

KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONDA MERMER – GRANİT VE ANDEZİT'İN AGREGA OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Cengiz ÖZEL*

Geliş Tarihi/ Received: 20.11.2017, Kabul tarihi/Accepted: 18.05.2018

Özet

Bu çalışmada mermer, granit ve andezitin kendiliğinden yerleşen betonda agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla şahit olarak kalker kökenli agrega ile üretilen kendiliğinden yerleşen beton tasarımında %25, %50 ve %75 oranlarında mermer, granit ve andezit agregası kullanılmıştır (üç farklı çimento dozajında 350, 400 ve 450 kg/m³). Üretilen beton numuneleri üzerinde taze halde çökme yayılma deneyi ile sertleşmiş halde basınç mukavemeti ve yarmada çekme mukavemeti deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak incelenen agregaların beton üzerindeki performansının kullanım oranı ve çimento dozajına bağlı olarak değiştiği, taze beton özellikleri üzerinde olumsuz etkisi olmasına rağmen, düşük oranlarda kullanıldığında basınç mukavemetinde olumlu etkiler ortaya koyduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kendiliğinden yerleşen beton, mermer, granit, andezit.

INVESTIGATION OF USABILITY AS AGGREGATE OF MARBLE - GRANITE AND ANDESITE AT THE SELF COMPACTING CONCRETE

Abstract

In this study, the usability of marble-granite and andesite as aggregate in self compacting concrete was investigated. For this purpose, 25%, 50% and 75% of marble, granite and andesite aggregates were used (with 350, 400 and 450 kg/m³ doses of cement) instead of aggregates in the design of self-compacting concrete produced with limestone aggregate. Slump flow of concrete in fresh state, compressive strength and splitting tensile strength tests in hardened state were carried out experimentally.

As a result, it is concluded that the performance of the aggregates examined on the concrete is positively affected by the usage rate and the cement dosage, although it has a negative effect on the properties of the fresh concrete when used at low rates.

Key Words: Self-compacting concrete, marble, granite, andesite.

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Isparta
E-posta: cengizozel@sdu.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak betondan beklenen performans özellikleri de her geçen gün değişmektedir. Yapılarda yoğun donatı kullanımı, taşıma, yerleştirme, sıkıştırma işlemlerinde kullanıcıya bağlı olarak hataların (segregasyon, kasma vb.) yoğunlaşması alternatif beton üretim tekniklerinin gelişmesine neden olmuştur. Kendiliğinden yerleşen beton (KYB), yeni nesil süper akışkanlaştırıcı katkıları ve değişik mineral katkıları kullanılarak geliştirilmiş yeni bir beton türüdür. KYB'lar yüksek akışkanlık özelliklerinden dolayı, yoğun donatılı ve dar kesitli elemanlara, homojenliğini koruyarak ve herhangi bir vibrasyon gerektirmeden kendi ağırlığı ile yayılabilirler (Gülnehal vd. 2004; Topçu vd. 2008). Yüksek akışkanlık aynı zamanda yüksek segregasyon riskini de beraberinde getirir. Ayrıca kullanılan katkı tipi ve miktarına bağlı olmakla birlikte üretim maliyetleri, basınç mukavemetleri, betonun kimyasal yapısı (agrega-kimyasal katkı uyumu) ve performans özellikleri de değişmektedir.

Betonun taze ve sertleşmiş haldeki özellikleri betonu oluşturan bileşenlerin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Özel, 2007). Beton hacminin yaklaşık %65-80'ini oluşturan agregaların özellikleri ise betonun sahip olacağı performans özelliklerinde önemli etkiye sahiptir. Beton agregası olarak genellikle: kum, çakıl, kırmataş, yüksek fırın cürufu, pişmiş kil, bims, genişletilmiş perlit vb. agregalar kullanılmaktadır. Bununla birlikte birçok farklı malzemenin betonda agrega olarak kullanılabilirliği ile ilgili literatürde çalışmalar bulunmaktadır (Yıldırım ve Yılmaz, 2002; Korkanç ve Tuğrul, 2003; Tolğay vd., 2004; Doğan, 2008; Köken vd., 2008; Caymaz, 2009; Zengin ve Özel 2013; Çelik vd., 2014; Soykan vd., 2015; Kaya ve Karaman, 2016; Yücel vd. 2017; Öz vd. 2017).

