Compacting Concrete from Wedge Splitting Tests. *Construction and Building Materials*, 48, 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.062>
- Cuenca, J., Rodríguez, J., Martín-Morales, M., Sánchez-Roldán, Z., & Zamorano, M. (2013). Effects of Olive Residue Biomass Fly Ash as Filler in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 40, 702–709. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.09.101>
- Craeye, B., Van Itterbeeck, P., Desnerck, P., Boel, V., & De Schutter, G. (2014). Modulus of Elasticity and Tensile Strength of Self-Compacting Concrete: Survey of Experimental Data and Structural Design Codes. *Cement and Concrete Composites*, 54, 53–61.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2014.03.011>
- Chalioris, C. E., Thermou, G. E., & Pantazopoulou, S. J. (2014). Behaviour of Rehabilitated RC Beams with Self-Compacting Concrete Jacketing Analytical Model and Test Results. *Construction and Building Materials*, 55, 257–273. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.031>
- Chopra, D., Siddique, R., & Kunal. (2015). Strength, Permeability and Microstructure of Self-Compacting Concrete Containing Rice Husk Ash. *Biosystems Engineering*, 130, 72–80.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.005>
- Carballosa, P., García Calvo, J. L., Revuelta, D., Sánchez, J. J., & Gutiérrez, J. P. (2015). Influence of Cement and Expansive Additive Types in the Performance of Self-Stressing and Self-Compacting Concretes for Structural Elements. *Construction and Building Materials*, 93, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.113>
- Cuenca, E., Echegaray-Oviedo, J., & Serna, P. (2015). Influence of Concrete Matrix and Type of Fiber on the Shear Behavior of Self-Compacting Fiber Reinforced Concrete Beams. *Composites Part B: Engineering*, 75, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.01.037>

- Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2015). Use of Synthetic Fibers in Self-Compacting Lightweight Aggregate Concretes. *Journal of Building Engineering*, 4, 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.job.2015.10.006>
- Carro-López, D., González-Fonteboa, B., De Brito, J., Martínez-Abella, F., González-Taboada, I., & Silva, P. (2015). Study of the Rheology of Self Compacting Concrete with Fine Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, 96, 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.091>
- Diamantonis, N., Marinos, I., Katsiotis, M. S., Sakellariou, A., Papathanasiou, A., Kaloidas, V., & Katsioti, M. (2010). Investigations about the Influence of fine Additives on the Viscosity of Cement Paste for Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1518–1522. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.005>
- Dehwah, H. A. F. (2012). Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete Incorporating Quarry Dust Powder, Silica Fume or Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 26(1), 547–551. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.056>
- Da Silva, W. R. L., Lucena, D. S., Štemberk, P., & Prudêncio, L. R. (2014). Evaluation of the Effect of Concrete Compositional Changes and the Use of Ethyl-Alcohol and Biodegradable-Oil-Based Release Agents on the Final Surface Appearance of Self-Compacting Concrete Precast Elements. *Construction and Building Materials*, 52, 202–208. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.102>
- Deeb, R., Karihaloo, B. L., & Kulasegaram, S. (2014). Reorientation of Short Steel Fibres During the Flow of Self-Compacting Concrete Mix and Determination of the fibre Orientation Factor. *Cement and Concrete Research*, 56, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2013.10.002>
- Derabla, R., & Benmalek, M. L. (2014). Characterization of Heat-Treated Self Compacting Concrete Containing Mineral Admixtures at Early Age and in the Long Term. *Construction and Building Materials*, 66, 787–794. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.029>
- Dinakar, P., & Manu, S. N. (2014). Concrete Mix Design for High Strength Self Compacting Concrete Using Metakaolin. *Materials and Design*, 60, 661–668. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.053>
- Dogan, U. A., & Ozkul, M. H. (2015). the Effect of Cement Type on Long-Term Transport Properties of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 96, 641–647. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.097>
- Da Silva, P. R., & De Brito, J. (2016). Durability Performance of Self-Compacting Concrete (SCC) with Binary and Ternary Mixes of Fly Ash and Limestone

Filler. *Materials and Structures/Materiaux Et Constructions*, 49(7), 2749-2766. <https://doi.org/10.1617/s11527-015-0683-6>

- Dubey, R., & Kumar, P. (2016). Experimental Study of the Effectiveness of Retrofitting RC Cylindrical Columns Using Self-Compacting Concrete Jackets. *Construction and Building Materials*, 124, 104–117. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.079>
- Diab, A. M., Abd Elmoaty, A. E. M., & Tag Eldin, M. R. (2017). Slant Shear Bond Strength Between Self Compacting Concrete and Old Concrete. *Construction and Building Materials*, 130, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.023>
- Dadsetan, S., & Bai, J. (2017). Mechanical and Microstructural Properties of Self Compacting Concrete Blended with Metakaolin, Ground Granulated Blast Furnace Slag and Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 146, 658-667. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.158>
- Da Silva, M. A., Pepe, M., De Andrade, R. G. M., Pfeil, M. S., & Toledo Filho, R. D. (2017). Rheological and Mechanical Behavior of High Strength Steel Fiber River Gravel Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 150, 606-618. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.030>
- Dal Lago, B., Taylor, S. E., Deegan, P., Ferrara, L., Sonebi, M., Crosset, P., & Pattarini, A. (2017). Full-Scale Testing and Numerical Analysis of a Precast Fibre Reinforced Self-Compacting Concrete Slab Pre-Stressed with Basalt Fibre Reinforced Polymer Bars. *Composites Part B: Engineering*, 128, 120-133. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.07.004>
- El-Azab, M. A., Mohamed, H. M., & Farahat, A. (2014). Effect of Tension Lap Splice on the Behavior of High Strength Self-Compacted Concrete Beams. *Alexandria Engineering Journal*, 53(2), 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.01.009>
- Elyamany, H. E., Abd Elmoaty, A. E. M., & Mohamed, B. (2014). Effect of Filler Types on Physical, Mechanical and Microstructure of Self Compacting Concrete and Flow-Able Concrete. *Alexandria Engineering Journal*, 53(2), 295–307. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2014.03.010>
- Erdem, S. (2014). X-Ray Computed Tomography and Fractal Analysis for the Evaluation of Segregation Resistance, Strength Response and Accelerated Corrosion Behaviour of Self-Compacting Lightweight Concrete. *Construction and Building Materials*, 61, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.070>
- Erniati, Tjaronge, M. W., Zulharnah, & Irfan, U. R. (2015). Porosity, Pore Size and Compressive Strength of Self Compacting Concrete Using Sea Water. *Procedia Engineering*, 125, 832–837. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.045>

- Ekkmdsp, & Dbsp, (2016). Durability of Self-Compacting Concrete Made with Recycled Concrete Aggregates and Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 128, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.026>
- El Mir, A., & Nehme, S. G. (2017). Utilization of Industrial Waste Perlite Powder in Self-Compacting Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 156, 507–517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.103>
- Esquinas, A. R., Álvarez, J. I., Jiménez, J. R., Fernández, J. M., & De Brito, J. (2018). Durability of Self-Compacting Concrete Made with Recovery Filler From Hot-Mix Asphalt Plants. *Construction and Building Materials*, 161, 407–419. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.142>
- Ferrara, L., Bamonte, P., Caverzan, A., Musa, A., & Sanal, I. (2012). A Comprehensive Methodology to Test the Performance of Steel Fibre Reinforced Self-Compacting Concrete (SFR-SCC). *Construction and Building Materials*, 37, 406–424. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.07.057>
- Fathi, H., & Farhang, K. (2014). Effect of Cyclic Loadings on Heated Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 69, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.040>
- Fares, G. (2015). Effect of Slump Cone Orientation on the Slump Flow Time (T50) and Stability of Sustainable Self-Compacting Concrete Containing Limestone Filler. *Construction and Building Materials*, 77, 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.052>
- Frazão, C., Camões, A., Barros, J., & Gonçalves, D. (2015). Durability of Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 80, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.061>
- Faconi, L., Minelli, F., & Plizzari, G. (2016). Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete Thin Slabs – Experimental Study and Verification Against Model Code 2010 Provisions. *Engineering Structures*, 122, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.04.030>
- Frazão, C., Barros, J., Camões, A., Alves, A. C., & Rocha, L. (2016). Corrosion Effects on Pullout Behavior of Hooked Steel Fibers in Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Research*, 79, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.09.005>
- Fathi, H., Lameie, T., Maleki, M., & Yazdani, R. (2017). Simultaneous Effects of Fiber and Glass on the Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 133, 443–449. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.097>

- Grdic, Z. J., Toplicic-Curcic, G. A., Despotovic, I. M., & Ristic, N. S. (2010). Properties of Self-Compacting Concrete Prepared with Coarse Recycled Concrete Aggregate. *Construction and Building Materials*, 24(7), 1129–1133. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.12.029>
- Girish, S., Ranganath, R. V., & Vengala, J. (2010). Influence of Powder and Paste on Flow Properties of SCC. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2481–2488. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.008>
- Güneyisi, E., Gesolu, M., & Özbay, E. (2010). Strength and Drying Shrinkage Properties of Self-Compacting Concretes Incorporating Multi-System Blended Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 24(10), 1878–1887. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.04.015>
- Gorzelańczyk, T., & Hoła, J. (2011). Pore Structure of Self-Compacting Concretes Made Using Different Superplasticizers. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, XI(3), 611–621. [https://doi.org/10.1016/S1644-9665\(12\)60104-6](https://doi.org/10.1016/S1644-9665(12)60104-6)
- Gorzelańczyk, T. (2011). Moisture Influence on the Failure of Self-Compacting Concrete Under Compression. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11(1), 45–60. [https://doi.org/10.1016/S1644-9665\(12\)60173-3](https://doi.org/10.1016/S1644-9665(12)60173-3)
- Gesoğlu, M., Güneyisi, E., Özturan, T., Öz, H. Ö., & Asaad, D. S. (2014). Permeation Characteristics of Self Compacting Concrete Made With Partially Substitution of Natural Aggregates with Rounded Lightweight Aggregates. *Construction and Building Materials*, 59, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.031>
- Goel, S., & Singh, S. P. (2014). Fatigue Performance of Plain and Steel Fibre Reinforced Self Compacting Concrete Using S-N Relationship. *Engineering Structures*, 74, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.05.010>
- Golafshani, E. M., Rahai, A., & Sebt, M. H. (2014). Bond Behavior of Steel and Gfrp Bars in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 61, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.021>
- Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Algin, Z., & Yazici, H. (2014). Effect of Surface Treatment Methods on the Properties of Self-Compacting Concrete with Recycled Aggregates. *Construction and Building Materials*, 64, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.090>
- Ghavidel, R., Madandoust, R., & Ranjbar, M. M. (2015). Reliability of Pull-Off Test for Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 73, 628–639. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.06.013>
- Gesoglu, M., Güneyisi, E., Öz, H. Ö., Taha, I., & Yasemin, M. T. (2015). Failure Characteristics of Self-Compacting Concretes Made with Recycled