Genel olarak beton agregalarının TS 706 EN 12620+A1 (2009) standardında belirtilmiş şartları sağlaması gerekmektedir. Agreganın uygunluğunun değerlendirilmesi için agreganın fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra mineralojik ve petrografik yapısı vb. özelliklerinin de bilinmesinde yarar vardır. Bu özelliklerin belirlenmesinde temel amaç, beton hacminin yaklaşık %65-80'ini oluşturan agregaların betonun mukavemeti, dayanıklılık (durabilitesi) ve işlenebilirliğindeki etkisini öngörebilmektir. Bu nedenle agregaların betonda kullanılabilirliği ile ilgili yapılan çalışmalarda TS 706 EN 12620+A1'da (2009) belirlenen değerler sağlansa bile, beton içindeki performans özellikleri de araştırılmaktadır.

İnşaat sektörünün artan agrega talebi çoğunlukla yerel ve bölgesel kaynaklarla karşılanmaktadır. Türkiye, üzerinde bulunduğu jeolojik yapının bir sonucu olarak dünyada kendi ham madde gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayabilecek maden çeşitliliğine sahip nadir ülkelerden biridir. 24/6/2010 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 5995 sayılı Yasa ile de II. Grup madenlerde, II-a ve II- b grubu madenler şeklinde ayrıma gidilmiştir. Buna göre II-a grubu madenler; "Kalsit, Dolomit, Kalker, Granit, Andezit, Bazalt gibi kayalardan Agregada, mıcır veya öğütülerek kullanılacak kayalar." II-b grubu madenler ise "Mermer, Traverten, Granit, Andezit, Bazalt gibi blok olarak üretilen taşlar ile dekoratif amaçla kullanılan doğaltaşlar" şeklinde düzenleme yapılmıştır (Kaçmaz vd. 2017).

Bu çalışmada dekoratif amaçlı olarak kullanılmayan ve/veya bu amaç doğrultusunda kullanılırken artık veya atık olarak elde edilen II-b grubu madenlerinden mermer, granit ve

andezitin günümüz inşaatlarında hızla kullanımı yaygınlaşan KYB'larda kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Mermer, bilimsel olarak başkalaşım (metamorfizma) süreci geçiren ve başkalaşımın izlerini taşıyan kalker dolomit gibi karbonat bileşimli kayalar (*yüksek sıcaklık ve yüksek basınç altında başkalaşıma uğramış kireçtaşı veya dolomitik kireçtaşı gibi karbonatlı kayaların yeniden kristalleşmesi sonucu oluşur*) olarak tanımlanmasına rağmen, ticari standartlara uygun boyutlarda blok verebilen, kesilip parlatılan veya yüzeyi işlenebilen ve taş özellikleri (malzeme özellikleri) kaplama taşı normlarına uygun olan her türden taş (tortul, magmatik ve metamorfik) kayalar da ticari dilde mermer olarak bilinmektedir. Bu tanım uyarınca kalker, traverten, kumtaşı gibi tortul; gnays, mermer, kuvarsit gibi metamorfik; granit, siyenit, serpantin, andezit, bazalt gibi magmatik taşlar da mermer olarak isimlendirilmektedir (MTA, 2017, Çetin, 2003).

Püskürük kayalar, magmanın yer içinde veya yeryüzü ile yeryüzüne yakın derinliklerde soğuyarak katılaşması ile oluşan homojen ve izotrop yapıli taşlardır. Buna karşılık derinlik kayaları, plütonik kayalar (magmanın yer kabuğu derinliklerinde soğumasıyla meydana gelmiş kayalar) 1 mm'den daha büyük tane boyutuna sahip minerallerden oluşmuşlardır ve genellikle çatlaklıdır. Ancak taze, ayrışmamış oldukları zaman kırılmaya ve basınca karşı dayanıklıdır (granit, gabro, diorit vb). Tam kristalli, taneli ve yalnızca kristallerden oluştuklarından oldukça sağlam ve dayanıklıdır. Yerkabuğunda farklı formlarda kütle halinde bulunurlar. Derinlik kayaları soğuma şekillerine göre sınıflandırılması Çizelge 1'de verilmiştir (Öcal ve Dal, 2012).