- Aggregates. *Construction and Building Materials*, 98, 334–344. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.036>
- Gesoglu, M., Güneyisi, E., Ozturan, T., Oz, H. O., & Asaad, D. S. (2015). Shear Thickening Intensity of Self-Compacting Concretes Containing Rounded Lightweight Aggregates. *Construction and Building Materials*, 79, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.012>
- Ghernouti, Y., Rabehi, B., Bouziani, T., Ghezraoui, H., & Makhloufi, A. (2015). Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete Containing Plastic Bag Waste Fibers (WFSCC). *Construction and Building Materials*, 82, 89–100. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.059>
- Granata, M. F. (2015). Pumice Powder as Filler of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 96, 581–590. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.040>
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Al-Goody, A., & Ipek, S. (2015). Fresh and Rheological Behavior of Nano-Silica and Fly Ash Blended Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 95, 29–44. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.142>
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Azez, O. A., & Öz, H. Ö. (2015). Physico-Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete Containing Treated Cold-Bonded Fly Ash Lightweight Aggregates and SiO₂ nano-Particles. *Construction and Building Materials*, 101, 1142–1153. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.117>
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Booya, E., & Mermerdaş, K. (2015). Strength and Permeability Properties of Self-Compacting Concrete with Cold Bonded Fly Ash Lightweight Aggregate. *Construction and Building Materials*, 74, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.032>
- García Calvo, J. L., Alonso, M. C., Fernández Luco, L., & Robles Velasco, M. (2016). Durability Performance of Sustainable Self Compacting Concretes in Precast Products Due to Heat Curing. *Construction and Building Materials*, 111, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.097>
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Naji, N., & Ipek, S. (2016). Evaluation of the Rheological Behavior of Fresh Self-Compacting Rubberized Concrete By Using the Herschel-Bulkley and Modified Bingham Models. *Archives of Civil and mechanical Engineering*, 16(1), 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2015.09.003>
- Ghanooni-Bagha, M., Shayanfar, M. A., Shirzadi-Javid, A. A., & Ziaadiny, H. (2016). Corrosion-Induced Reduction in Compressive Strength of Self Compacting Concretes Containing Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 113, 221–228. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.046>

- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Azez, O. A., & Öz, H. Ö. (2016). Effect of Nano Silica on the Workability of Self-Compacting Concretes Having Untreated and surface Treated Lightweight Aggregates. *Construction and Building Materials*, *115*, 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.055>
- Gołaszewski, J., Kostrzanowska-Siedlarz, A., Cygan, G., & Drewniok, M. (2016). Mortar as A Model to Predict Self-Compacting Concrete Rheological Properties as A Function of Time and temperature, *124*, 1100–1108. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.136>
- González-Taboada, I., González-Fontebao, B., Pérez-Ordóñez, J. L., & Eiras-López, J. (2017). Prediction of Self-Compacting Recycled Concrete Mechanical Properties Using Vibrated Recycled Concrete Experience. *Construction and Building Materials*, *131*, 641–654. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.112>
- Hemalatha, T., Ram Sundar, K. R., Murthy, A. R., & Iyer, N. R. (2015). Influence of Mixing Protocol on Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, *98*, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.072>
- Hesami, S., Salehi Hikouei, I., & Emadi, S. A. A. (2016). Mechanical Behavior of Self-Compacting Concrete Pavements Incorporating Recycled Tire Rubber Crumb and Reinforced with Polypropylene Fiber. *Journal of Cleaner Production*, *133*, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.079>
- Isik, I. E., & Ozkul, M. H. (2014). Utilization of Polysaccharides as Viscosity Modifying Agent in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, *72*, 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.017>
- Ibrahim, M. H. W., Hamzah, A. F., Jamaluddin, N., Ramadhansyah, P. J., & Fadzil, A. M. (2015). Split Tensile Strength on Self-Compacting Concrete Containing Coal Bottom Ash. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *195*, 2280–2289. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.317>
- Iqbal, S., Ali, A., Holschemacher, K., & Bier, T. A. (2015a). Effect of Change in Micro Steel Fiber Content on Properties of High Strength Steel Fiber Reinforced Lightweight Self-Compacting Concrete (HSLSCC). *Procedia Engineering*, *122*, 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.011>
- Iqbal, S., Ali, A., Holschemacher, K., & Bier, T. A. (2015b). Mechanical Properties of Steel Fiber Reinforced High Strength Lightweight Self-Compacting Concrete (SHLSCC). *Construction and Building Materials*, *98*, 325–333. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.112>
- Iqbal, S., Ali, A., Holschemacher, K., Bier, T. A., & Shah, A. A. (2016). Strengthening of RC Beams Using Steel Fiber Reinforced High Strength Lightweight Self-Compacting Concrete (SHLSCC) and Their Strength

Predictions. *Materials and Design*, 100, 37–46.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.015>

- José Oliveira, M., Ribeiro, A. B., & Branco, F. G. (2014). Combined Effect of Expansive and Shrinkage Reducing Admixtures to Control Autogenous Shrinkage in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 52, 267–275. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.033>
- Jalal, M., Pouladkhan, A., Harandi, O. F., & Jafari, D. (2015). Comparative Study on Effects of Class F Fly Ash, Nano Silica and Silica Fume on Properties of High Performance Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 94, 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.001>
- Khaleel, O. R., Al-Mishhadani, S. A., & Abdul Razak, H. (2011). The Effect of Coarse Aggregate on Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete (SCC). *Procedia Engineering*, 14, 805–813. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.07.102>
- Kamal, M. M., Safan, M. A., Etman, Z. A., & Kasem, B. M. (2014). Mechanical Properties of Self-Compacted Fiber Concrete Mixes. *HBRC Journal*, 10(1), 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.05.012>
- Khaloo, A., Raisi, E. M., Hosseini, P., & Tahsiri, H. (2014). Mechanical Performance of Self-Compacting Concrete Reinforced with Steel Fibers. *Construction and Building Materials*, 51, 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.054>
- Kannan, V., & Ganesan, K. (2014). Chloride and Chemical Resistance of Self Compacting Concrete Containing Rice Husk Ash and Metakaolin. *Construction and Building Materials*, 51, 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.050>
- Korte, S., Boel, V., De Corte, W., & De Schutter, G. (2014). Static and Fatigue Fracture Mechanics Properties of Self-Compacting Concrete Using Three Point Bending Tests and Wedge-Splitting Tests. *Construction and Building Materials*, 57, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.090>
- Kristiawan, S. A., & Aditya, M. T. M. (2015). Effect of High Volume Fly Ash on Shrinkage of Self-Compacting Concrete. *Procedia Engineering*, 125, 705–712. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.110>
- Kavitha, O. R., Shanthi, V. M., Prince Arulraj, G., & Sivakumar, P. (2015). Fresh, Micro- and Macrolevel Studies of Metakaolin Blended Self-Compacting Concrete. *Applied Clay Science*, 114, 370–374. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2015.06.024>
- Khalil, E., Abd-Elmohsen, M., & Anwar, A. M. (2015). Impact Resistance of Rubberized Self-Compacting Concrete. *Water Science*, 29(1), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2014.12.002>

- Kolařík, F., Patzák, B., & Thrane, L. N. (2015). Modeling of Fiber Orientation in Viscous Fluid Flow with Application to Self-Compacting Concrete. *Computers and Structures*, *154*, 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2015.03.007>
- Kostrzanowska-Siedlarz, A., & Gołaszewski, J. (2016). Rheological Properties of High Performance Self-Compacting Concrete: Effects of Composition and time. *Construction and Building Materials*, *115*, 705–715. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.027>
- Kaffetzakis, M., & Papanicolaou, C. C. (2016). Lightweight Aggregate Self Compacting Concrete (LWASCC) Semi-Automated Mix Design Methodology. *Construction and Building Materials*, *123*, 254–260. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.012>
- Kothandaraman, S., Kandasamy, S., & Sivaraman, K. (2016). the Effect of Controlled Permeable Formwork Liner on the Mechanical and Durability Properties of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, *118*, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.083>
- Kaffetzakis, M. I., & Papanicolaou, C. G. (2016). Bond Behavior of Reinforcement in Lightweight Aggregate Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, *113*, 641–652. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.081>
- Karamloo, M., Mazloom, M., & Payganeh, G. (2016a). Effects of Maximum Aggregate Size on Fracture Behaviors of Self-Compacting Lightweight Concrete. *Construction and Building Materials*, *123*, 508–515. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.061>
- Karamloo, M., Mazloom, M., & Payganeh, G. (2016b). Influences of Water to Cement Ratio on Brittleness and Fracture Parameters of Self-Compacting Lightweight Concrete. *Engineering Fracture Mechanics*, *168*, 227–241. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2016.09.011>
- Kantar, E., Yuen, T. Y., Kobya, V., & Kuang, J. S. (2017). Impact Dynamics and Energy Dissipation Capacity of Fibre-Reinforced Self-Compacting Concrete Plates. *Construction and Building Materials*, *138*, 383–397. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.011>
- Kavitha, O. R., Shanthi, V. M., Arulraj, G. P., & Sivakumar, V. R. (2016). Microstructural Studies on Eco-Friendly and Durable Self-Compacting Concrete Blended with Metakaolin. *Applied Clay Science*, *124*, 143–149. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.02.011>
- Liu, M. (2010). Self-Compacting Concrete with Different Levels of Pulverized Fuel Ash. *Construction and Building Materials*, *24*(7), 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.12.012>

- Leemann, A., Loser, R., & Münch, B. (2010). Influence of Cement Type on Itz Porosity and Chloride Resistance of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 32(2), 116–120. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.11.007>
- Liu, M. (2011). Incorporating Ground Glass in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(2), 919–925. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.092>
- Leemann, A., Lura, P., & Loser, R. (2011). Shrinkage and Creep of SCC - the Influence of Paste Volume and Binder Composition. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2283–2289. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.019>
- Łaźniewska-Piekarczyk, B. (2013c). The Influence of Chemical Admixtures on Cement Hydration and Mixture Properties of Very High Performance Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 49, 643–662. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.072>
- Łaźniewska-Piekarczyk, B. (2013b). The Frost Resistance Versus Air Voids Parameters of High Performance Self Compacting Concrete Modified By Non-Air-Entrained Admixtures. *Construction and Building Materials*, 48, 1209–1220. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.080>
- Łaźniewska-Piekarczyk, B. (2013a). Examining the Possibility to Estimate the Influence of Admixtures on Pore Structure of Self-Compacting Concrete Using the Air Void Analyzer. *Construction and Building Materials*, 41, 374–387. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.100>
- Leemann, A., Nygaard, P., & Lura, P. (2014). Impact of Admixtures on the Plastic Shrinkage Cracking of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 46, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.11.002>
- Łaźniewska-Piekarczyk, B. (2014). the Methodology For Assessing the Impact of New Generation Superplasticizers on Air Content in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 53, 488–502. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.092>
- Lura, P., & Terrasi, G. Pietro. (2014). Reduction of Fire Spalling in High Performance Concrete By Means of Superabsorbent Polymers and Polypropylene Fibers: Small Scale Fire Tests of Carbon Fiber Reinforced Plastic-Prestressed Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 49, 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2014.02.001>
- Lameiras, R., Barros, J. A. O., & Azenha, M. (2015). Influence of Casting Condition on the Anisotropy of the Fracture Properties of Steel Fibre Reinforced Self Compacting Concrete (SFRSCC). *Cement and Concrete Composites*, 59, 60–76. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.03.008>

- Lu, C., Yang, H., & Mei, G. (2015). Relationship Between Slump Flow and Rheological Properties of Self Compacting Concrete with Silica Fume and its Permeability. *Construction and Building Materials*, 75, 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.038>
- Long, G., Gao, Y., & Xie, Y. (2015). Designing More Sustainable and Greener Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 84, 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.072>
- Leung, H. Y., Kim, J., Nadeem, A., Jaganathan, J., & Anwar, M. P. (2016). Sorptivity of Self-Compacting Concrete Containing Fly Ash and Silica Fume. *Construction and Building Materials*, 113, 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.071>
- Li, J., Chen, Y., & Wan, C. (2017). A Mix-Design Method for Lightweight Aggregate Self-Compacting Concrete Based on Packing and Mortar Film Thickness Theories. *Construction and Building Materials*, 157, 621-634. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.141>
- Lu, Y., Liu, Z., Li, S., & Li, W. (2017). Behavior of Steel Fibers Reinforced Self Stressing and Self-Compacting Concrete-Filled Steel Tube Subjected to Bending. *Construction and Building Materials*, 156, 639-651. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.019>
- Li, S., Liu, Z., Lu, Y., & Zhu, T. (2017). Shear Performance of Steel Fibers Reinforced Self-Confinement and Self-Compacting Concrete-Filled Steel Tube Stub Columns. *Construction and Building Materials*, 147, 758-775. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.192>
- Mohamed, M. A. S., Ghorbel, E., & Wardeh, G. (2010). Valorization of Micro Cellulose Fibers in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2473–2480. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.009>
- Mazaheripour, H., Ghanbarpour, S., Mirmoradi, S. H., & Hosseinpour, I. (2011). the Effect of Polypropylene Fibers on the Properties of Fresh and Hardened Lightweight Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(1), 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.018>
- Memon, S. A., Shaikh, M. A., & Akbar, H. (2011). Utilization of Rice Husk Ash as Viscosity Modifying Agent in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(2), 1044–1048. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.074>
- Mendes, P. J. D., Barros, J. A. O., Sena-Cruz, J. M., & Taheri, M. (2011). Development of A Pedestrian Bridge with GFRP Profiles and fiber Reinforced Self-Compacting Concrete Deck. *Composite Structures*, 93(11), 2969–2982. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2011.05.005>

- Mohamed, H. A. (2011). Effect of Fly Ash and Silica Fume on Compressive Strength of Self-Compacting Concrete Under Different Curing Conditions. *Ain Shams Engineering Journal*, 2(2), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2011.06.001>
- Martín, J., Rodríguez Montero, J., Moreno, F., Piqueras Sala, J. L., & Rubio, M. C. (2013). Feasibility Analysis of the Reuse of Waste Filler of Bituminous Mixtures for the Production of Self-Compacting Concrete. *Materials and Design*, 46, 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.10.009>
- Mohammed, M. K., Dawson, A. R., & Thom, N. H. (2014a). Carbonation of Filler Typed Self-Compacting Concrete and its Impact on the Microstructure By Utilization of 100% CO₂ accelerating Techniques. *Construction and Building Materials*, 50, 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.052>
- Mohammed, M. K., Dawson, A. R., & Thom, N. H. (2014b). Macro/Micro-Pore Structure Characteristics and the Chloride Penetration of Self-Compacting Concrete Incorporating Different Types of Filler and Mineral Admixture. *Construction and Building Materials*, 72, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.070>
- Mir, A. El, & Nehme, S. G. (2015). Porosity of Self-Compacting Concrete. *Procedia Engineering*, 123, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.071>
- Madandoust, R., Ranjbar, M. M., Ghavidel, R., & Fatemeh Shahabi, S. (2015). Assessment of Factors Influencing Mechanical Properties of Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete. *Materials and Design*, 83, 284–294. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.06.024>
- Mastali, M., & Dalvand, A. (2016b). Use of Silica Fume and Recycled Steel Fibers in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 196–209. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.046>
- Mastali, M., & Dalvand, A. (2016a). the Impact Resistance and Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete Reinforced with Recycled CFRP Pieces. *Composites Part B: Engineering*, 92, 360–376. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.01.046>
- Mashhadban, H., Kutanaei, S. S., & Sayarinejad, M. A. (2016). Prediction and Modeling of Mechanical Properties in Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete Using Particle Swarm Optimization Algorithm and Artificial Neural Network. *Construction and Building Materials*, 119, 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.034>
- Mahalingam, B., Nagamani, K., Kannan, L. S., Mohammed Haneefa, K., & Bahurudeen, A. (2016). Assessment of Hardened Characteristics of Raw Fly Ash Blended Self-Compacting Concrete. *Perspectives in Science*, 8, 709–711. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.06.066>

- Mazaheripour, H., Barros, J. A., Soltanzadeh, F., & Sena-Cruz, J. (2016). Deflection and Cracking Behavior of SFRSCC Beams Reinforced with Hybrid Prestressed GFRP and Steel Reinforcements. *Engineering Structures*, *125*, 546-565. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.07.026>
- Mastali, M., Dalvand, A., & Sattarifard, A. R. (2016). The Impact Resistance and Mechanical Properties of Reinforced Self-Compacting Concrete with Recycled Glass Fibre Reinforced Polymers. *Journal of Cleaner Production*, *124*, 312–324. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.148>
- Mastali, M., Dalvand, A., & Sattarifard, A. (2017). The Impact Resistance and Mechanical Properties of the Reinforced Self-Compacting Concrete Incorporating Recycled CFRP Fiber with Different Lengths and Dosages. *Composites Part B: Engineering*, *112*, 74–92. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.12.029>
- Maia, L., & Neves, D. (2017). Developing A Commercial Self-Compacting Concrete with Out Limestone Filler and with Volcanic Aggregate Materials. *Procedia Structural Integrity*, *5*, 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2017.07.085>
- Malkapur, S. M., Divakar, L., Narasimhan, M. C., Karkera, N. B., Goverdhan, P., Sathian, V., & Prasad, N. K. (2017). Neutron Radiation Shielding Properties of Polymer Incorporated Self Compacting Concrete Mixes. *Applied Radiation and Isotopes*, *125*, 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2017.03.029>
- Manzi, S., Mazzotti, C., & Bigozzi, M. C. (2017). Self-Compacting Concrete with Recycled Concrete Aggregate: Study of the Long-Term Properties. *Construction and Building Materials*, *157*, 582-590. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.129>
- Nanthagopalan, P., & Santhanam, M. (2011). Fresh and Hardened Properties of Self Compacting Concrete Produced with Manufactured Sand. *Cement and Concrete Composites*, *33*(3), 353–358. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.11.005>
- Nazari, A., & Riahi, S. (2010a). Microstructural, Thermal, Physical and Mechanical Behavior of the Self Compacting Concrete Containing SiO₂ Nanoparticles. *Materials Science and Engineering A*, *527*(29–30), 7663–7672. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.08.095>
- Nazari, A., & Riahi, S. (2010b). the Effect of TiO₂nanoparticles on Water Permeability and Thermal and Mechanical Properties of High Strength Self Compacting Concrete. *Materials Science and engineering A*, *528*(2), 756 763. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.09.074>
- Nunes, S., Oliveira, P. M., Coutinho, J. S., & Figueiras, J. (2011). Rheological Characterization of SCC Mortars and Pastes with Changes Induced By Cement Delivery. *Cement and Concrete Composites*, *33*(1), 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.09.019>