Çizelge 1. Soğuma şekillerine göre derinlik kayaları edilmektedir (Öcal ve Dal, 2012)

Yavaş soğuyan (İri taneli)	Hızlı soğuyan (İnce taneli)	Çok hızlı soğuyan (Camsı dokulu)
Granit	Bazalt	Pomza
Gabro	Andezit	Volkan Cürufu
Diyorit	Riyolit	Obsidiyen

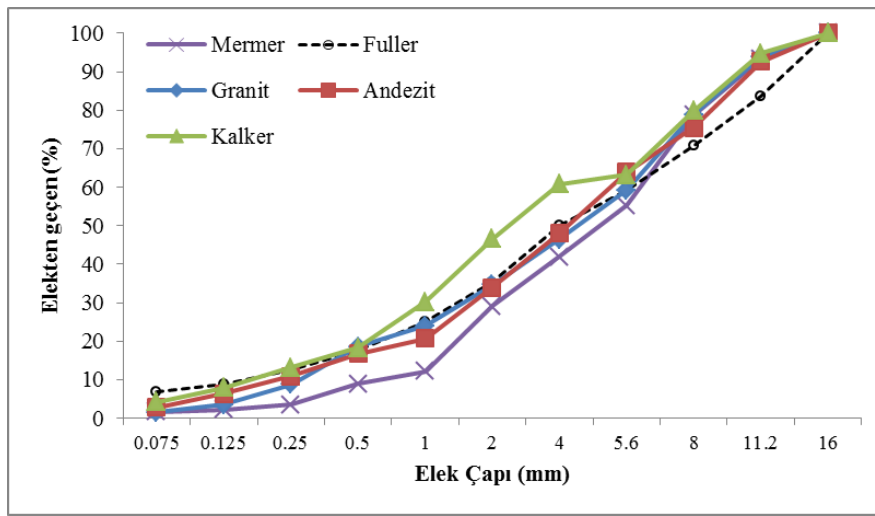
Açık renkli çoğunlukla eşit boyda kuvars ve feldspattan oluşan kayalara ise *granit* denir. Çok az miktarda mika ve hornblend içerir. Renkleri feldspatların ve diğer minerallerin cins ve miktarlarına göre gri, pembe ve kırmızı olabilir. *Andezit* ise diyoritlerin yüzey taşıdır. %52-63 oranında kuvars içerir. Andezitik magma çok güçlü patlamalar oluşturur. Bileşiminde plajioklas, kuvars, piroksen ve az oranda da hornblend içerir (Öcal ve Dal, 2012).

Bu çalışmada mermer, granit ve andezit minerallerinin %25, %50 ve %75 oranında normal agrega (kalker) ile yer değiştirilerek beton numuneler üretilmiştir. Üretilen beton

numunelerinin taze beton özellikleri ile 28 günlük kür süresi sonunda sertleşmiş beton numunelerinin basınç mukavemeti ve yarmada çekme mukavemeti özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Çalışmada, en büyük tane çapı 16 mm olan agregalar kullanılmıştır. Agregalar olarak Isparta bölgesinden temin edilen kırmataş (kalker kökenli), mermer, granit ve andezit kullanılmıştır. Beton üretiminde kullanılan mermer, granit ve andezit bloklar halinde temin edilmiş olup çeneli kırıcıda öğütüldükten sonra, 0-4 mm ve 4-16 mm boyutunda olmak üzere elek aralıklarında ayrılıp sınıflandırılmıştır. Çimento CEM I 42.5 R, 350-400 ve 450 kg/m³ dozlu kullanılmıştır. Beton üretiminde kullanılan agregaların tane boyut dağılımı (TS EN 933-1, 2015) Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Beton Üretiminde kullanılan agregaların granülometresi

Agregaların fiziksel özellikleri belirleyebilmek için ASTM C 127 (2001) ve ASTM C 128 (1997)’e göre yapılan (tane yoğunlukları ve su emme oranları) deney sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Agregaların tane yoğunlukları ve su emme oranları