- Nazari, A., & Riahi, S. (2011a). The Effects of Zinc Dioxide Nanoparticles on Flexural Strength of Self-Compacting Concrete. *Composites Part B: Engineering*, 42(2), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2010.09.001>
- Nazari, A., & Riahi, S. (2011b). The Role of SiO₂ Nanoparticles and Ground Granulated Blast Furnace Slag Admixtures on Physical, Thermal and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete. *Materials Science and Engineering A*, 528(4–5), 2149–2157. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.11.064>
- Nazari, A., & Riahi, S. (2011c). TiO₂ nanoparticles Effects on Physical, Thermal and Mechanical Properties of Self Compacting Concrete with Ground Granulated Blast Furnace Slag as Binder. *Energy and Buildings*, 43(4), 995–1002. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.025>
- Nepomuceno, M. C. S., Pereira-De-Oliveira, L. A., & Lopes, S. M. R. (2014). Methodology for the Mix Design of Self-Compacting Concrete Using Different Mineral Additions in Binary Blends of Powders. *Construction and Building Materials*, 64, 82–94. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.021>
- Nikbin, I. M., Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Vaseghi Amiri, J., Rahmani, E., Rabbanifar, S., & Eslami, M. (2014a). A Comprehensive Investigation Into the Effect of Aging and Coarse Aggregate Size and Volume on Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete. *Materials and Design*, 59, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.02.054>
- Nikbin, I. M., Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Vaseghi Amiri, J., Rabbanifar, S., Rahmani, E., & Rahimi, S. (2014). A Comprehensive Investigation Into the Effect of Water to Cement Ratio and Powder Content on Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 57, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.01.098>
- Nikbin, I. M., Beygi, M. H. A., Kazemi, M. T., Vaseghi Amiri, J., Rahmani, E., Rabbanifar, S., & Eslami, M. (2014b). Effect of Coarse Aggregate Volume on Fracture Behavior of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 52, 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.041>
- Nuruddin, M. F., Azmee, N. M., & Yung, C. K. (2014). Effect of Fire Flame Exposure on Ductile Self-Compacting Concrete (DSCC) Blended with MIRHA and Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 50, 388–393. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.038>
- Nuruddin, M. F., Chang, K. Y., & Azmee, N. M. (2014). Workability and Compressive Strength of Ductile Self Compacting Concrete (DSCC) with Various Cement Replacement Materials. *Construction and Building Materials*, 55, 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.094>

- Nazari, A., & Riahi, S. (2015). Corrigendum to ‘Microstructural, Thermal, Physical and Mechanical Behavior of the Self Compacting Concrete Containing SiO₂ Nanoparticles’ [Mater. Sci. Eng. A, 527 (29), (2010), 7663-7672.] Doi: 10.1016/J.Msea.2010.08.095. *Materials Science and Engineering A*, 642, 316. <https://doi.org/10.1016/J.Msea.2015.07.015>
- Niewiadomski, P., Cwirzeń, A., & Hoła, J. (2015). the Influence of an Additive in the form of Selected Nanoparticles on the Physical and Mechanical Characteristics of Self-Compacting Concrete. *Procedia Engineering*, 111(Tfoce), 601–606. <https://doi.org/10.1016/J.Proeng.2015.07.052>
- Nie, D., & An, X. (2016). Optimization of SCC Mix at Paste Level By Using Numerical Method Based on APaste Rheological Threshold Theory. *Construction and Building Materials*, 102, 428-434. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2015.10.195>
- Ngo, H. T., Kadri, E. H., Kaci, A., Ngo, T. T., Trudel, A., & Lecrux, S. (2016). Advanced Online Water Content Measurement for Self-Compacting Concrete Production in Ready-Mixed Concrete Plants. *Construction and Building Materials*, 112, 570-580. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2016.02.158>
- Nguyen, H. A., Chang, T. P., Shih, J. Y., Chen, C. T., & Nguyen, T. D. (2016). Engineering Properties and Durability of High-Strength Self-Compacting Concrete with No-Cement SFC Binder. *Construction and Building Materials*, 106, 670-677. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2015.12.163>
- Nepomuceno, M. C. S., Pereira-De-Oliveira, L. A., Lopes, S. M. R., & Franco, R. M. C. (2016). Maximum Coarse Aggregate’s Volume Fraction in Self Compacting Concrete for Different Flow Restrictions. *Construction and Building Materials*, 113, 851–856. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2016.03.143>
- Najim, K. B., Al-Jumaily, I., & Atea, A. M. (2016). Characterization of Sustainable High Performance/Self-Compacting Concrete Produced Using CKD as Cement Replacement Material. *Construction and Building Materials*, 103, 123–129. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2015.11.037>
- Nagaratnam, B. H., Rahman, M. E., Mirasa, A. K., Mannan, M. A., & Lame, S. O. (2016). Workability and Heat of Hydration of Self-Compacting Concrete Incorporating Agro-Industrial Waste. *Journal of Cleaner Production*, 112, 882-894. <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2015.05.112>
- Nehme, S. G., László, R., & El Mir, A. (2017). Mechanical Performance of Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete in Panels. *Procedia Engineering*, 196, 90-96. <https://doi.org/10.1016/J.Proeng.2017.07.177>
- Oliveira, M. J., Ribeiro, A. B., & Branco, F. G. (2015). Curing Effect in the Shrinkage of a Lower Strength Self-Compacting Concrete. *Construction and*

Building Materials, 93, 1206–1215.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.04.035>

- Ouellet-Plamondon, C. M., & Habert, G. (2016). Self-Compacted Clay Based Concrete (SCCC): Proof-of-Concept. *Journal of Cleaner Production*, 117, 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.048>
- Ortiz, J. A., De La Fuente, A., Sebastia, F. M., Segura, I., & Aguado, A. (2017). Steel-Fibre-Reinforced Self-Compacting Concrete with 100% Recycled Mixed Aggregates Suitable for Structural Applications. *Construction and Building Materials*, 156, 230–241. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.188>
- Oliveira, M. J., Ribeiro, A. B., & Branco, F. G. (2017). Shrinkage of Self Compacting Concrete. A Comparative Analysis. *Journal of Building Engineering*, 9(June 2016), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2016.12.002>
- Parra, C., Valcuende, M., & Gómez, F. (2011). Splitting Tensile Strength and Modulus of Elasticity of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(1), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.037>
- Pathak, N., & Siddique, R. (2012). Effects of Elevated Temperatures on Properties of Self-Compacting-Concrete Containing Fly Ash and Spent Foundry Sand. *Construction and Building Materials*, 34, 512–521. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.026>
- Pop, I., Schutter, G. De, Desnerck, P., & Onet, T. (2013). Bond Between Powder Type Self-Compacting Concrete and Steel Reinforcement. *Construction and Building Materials*, 41, 824–833. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.029>
- Ponikiewski, T., & Gołaszewski, J. (2014). The Influence of High-Calcium Fly Ash on the Properties of Fresh and Hardened Self-Compacting Concrete and High Performance Self-Compacting Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 72, 212–221. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.058>
- Ponikiewski, T., & Gołaszewski, J. (2014). The Effect of High-Calcium Fly Ash on Selected Properties of Self-Compacting Concrete. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(3), 455–465. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2013.10.014>
- Pereira-De-Oliveira, L. A., Nepomuceno, M. C. S., Castro-Gomes, J. P., & Vila, M. F. C. (2014). Permeability Properties of Self-Compacting Concrete with Coarse Recycled Aggregates. *Construction and Building Materials*, 51, 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.061>

- Puentes, J., Barluenga, G., & Palomar, I. (2014). Effects of Nano-Components on Early Age Cracking of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 73, 89–93. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.061>
- Ponikiewski, T., Katzer, J., Bugdol, M., & Rudzki, M. (2015). X-Ray Computed Tomography Harnessed to Determine 3D Spacing of Steel Fibres in Self Compacting Concrete (SCC) Slabs. *Construction and Building Materials*, 74, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.024>
- Ponikiewski, T., Gołaszewski, J., Rudzki, M., & Bugdol, M. (2015). Determination of Steel Fibres Distribution in Self-Compacting Concrete Beams Using X Ray Computed Tomography. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15(2), 558–568. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2014.08.008>
- Puthipad, N., Ouchi, M., Rath, S., & Attachaiyawuth, A. (2016). Enhancement in Self-Compactability and Stability in Volume of Entrained Air in Self Compacting Concrete with High Volume Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 128, 349–360. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.087>
- Rahman, M. E., Muntohar, A. S., Pakrashi, V., Nagaratnam, B. H., & Sujan, D. (2014). Self Compacting Concrete from Uncontrolled Burning of Rice Husk and Blended Fine Aggregate. *Materials and Design*, 55, 410–415. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.10.007>
- Rahman, M. K., Baluch, M. H., & Malik, M. A. (2014). Thixotropic Behavior of Self Compacting Concrete with Different Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 50, 710–717. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.025>
- Ramezaniapour, A. M., Esmaeili, K., Ghahari, S. A., & Ramezaniapour, A. A. (2014). Influence of Initial Steam Curing and Different Types of Mineral Additives on Mechanical and Durability Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 73, 187–194. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.072>
- Rahal, K. N., Khaleefi, A. L., & Al-Sanee, A. (2016). an Experimental Investigation of Shear-Transfer Strength of Normal and High Strength Self Compacting Concrete. *Engineering Structures*, 109, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.11.015>
- Ryan, P. C., & O'Connor, A. (2016). Comparing the Durability of Self-Compacting Concretes and Conventionally Vibrated Concretes in Chloride Rich Environments. *Construction and Building Materials*, 120, 504–513. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.089>
- Ranjbar, N., Behnia, A., Alsubari, B., Birgani, P. M., & Jumaat, M. Z. (2016). Durability and Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete

Incorporating Palm Oil Fuel Ash. *Journal of Cleaner Production*, 112, 723-730. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.033>

- Rath, S., Ouchi, M., Puthipad, N., & Attachaiyawuth, A. (2017). Improving the Stability of Entrained Air in Self-Compacting Concrete By Optimizing the Mix Viscosity and Air Entraining Agent Dosage. *Construction and Building Materials*, 148, 531-537. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.105>
- Siddique, R. (2011). Properties of Self-Compacting Concrete Containing Class F Fly Ash. *Materials and Design*, 32(3), 1501-1507. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.08.043>
- Siddique, R., Aggarwal, P., & Aggarwal, Y. (2011). Prediction of Compressive Strength of Self-Compacting Concrete Containing Bottom Ash Using Artificial Neural Networks. *Advances in Engineering Software*, 42(10), 780-786. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2011.05.016>
- Siddique, R., Aggarwal, P., & Aggarwal, Y. (2012). Influence of Water/Powder Ratio on Strength Properties of Self-Compacting Concrete Containing Coal Fly Ash and Bottom Ash. *Construction and Building Materials*, 29, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.035>
- Sideris, K. K., & Anagnostopoulos, N. S. (2013). Durability of Normal Strength Self-Compacting Concretes and Their Impact on Service Life of Reinforced Concrete Structures. *Construction and Building Materials*, 41, 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.042>
- Sebaibi, N., Benzerzour, M., Sebaibi, Y., & Abriak, N. E. (2013). Composition of Self Compacting Concrete (SCC) Using the Compressible Packing Model, the Chinese Method and the European Standard. *Construction and Building Materials*, 43, 382-388. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.02.028>
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2013a). Use of Increasing Amounts of Bagasse Ash Waste to Produce Self-Compacting Concrete By Adding Limestone Powder Waste. *Journal of Cleaner Production*, 57, 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.009>
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2013b). Use of Recycled Alumina as Fine Aggregate Replacement in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 47, 701-710. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.05.065>
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2013c). Utilization of Limestone Powder to Improve the Properties of Self-Compacting Concrete Incorporating High Volumes of Untreated Rice Husk Ash as Fine Aggregate. *Construction and Building Materials*, 38, 455-464. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.08.016>
- Sfikas, I. P., Badogiannis, E. G., & Trezos, K. G. (2014). Rheology and Mechanical Characteristics of Self-Compacting Concrete Mixtures Containing

- Metakaolin. *Construction and Building Materials*, 64, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.048>
- Schmidt, W., Brouwers, H. J. H., Kühne, H. C., & Meng, B. (2014). Influences of Superplasticizer Modification and Mixture Composition on the Performance of Self-Compacting Concrete at Varied Ambient Temperatures. *Cement and Concrete Composites*, 49, 111–126. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.12.004>
- Švec, O., Žirgulis, G., Bolander, J. E., & Stang, H. (2014). Influence of formWork Surface on the Orientation of Steel Fibres Within Self-Compacting Concrete and on the Mechanical Properties of Cast Structural Elements. *Cement and Concrete Composites*, 50, 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.12.002>
- Shan, Z., Yu, Z., & Shi, J. (2015). Experimental Investigation of Flow of Fresh Self Compacting Concrete in Improved L-Box. *Construction and Building Materials*, 84, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.056>
- Sheen, Y. N., Le, D. H., & Sun, T. H. (2015a). Greener Self-Compacting Concrete Using Stainless Steel Reducing Slag. *Construction and Building Materials*, 82, 341–350. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.081>
- Santos, A. C. P., Ortiz-Lozano, J. A., Villegas, N., & Aguado, A. (2015). Experimental Study about the Effects of Granular Skeleton Distribution on the Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete (SCC). *Construction and Building Materials*, 78, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.006>
- Salehian, H., & Barros, J. A. O. (2015). Assessment of the Performance of Steel Fibre Reinforced Self-Compacting Concrete in Elevated Slabs. *Cement and Concrete Composites*, 55, 268–280. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2014.09.016>
- Sideris, K. K., Tassos, C., & Chatzopoulos, A. (2015). Production of Durable Self Compacting Concrete Using Ladle Furnace Slag (LFS) as Filler Material. *Procedia Engineering*, 108, 592–597. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.184>
- Sheen, Y. N., Le, D. H., & Sun, T. H. (2015b). Innovative Usages of Stainless Steel Slags in Developing Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 101, 268–276. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.079>
- Shi, C., Wu, Z., Lv, K., & Wu, L. (2015). a Review on Mixture Design Methods for Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 84, 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.079>

- Silva, Y. F., Robayo, R. A., Matthey, P. E., & Delvasto, S. (2016). Properties of Self Compacting Concrete on Fresh and Hardened with Residue of Masonry and Recycled Concrete. *Construction and Building Materials*, 124, 639–644. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.057>
- Sheen, Y. N., Huang, L. J., Sun, T. H., & Le, D. H. (2016). Engineering Properties of Self-Compacting Concrete Containing Stainless Steel Slags. *Procedia Engineering*, 142, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.016>
- Singh, G., & Siddique, R. (2016a). Effect of Iron Slag as Partial Replacement of Fine Aggregates on the Durability Characteristics of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 128, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.074>
- Singh, G., & Siddique, R. (2016b). Strength Properties and Micro-Structural Analysis of Self-Compacting Concrete Made with Iron Slag as Partial Replacement of Fine Aggregates. *Construction and Building Materials*, 127, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.154>
- Sua-Iam, G., Sokrai, P., & Makul, N. (2016). Novel Ternary Blends of Type 1 Portland Cement, Residual Rice Husk Ash, and Limestone Powder to Improve the Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 125, 1028–1034. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.002>
- Singh, N., & Singh, S. P. (2016a). Carbonation and Electrical Resistance of Self Compacting Concrete Made with Recycled Concrete Aggregates and Metakaolin. *Construction and Building Materials*, 121, 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.06.009>
- Singh, N., & Singh, S. P. (2016b). Carbonation Resistance and Microstructural Analysis of Low and High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete Containing Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, 127, 828–842. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.10.067>
- Soltanzadeh, F., Behbahani, A. E., Mazaheripour, H., & Barros, J. A. (2016). Shear Resistance of SFRSCC Short-Span Beams with Out Transversal Reinforcements. *Composite Structures*, 139, 42–61. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2015.11.067>
- Sonebi, M., Cevik, A., Grünewald, S., & Walraven, J. (2016). Modelling the Fresh Properties of Self-Compacting Concrete Using Support Vector Machine Approach. *Construction and Building Materials*, 106, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.035>
- Siddique, R., & Kaur, G. (2016). Strength and Permeation Properties of Self Compacting Concrete Containing Fly Ash and Hooked Steel

Fibres. *Construction and Building Materials*, 103, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.11.044>

- Samimi, K., Kamali-Bernard, S., Maghsoudi, A. A., Maghsoudi, M., & Siad, H. (2017). Influence of Pumice and Zeolite on Compressive Strength, Transport Properties and Resistance to Chloride Penetration of High Strength Self Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 151, 292-311. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.071>
- Sharma, R., & Khan, R. A. (2017). Durability Assessment of Self Compacting Concrete Incorporating Copper Slag as Fine Aggregates. *Construction and Building Materials*, 155, 617-629. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.074>
- Salesa, Á., Pérez-Benedicto, J. Á., Esteban, L. M., Vicente-Vas, R., & OrnaCarmona, M. (2017). Physico-Mechanical Properties of Multi-Recycled Self Compacting Concrete Prepared with Precast Concrete Rejects. *Construction and Building Materials*, 153, 364-373. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.087>
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2017). Effect of Incinerated Sugarcane Filter Cake on the Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 130, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.033>
- Santamaría, A., Orbe, A., Losañez, M. M., Skaf, M., Ortega-Lopez, V., & González, J. J. (2017). Self-Compacting Concrete Incorporating Electric Arc-Furnace Steelmaking Slag as Aggregate. *Materials and Design*, 115, 179-193. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.11.048>
- Torrijos, M. C., Barragán, B. E., & Zerbino, R. L. (2010). Placing Conditions, Mesostructural Characteristics and post-Cracking Response of Fibre Reinforced Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 24(6), 1078-1085. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.11.008>
- Tichko, S., Van De Maele, J., Vanmassenhove, N., De Schutter, G., Vierendeels, J., Verhoeven, R., & Troch, P. (2014). Numerical Simulation of Form Work Pressure While Pumping Self-Compacting Concrete Bottom-Up. *Engineering Structures*, 70, 218-233. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.04.008>
- Trezos, K. G., Sfikas, I. P., & Pasiros, C. G. (2014). Influence of Water-to-Binder Ratio on Top-Bar Effect and on Bond Variation Across Length in SelfCompacting Concrete Specimens. *Cement and Concrete Composites*, 48, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.11.012>
- Trezos, K. G., Sfikas, I. P., & Orfanopoulos, K. (2014). Bond of Self-Compacting Concrete Incorporating Silica Fume: Top-Bar Effect, Effects of Rebar Distance from Casting Point and of Rebar-to-Concrete Relative

- Displacements During Setting. *Construction and Building Materials*, 73, 378–390. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.09.113>
- Turuлло, G., & Soutsos, M. N. (2015). Supplementary Cementitious Materials: Strength Development of Self-Compacting Concrete Under Different Curing Temperature. *Procedia Engineering*, 125, 699–704. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.109>
- Tichko, S., De Schutter, G., Troch, P., Vierendeels, J., Verhoeven, R., Lesage, K., & Cauberg, N. (2015). Influence of the Viscosity of Self-Compacting Concrete and the Presence of Rebars on the formWork Pressure While Filling Bottom Up. *Engineering Structures*, 101, 698–714. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.08.008>
- Tennich, M., Kallel, A., & Ben Ouezdou, M. (2015). Incorporation of Fillers from Marble and Tile Wastes in the Composition of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 91, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.04.052>
- Tian, J., Wang, W., & Du, Y. (2016). Damage Behaviors of Self-Compacting Concrete and Prediction Model Under Coupling Effect of Salt Freeze-Thaw and Flexural Load. *Construction and Building Materials*, 119, 241–250. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.073>
- Thienpont, T., De Corte, W., & Seidl, S. (2016). Self-Compacting Concrete, Protecting Steel Reinforcement Under Cyclic Load: Evaluation of Fatigue Crack Behavior. *Procedia Engineering*, 160(Icmfm Xviii), 207–213. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.882>
- Tennich, M., Ben Ouezdou, M., & Kallel, A. (2017). Behavior of Self-Compacting Concrete Made with Marble and Tile Wastes Exposed to External Sulfate Attack. *Construction and Building Materials*, 135, 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.193>
- Tioua, T., Kriker, A., Barluenga, G., & Palomar, I. (2017). Influence of Date Palm Fiber and Shrinkage Reducing Admixture on Self-Compacting Concrete Performance at Early Age in Hot-Dry Environment. *Construction and Building Materials*, 154, 721–733. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.229>
- Uysal, M., & Sumer, M. (2011). Performance of Self-Compacting Concrete Containing Different Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 25(11), 4112–4120. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.032>
- Uysal, M., & Tanyildizi, H. (2011). Predicting the Core Compressive Strength of Self-Compacting Concrete (SCC) Mixtures with Mineral Additives Using Artificial Neural Network. *Construction and Building Materials*, 25(11), 4105–4111. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.108>

- Uysal, M., & Yilmaz, K. (2011). Effect of Mineral Admixtures on Properties of Self Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 33(7), 771–776. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.04.005>
- Uysal, M., & Tanyildizi, H. (2012). Estimation of Compressive Strength of Self Compacting Concrete Containing Polypropylene Fiber and Mineral Additives Exposed to High Temperature Using Artificial Neural Network. *Construction and Building Materials*, 27(1), 404–414. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.028>
- Uysal, M. (2012). Self-Compacting Concrete Incorporating Filler Additives: Performance at High Temperatures. *Construction and Building Materials*, 26(1), 701–706. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.077>
- Uysal, M., Yilmaz, K., & Ipek, M. (2012a). Properties and Behavior of Self Compacting Concrete Produced with GBFS and FA Additives Subjected to High Temperatures. *Construction and Building Materials*, 28(1), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.076>
- Uysal, M., Yilmaz, K., & Ipek, M. (2012b). the Effect of Mineral Admixtures on Mechanical Properties, Chloride Ion Permeability and Impermeability of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 27(1), 263–270. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.049>
- Uygunoğlu, T., Topçu, I. B., & Çelik, A. G. (2014). Use of Waste Marble and Recycled Aggregates in Self-Compacting Concrete for Environmental Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 691–700. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.019>
- Valcuende, M., & Parra, C. (2010). Natural Carbonation of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 24(5), 848–853. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.021>
- Vejmelková, E., Keppert, M., Grzeszczyk, S., Skaliński, B., & Černý, R. (2011). Properties of Self-Compacting Concrete Mixtures Containing Metakaolin and Blast Furnace Slag. *Construction and Building Materials*, 25(3), 1325–1331. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.09.012>
- Valcuende, M., Parra, C., Marco, E., Garrido, A., Martínez, E., & Cánoves, J. (2012). Influence of Limestone Filler and Viscosity-Modifying Admixture on the Porous Structure of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 28(1), 122–128. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.029>
- Van Der Vurst, F., Desnerck, P., Peirs, J., & De Schutter, G. (2014). Shape Factors of Self-Compacting Concrete Specimens Subjected to Uniaxial Loading. *Cement and Concrete Composites*, 54, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2014.05.009>

- Verma, N., & Misra, A. K. (2015). Bond Characteristics of Reinforced TMT Bars in Self Compacting Concrete and Normal Cement Concrete. *Alexandria Engineering Journal*, 54(4), 1155–1159. <https://doi.org/10.1016/J.Aej.2015.06.011>
- Valcuende, M., Benito, F., Parra, C., & Miñano, I. (2015). Shrinkage of Self Compacting Concrete Made with Blast Furnace Slag as Fine Aggregate. *Construction and Building Materials*, 76, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.Conbuildmat.2014.11.029>
- Vakhshouri, B., & Nejadi, S. (2016). Mix Design of Light-Weight Self-Compacting Concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 4, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.Cscm.2015.10.002>
- Vinay Kumar, B. M., Ananthan, H., & Balaji, K. V. A. (2017). Experimental Studies on Utilization of Coarse and Finer Fractions of Recycled Concrete Aggregates in Self Compacting Concrete Mixes. *Journal of Building Engineering*, 9(December 2016), 100–108. <https://doi.org/10.1016/J.Job.2016.11.013>
- Van Der Vurst, F., Grünewald, S., Feys, D., Lesage, K., Vandewalle, L., Vantomme, J., & De Schutter, G. (2017). Effect of the Mix Design on the Robustness of Fresh Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 82, 190–201. <https://doi.org/10.1016/J.Cemconcomp.2017.06.005>
- Vivek, S. S., & Dhinakaran, G. (2017). Fresh and Hardened Properties of Binary Blend High Strength Self Compacting Concrete. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(3), 1173–1179. <https://doi.org/10.1016/J.Jestch.2017.05.003>
- Wongkeo, W., Thongsanitgarn, P., Ngamjarrojana, A., & Chaipanich, A. (2014). Compressive Strength and Chloride Resistance of Self-Compacting Concrete Containing High Level Fly Ash and Silica Fume. *Materials and Design*, 64, 261–269. <https://doi.org/10.1016/J.Matdes.2014.07.042>
- Xie, Y., Corr, D. J., Chaouche, M., Jin, F., & Shah, S. P. (2014). Experimental Study of Filling Capacity of Self-Compacting Concrete and its Influence on the Properties of Rock-Filled Concrete. *Cement and Concrete Research*, 56, 121–128. <https://doi.org/10.1016/J.Cemconres.2013.11.010>
- Yu, H., Shi, X., Hartt, W. H., & Lu, B. (2010). Laboratory Investigation of Reinforcement Corrosion Initiation and Chloride Threshold Content for Self Compacting Concrete. *Cement and Concrete Research*, 40(10), 1507–1516. <https://doi.org/10.1016/J.Cemconres.2010.06.004>
- Yurtdas, I., Burlion, N., Shao, J. F., & Li, A. (2011). Evolution of the Mechanical Behaviour of a High Performance Self-Compacting Concrete Under Drying. *Cement and Concrete Composites*, 33(3), 380–388. <https://doi.org/10.1016/J.Cemconcomp.2010.12.002>

- Yang, S., Yue, X., Liu, X., & Tong, Y. (2015). Properties of Self-Compacting Lightweight Concrete Containing Recycled Plastic Particles. *Construction and Building Materials*, 84, 444–453. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.038>
- Yehia, S., Douba, A., Abdullahi, O., & Farrag, S. (2016). Mechanical and Durability Evaluation of Fiber-Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 121, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.127>
- Yuan, Q., Long, G., Liu, Z., Ma, K., Xie, Y., Deng, D., & Huang, H. (2016). Sealed Space-Filling SCC: A Special SCC Applied in High-Speed Rail of China. *Construction and Building Materials*, 124, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.093>
- Yaman, M. A., Elaty, M. A., & Taman, M. (2017). Predicting the Ingredients of Self Compacting Concrete Using Artificial Neural Network. *Alexandria Engineering Journal*, 56(4), 523–532. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.04.007>
- Zheng, J., An, X., & Huang, M. (2012). GPU-Based Parallel Algorithm for Particle Contact Detection and its Application in Self-Compacting Concrete Flow Simulations. *Computers and Structures*, 112–113, 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2012.08.003>
- Zhu, W., Wei, J., Li, F., Zhang, T., Chen, Y., Hu, J., & Yu, Q. (2016). Understanding Restraint Effect of Coarse Aggregate on the Drying Shrinkage of self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 114, 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.160>
- Zhao, H., Sun, W., Wu, X., & Gao, B. (2015). the Properties of the Self-Compacting Concrete with Fly Ash and Ground Granulated Blast Furnace Slag Mineral Admixtures. *Journal of Cleaner Production*, 95, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.050>

EK 2 Veritabanından indirilen ve istatistiksel analizde kullanılan makaleler

- Ahmed, S. A. (2013). Properties and Mesostructural Characteristics of Linen Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete in Slender Columns. *Ain Shams Engineering Journal*, 4(2), 155-161.
- Alberti, M. G., Enfedaque, A., & Gálvez, J. C. (2015). Comparison Between Polyolefin Fibre Reinforced Vibrated Conventional Concrete and Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 85, 182-194.
- Al-Hadithi, A. I., & Hilal, N. N. (2016). the Possibility of Enhancing Some Properties of Self-Compacting Concrete By Adding Waste Plastic Fibers. *Journal of Building Engineering*, 8, 20-28.
- Alhussainy, F., Hasan, H. A., Rogic, S., Sheikh, M. N., & Hadi, M. N. (2016). Direct Tensile Testing of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 112, 903-906.
- Alsubari, B., Shafigh, P., & Jumaat, M. Z. (2016). Utilization of High-Volume Treated Palm Oil Fuel Ash to Produce Sustainable Self-Compacting Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 137, 982-996.
- Altoubat, S., Badran, D., Junaid, M. T., & Leblouba, M. (2016). Restrained Shrinkage Behavior of Self-Compacting Concrete Containing Ground Granulated Blast-Furnace Slag. *Construction and Building Materials*, 129, 98-105.
- Alyamac, K. E., Ghafari, E., & Ince, R. (2017). Development of Eco-Efficient Self Compacting Concrete with Waste Marble Powder Using the Response Surface Method. *Journal of Cleaner Production*, 144, 192-202.
- Ardalan, R. B., Joshaghani, A., & Hooton, R. D. (2017). Workability Retention and Compressive Strength of Self-Compacting Concrete Incorporating Pumice Powder and silica Fume. *Construction and Building Materials*, 134, 116-122.
- Akinpelu, M. A., Odeyemi, S. O., Olafusi, O. S., & Muhammed, F. Z. (2017). Evaluation of Splitting Tensile and Compressive Strength Relationship of Self-Compacting Concrete. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*.
- Ahmad, S., Umar, A., & Masood, A. (2017). Properties of Normal Concrete, Self Compacting Concrete and Glass Fibre-Reinforced Self-Compacting Concrete: an Experimental Study. *Procedia Engineering*, 173, 807-813.
- Badogiannis, E. G., Sfikas, I. P., Voukia, D. V., Trezos, K. G., & Tsivilis, S. G. (2015). Durability of Metakaolin Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 82, 133-141.

- Barluenga, G., Palomar, I., & Puentes, J. (2015). Hardened Properties and Microstructure of SCC with Mineral Additions. *Construction and Building Materials*, 94, 728-736.
- Benaicha, M., Roguiez, X., Jalbaud, O., Burtschell, Y., & Alaoui, A. H. (2015). Influence of Silica Fume and Viscosity Modifying Agent on the Mechanical and Rheological Behavior of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 84, 103-110.
- Boudali, S., Kerdal, D. E., Ayed, K., Abdulsalam, B., & Soliman, A. M. (2016). Performance of Self-Compacting Concrete Incorporating Recycled Concrete Fines and Aggregate Exposed to Sulphate Attack. *Construction and Building Materials*, 124, 705-713.
- Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2011). Characterization of Self-Compacting Concretes Prepared with Different Fibers and Mineral Additions. *Cement and Concrete Composites*, 33(5), 596-601.
- Carro-López, D., González-Fonteboa, B., De Brito, J., Martínez-Abella, F., González-Taboada, I., & Silva, P. (2015). Study of the Rheology of Self Compacting Concrete with Fine Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, 96, 491-501.
- Chopra, D., & Siddique, R. (2015). Strength, Permeability and Microstructure of Self-Compacting Concrete Containing Rice Husk Ash. *Biosystems Engineering*, 130, 72-80.
- Dehwah, H. A. F. (2012). Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete Incorporating Quarry Dust Powder, Silica Fume or Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 26(1), 547-551.
- Derabla, R., & Benmalek, M. L. (2014). Characterization of Heat-Treated Self Compacting Concrete Containing Mineral Admixtures at Early Age and in the Long Term. *Construction and Building Materials*, 66, 787-794.
- Da Silva, W. R. L., Lucena, D. S., Štemberk, P., & Prudêncio, L. R. (2014). Evaluation of the Effect of Concrete Compositional Changes and the Use of Ethyl-Alcohol and Biodegradable-Oil-Based Release Agents on the Final Surface Appearance of Self-Compacting Concrete Precast Elements. *Construction and Building Materials*, 52, 202-208.
- Da Silva, P. R., & De Brito, J. (2015). Experimental Study of the Porosity and Microstructure of Self-Compacting Concrete (SCC) with Binary and Ternary Mixes of Fly Ash and Limestone Filler. *Construction and Building Materials*, 86, 101-112.
- Diab, A. M., Elmoaty, A. E. M. A., & Eldin, M. R. T. (2017). Slant Shear Bond Strength Between Self Compacting Concrete and Old Concrete. *Construction and Building Materials*, 130, 73-82.

- Elaty, M. A. A., & Ghazy, M. F. (2017). Fluidity Evaluation of Fiber Reinforced Self Compacting Concrete Based on Buoyancy Law. *HBRC Journal*.
- Esquinas, A. R., Ramos, C., Jiménez, J. R., Fernández, J. M., & De Brito, J. (2017). Mechanical Behaviour of Self-Compacting Concrete Made with Recovery Filler From Hot-Mix Asphalt Plants. *Construction and Building Materials*, 131, 114-128.
- Frazão, C., Camões, A., Barros, J., & Gonçalves, D. (2015). Durability of Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 80, 155-166.
- Fathi, H., Lameie, T., Maleki, M., & Yazdani, R. (2017). Simultaneous Effects of Fiber and Glass on the Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 133, 443-449.
- Grdic, Z. J., Toplicic-Curcic, G. A., Despotovic, I. M., & Ristic, N. S. (2010). Properties of Self-Compacting Concrete Prepared with Coarse Recycled Concrete Aggregate. *Construction and Building Materials*, 24(7), 1129-1133.
- Güneyisi, E., Gesoğlu, M., & Özbay, E. (2010). Strength and Drying Shrinkage Properties of Self-Compacting Concretes Incorporating Multi-System Blended Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 24(10), 1878-1887.
- Güneyisi, E., Gesoğlu, M., & Algin, Z. (2014). Effect of Surface Treatment Methods on the Properties of Self-Compacting Concrete with Recycled Aggregates. *Construction and Building Materials*, 64, 172-183.
- Gesoğlu, M., Güneyisi, E., Özturan, T., Öz, H. Ö., & Asaad, D. S. (2014). Permeation Characteristics of Self Compacting Concrete Made With Partially Substitution of Natural Aggregates with Rounded Lightweight Aggregates. *Construction and Building Materials*, 59, 1-9.
- Gesoglu, M., Güneyisi, E., Ozturan, T., Oz, H. O., & Asaad, D. S. (2015). Shear Thickening Intensity of Self-Compacting Concretes Containing Rounded Lightweight Aggregates. *Construction and Building Materials*, 79, 40-47.
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Al-Goody, A., & İpek, S. (2015). Fresh and Rheological Behavior of Nano-Silica and Fly Ash Blended Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 95, 29-44.
- Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Booya, E., & Mermerdaş, K. (2015). Strength and Permeability Properties of Self-Compacting Concrete with Cold Bonded Fly Ash Lightweight Aggregate. *Construction and Building Materials*, 74, 17-24.

- Gesoglu, M., Güneyisi, E., Öz, H. Ö., Taha, I., & Yasemin, M. T. (2015). Failure Characteristics of Self-Compacting Concretes Made with Recycled Aggregates. *Construction and Building Materials*, 98, 334-344.
- Ghernouti, Y., Rabehi, B., Bouziani, T., Ghezraoui, H., & Makhoulfi, A. (2015). Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete Containing Plastic Bag Waste Fibers (WFSCC). *Construction and Building Materials*, 82, 89-100.
- Ghanooni-Bagha, M., Shayanfar, M. A., Shirzadi-Javid, A. A., & Ziaadiny, H. (2016). Corrosion-Induced Reduction in Compressive Strength of Self Compacting Concretes Containing Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 113, 221-228.
- Güneyisi, E., Gesoglu, M., Naji, N., & İpek, S. (2016). Evaluation of the Rheological Behavior of Fresh Self-Compacting Rubberized Concrete By Using the Herschel–Bulkley and Modified Bingham Models. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 16(1), 9-19.
- González-Taboada, I., González-Fonteboa, B., Pérez-Ordóñez, J. L., & Eiras-López, J. (2017). Prediction of Self-Compacting Recycled Concrete Mechanical Properties Using Vibrated Recycled Concrete Experience. *Construction and Building Materials*, 131, 641-654.
- Helincks, P., Boel, V., De Corte, W., De Schutter, G., & Desnerck, P. (2013). Structural Behaviour of Powder-Type Self-Compacting Concrete: Bond Performance and Shear Capacity. *Engineering Structures*, 48, 121-132.
- Hesami, S., Hikouei, I. S., & Emadi, S. A. A. (2016). Mechanical Behavior of Self Compacting Concrete Pavements Incorporating Recycled Tire Rubber Crumb and Reinforced with Polypropylene Fiber. *Journal of Cleaner Production*, 133, 228-234.
- Hilal, N. N. (2017). Hardened Properties of Self-Compacting Concrete with Different Crumb Rubber Size and Content. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 191-206.
- Jalal, M., Pouladkhan, A., Harandi, O. F., & Jafari, D. (2015). Comparative Study on Effects of Class F Fly Ash, Nano Silica and Silica Fume on Properties of High Performance Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 94, 90-104.
- Kannan, V., & Ganesan, K. (2014). Chloride and Chemical Resistance of Self Compacting Concrete Containing Rice Husk Ash and Metakaolin. *Construction and Building Materials*, 51, 225-234.
- Kapoor, K., Singh, S. P., & Singh, B. (2016). Durability of Self-Compacting Concrete Made with Recycled Concrete Aggregates and Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 128, 67-76.

- Kostrzanowska-Siedlarz, A., & Gołaszewski, J. (2016). Rheological Properties of High Performance Self-Compacting Concrete: Effects of Composition and Time. *Construction and Building Materials*, 115, 705-715.
- Kothandaraman, S., Kandasamy, S., & Sivaraman, K. (2016). The Effect of Controlled Permeable Formwork Liner on the Mechanical and Durability Properties of Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 118, 319-326.
- Kristiawan, S. A., & Nugroho, A. P. (2017). Creep Behaviour of Self-Compacting Concrete Incorporating High Volume Fly Ash and its Effect on the Long Term Deflection of Reinforced Concrete Beam. *Procedia Engineering*, 171, 715-724.
- Kumar, B. V., Ananthan, H., & Balaji, K. V. A. (2017). Experimental Studies on Utilization of Coarse and Finer Fractions of Recycled Concrete Aggregates in Self Compacting Concrete Mixes. *Journal of Building Engineering*, 9, 100-108.
- Liu, M. (2010). Self-Compacting Concrete with Different Levels of Pulverized Fuel Ash. *Construction and Building Materials*, 24(7), 1245-1252.
- Leemann, A., Lura, P., & Loser, R. (2011). Shrinkage and Creep of SCC—the Influence of Paste Volume and Binder Composition. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2283-2289.
- Liu, M. (2011). Incorporating Ground Glass in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(2), 919-925.
- Leemann, A., Nygaard, P., & Lura, P. (2014). Impact of Admixtures on the Plastic Shrinkage Cracking of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 46, 1-7.
- Leung, H. Y., Kim, J., Nadeem, A., Jaganathan, J., & Anwar, M. P. (2016). Sorptivity of Self-Compacting Concrete Containing Fly Ash and Silica Fume. *Construction and Building Materials*, 113, 369-375.
- Long, G., Gao, Y., & Xie, Y. (2015). Designing More Sustainable and Greener Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 84, 301-306.
- Mohamed, M. A. S., Ghorbel, E., & Wardeh, G. (2010). Valorization of Micro-Cellulose Fibers in Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2473-2480.
- Memon, S. A., Shaikh, M. A., & Akbar, H. (2011). Utilization of Rice Husk Ash as Viscosity Modifying Agent in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 25(2), 1044-1048.

- Madandoust, R., Ranjbar, M. M., Ghavidel, R., & Shahabi, S. F. (2015). Assessment of Factors Influencing Mechanical Properties of Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete. *Materials & Design*, 83, 284-294.
- Mohammed, M. K., Dawson, A. R., & Thom, N. H. (2014). Macro/Micro-Pore Structure Characteristics and the Chloride Penetration of Self-Compacting Concrete Incorporating Different Types of Filler and Mineral Admixture. *Construction and Building Materials*, 72, 83-93.
- Mastali, M., & Dalvand, A. (2016). Use of Silica Fume and Recycled Steel Fibers in Self-Compacting Concrete (SCC). *Construction and Building Materials*, 125, 196-209.
- Mastali, M., Dalvand, A., & Sattarifard, A. R. (2016). the Impact Resistance and Mechanical Properties of Reinforced Self-Compacting Concrete with Recycled Glass Fibre Reinforced Polymers. *Journal of Cleaner Production*, 124, 312-324.
- Mastali, M., Dalvand, A., & Sattarifard, A. (2017). the Impact Resistance and Mechanical Properties of the Reinforced Self-Compacting Concrete Incorporating Recycled CFRP Fiber with Different Lengths and Dosages. *Composites Part B: Engineering*, 112, 74-92.
- Najim, K. B., Al-Jumaily, I., & Atea, A. M. (2016). Characterization of Sustainable High Performance/Self-Compacting Concrete Produced Using CKD As A Cement Replacement Material. *Construction and Building Materials*, 103, 123-129.
- Nepomuceno, M. C., Pereira-De-Oliveira, L. A., & Lopes, S. M. R. (2014). Methodology for the Mix Design of Self-Compacting Concrete Using Different Mineral Additions in Binary Blends of Powders. *Construction and Building Materials*, 64, 82-94.
- Nepomuceno, M. C., Pereira-De-Oliveira, L. A., Lopes, S. M. R., & Franco, R. M. C. (2016). Maximum Coarse Aggregate's Volume Fraction in Self-Compacting Concrete for Different Flow Restrictions. *Construction and Building Materials*, 113, 851-856.
- Oliveira, M. J., Ribeiro, A. B., & Branco, F. G. (2017). Shrinkage of Self Compacting Concrete. A Comparative Analysis. *Journal of Building Engineering*, 9, 117-124.
- Pathak, N., & Siddique, R. (2012). Effects of Elevated Temperatures on Properties of Self-Compacting-Concrete Containing Fly Ash and Spent Foundry Sand. *Construction and Building Materials*, 34, 512-521.
- Ponikiewski, T., & Katzer, J. (2014). Properties of Fresh SCC Mix Reinforced By Different Types of Steel and Polymer Fibre. *Construction and Building Materials*, 62, 96-101.

- Ponikiewski, T., Katzer, J., Bugdol, M., & Rudzki, M. (2015). X-Ray Computed Tomography Harnessed to Determine 3D Spacing of Steel Fibres in Self Compacting Concrete (SCC) Slabs. *Construction and Building Materials*, 74, 102-108.
- Rixom R. & Mailvaganam, N. (1999). *Chemical Admixtures for Concrete*, E & FN Spon, London.
- Rahman, M. E., Muntohar, A. S., Pakrashi, V., Nagaratnam, B. H., & Sujan, D. (2014). Self Compacting Concrete from Uncontrolled Burning of Rice Husk and Blended Fine Aggregate. *Materials & Design*, 55, 410-415.
- Ramezaniapour, A. M., Esmaeili, K., Ghahari, S. A., & Ramezaniapour, A. A. (2014). Influence of Initial Steam Curing and Different Types of Mineral Additives on Mechanical and Durability Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 73, 187-194.
- Ryan, P. C., & O'Connor, A. (2016). Comparing the Durability of Self-Compacting Concretes and Conventionally Vibrated Concretes in Chloride Rich Environments. *Construction and Building Materials*, 120, 504-513.
- Siddique, R. (2011). Properties of Self-Compacting Concrete Containing Class F Fly Ash. *Materials & Design*, 32(3), 1501-1507.
- Siddique, R., Aggarwal, P., & Aggarwal, Y. (2012). Influence of Water/Powder Ratio on Strength Properties of Self-Compacting Concrete Containing Coal Fly Ash and Bottom Ash. *Construction and Building Materials*, 29, 73-81.
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2013). Use of Increasing Amounts of Bagasse Ash Waste to Produce Self-Compacting Concrete By Adding Limestone Powder Waste. *Journal of Cleaner Production*, 57, 308-319.
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2013). Utilization of Limestone Powder to Improve the Properties of Self-Compacting Concrete Incorporating High Volumes of Untreated Rice Husk Ash as Fine Aggregate. *Construction and Building Materials*, 38, 455-464.
- Sfikas, I. P., Badogiannis, E. G., & Trezos, K. G. (2014). Rheology and Mechanical Characteristics of Self-Compacting Concrete Mixtures Containing Metakaolin. *Construction and Building Materials*, 64, 121-129.
- Sheen, Y. N., Le, D. H., & Sun, T. H. (2015). Greener Self-Compacting Concrete Using Stainless Steel Reducing Slag. *Construction and Building Materials*, 82, 341-350.
- Santos, A. C., Ortiz-Lozano, J. A., Villegas, N., & Aguado, A. (2015). Experimental Study About the Effects of Granular Skeleton Distribution on the Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete (SCC). *Construction and Building Materials*, 78, 40-49.

- Sheen, Y. N., Le, D. H., & Sun, T. H. (2015). Innovative Usages of Stainless Steel Slags in Developing Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 101, 268-276.
- Silva, Y. F., Robayo, R. A., Matthey, P. E., & Delvasto, S. (2016). Properties of Self-Compacting Concrete on Fresh and Hardened with Residue of Masonry and Recycled Concrete. *Construction and Building Materials*, 124, 639-644.
- Singh, G., & Siddique, R. (2016). Effect of Iron Slag as Partial Replacement of Fine Aggregates on the Durability Characteristics of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 128, 88-95.
- Singh, G., & Siddique, R. (2016). Strength Properties and Micro-Structural Analysis of Self-Compacting Concrete Made with Iron Slag as Partial Replacement of Fine Aggregates. *Construction and Building Materials*, 127, 144-152.
- Singh, N., & Singh, S. P. (2016). Carbonation Resistance and Microstructural Analysis of Low and High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete Containing Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, 127, 828-842.
- Sua-Iam, G., & Makul, N. (2017). Effect of Incinerated Sugarcane Filter Cake on the Properties of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 130, 32-40.
- Santamaría, A., Orbe, A., Losañez, M. M., Skaf, M., Ortega-Lopez, V., & González, J. J. (2017). Self-Compacting Concrete Incorporating Electric Arc-Furnace Steelmaking Slag as Aggregate. *Materials & Design*, 115, 179-193.
- Trezos, K. G., Sfikas, I. P., & Orfanopoulos, K. (2014). Bond of Self-Compacting Concrete Incorporating Silica Fume: Top-Bar Effect, Effects of Rebar Distance from Casting Point and of Rebar-to-Concrete Relative Displacements During Setting. *Construction and Building Materials*, 73, 378-390.
- Tennich, M., Kallel, A., & Ouezdou, M. B. (2015). Incorporation of Fillers from Marble and Tile Wastes in the Composition of Self-Compacting Concretes. *Construction and Building Materials*, 91, 65-70.
- Tian, J., Wang, W., & Du, Y. (2016). Damage Behaviors of Self-Compacting Concrete and Prediction Model Under Coupling Effect of Salt Freeze-Thaw and Flexural Load. *Construction and Building Materials*, 119, 241-250.
- Uysal, M., & Sumer, M. (2011b). Performance of Self-Compacting Concrete Containing Different Mineral Admixtures. *Construction and Building Materials*, 25(11), 4112-4120.

- Uysal, M., & Yilmaz, K. (2011a). Effect of Mineral Admixtures on Properties of Self-Compacting Concrete. *Cement and Concrete Composites*, 33(7), 771-776.
- Uysal, M., Yilmaz, K., & Ipek, M. (2012). the Effect of Mineral Admixtures on Mechanical Properties, Chloride Ion Permeability and Impermeability of Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 27(1), 263-270.
- Uysal, M. (2012). Self-Compacting Concrete Incorporating Filler Additives: Performance at High Temperatures. *Construction and Building Materials*, 26(1), 701-706.
- Uygunoğlu, T., Topçu, I. B., & Çelik, A. G. (2014). Use of Waste Marble and Recycled Aggregates in Self-Compacting Concrete for Environmental Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 84, 691-700.
- Vejmelková, E., Keppert, M., Grzeszczyk, S., Skaliński, B., & Černý, R. (2011). Properties of Self-Compacting Concrete Mixtures Containing Metakaolin and Blast Furnace Slag. *Construction and Building Materials*, 25(3), 1325-1331.
- Viacava, I. R., De Cea, A. A., & De Sensale, G. R. (2012). Self-Compacting Concrete of Medium Characteristic Strength. *Construction and Building Materials*, 30, 776-782.
- Van Der Vurst, F., Desnerck, P., Peirs, J., & De Schutter, G. (2014). Shape Factors of Self-Compacting Concrete Specimens Subjected to Uniaxial Loading. *Cement and Concrete Composites*, 54, 62-69.
- Valcuende, M., Benito, F., Parra, C., & Miñano, I. (2015). Shrinkage of Self-Compacting Concrete Made with Blast Furnace Slag as Fine Aggregate. *Construction and Building Materials*, 76, 1-9.
- Vivek, S. S., & Dhinakaran, G. (2017). Fresh and Hardened Properties of Binary Blend High Strength Self Compacting Concrete. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(3), 1173-1179.
- Wu, Q., & An, X. (2014). Development of A Mix Design Method for SCC Based on the Rheological Characteristics of Paste. *Construction and Building Materials*, 53, 642-651.
- Wongkeo, W., Thongsanitgarn, P., Ngamjarrojana, A., & Chaipanich, A. (2014). Compressive Strength and Chloride Resistance of Self-Compacting Concrete Containing High Level Fly Ash and Silica Fume. *Materials & Design*, 64, 261-269.
- Yehia, S., Douba, A., Abdullahi, O., & Farrag, S. (2016). Mechanical and Durability Evaluation of Fiber-Reinforced Self-Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, 121, 120-133.

Zhao, H., Sun, W., Wu, X., & Gao, B. (2015). the Properties of the Self-Compacting Concrete with Fly Ash and Ground Granulated Blast Furnace Slag Mineral Admixtures. *Journal of Cleaner Production*, 95, 66-74.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Eman Farag BENZABIH
Doğum Yeri ve Yılı :Libya-Trablus / 01.01.1988
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : Arapça, İngilizce
E-posta : emanhala1988@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Alzahef Alakdar
Lisans : Omar Almuktar