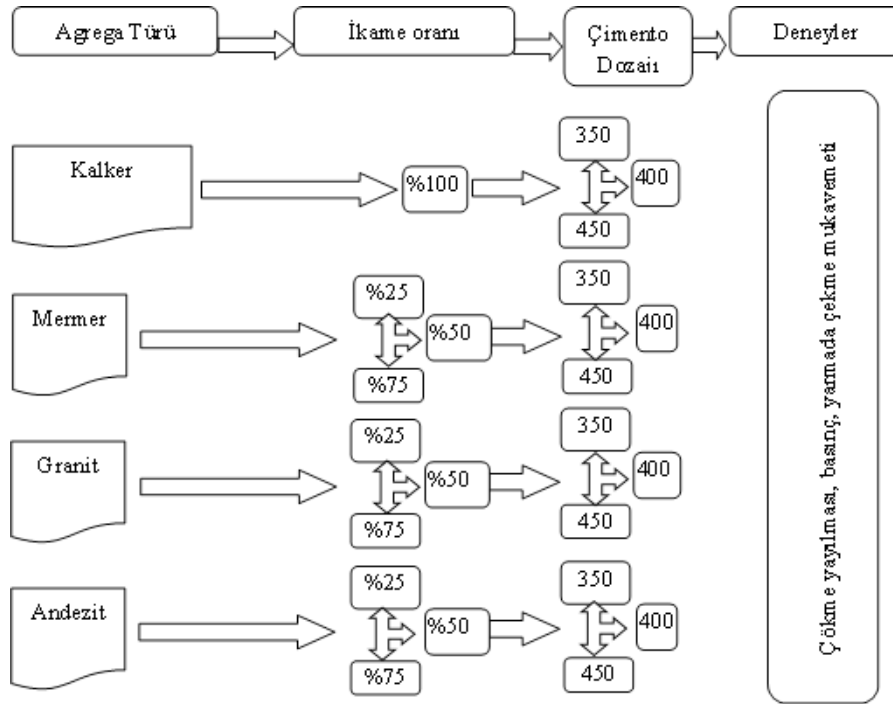
Agrega Türü	Birim hacim kütle (kg/dm ³)		Su Emme Oranı (%) Kütle oranı
	Doygun Kuru Yüze	Etüv kurusu	
Kalker (0-4 mm)	2.70	2.67	1.2
Kalker (4-16 mm)	2.67	2.65	0.4
Mermer (0-4 mm)	2.51	2.49	0.5
Mermer (4-16 mm)	2.68	2.59	0.17
Granit (0-4 mm)	2.63	2.61	1.12
Granit (4-16 mm)	2.60	2.58	0.9
Andezit (0-4 mm)	2.32	2.22	1.37
Andezit (4-16 mm)	2.27	2.34	1.39

Beton üretimlerinde polikarboksilik eter esaslı yeni nesil hiperakışkanlaştırıcı beton katkı malzemesi kullanılmıştır. Kullanılan katkının özellikleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Kimyasal katkının özellikleri

Yoğunluk	Alkali içeriği, % (EN 480 -12)	Klorür, % (EN 480 -10)
1.082-1.142 kg/litre	<0.1	<3

Şahit beton için C30 sınıfı beton üretmek amacıyla su/çimento oranı 0.38 ve akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanım oranı %0.5 olarak ön deneylerle belirlenmiş tüm karışımlarda sabit tutulmuştur. Agrega tipinin etkisini belirlemek için; mermer, granit ve andezitin her biri sırasıyla hacimsel olarak %25-50 ve 75 oranlarında (Şekil 2) şahit betonda kullanılan agrega (kalker) ile yer değiştirilerek (ikame yöntemiyle) kullanılmıştır (Çizelge 4-6).



Şekil 2. Üretilen beton dizaynları ve uygulanan araştırma deneyleri

Çizelge 4. 450 kg/m³ çimento dozajlı betonlar için 1 m³ karışım bileşenleri (kg)

	%0 İkame	%25 İkame			%50 İkame			%75 İkame		
Çimento (42.5 R)	450	450			450			450		
Su	171	171			171			171		
Kimyasal Katkı	2.25	2.25			2.25			2.25		
Kalker (0-4 mm)	1089.9	817.39			544.93			272.46		
Kalker (4-16 mm)	718.5	538.87			359.25			179.62		
Mermer (0-4 mm)		253.29			506.58			759.87		
Mermer (4-16 mm)		180.30			360.59			540.89		
Granit (0-4 mm)			265.40			530.80			796.20	
Granit (4-16 mm)			174.91			349.83			524.74	
Andezit (0-4 mm)				234.12			468.23			702.35
Andezit (4-16 mm)				152.71			305.43			458.14

Çizelge 5. 400 kg/m³ çimento dozajlı betonlar için 1 m³ karışım bileşenleri (kg)

	%0 İkame	%25 İkame			%50 İkame			%75 İkame		
Çimento (42.5 R)	400	400			400			400		
Su	152	152			152			15		
Kimyasal Katkı	2.00	2.00			2.00			2.00		
Kalker (0-4 mm)	1089.9	860.22			573.48			286.74		
Kalker (4-16 mm)	718.5	567.11			378.07			189.04		
Mermer (0-4 mm)		266.56			533.12			799.68		
Mermer (4-16 mm)		189.74			379.49			569.23		
Granit (0-4 mm)			279.31			558.61			837.92	
Granit (4-16 mm)			184.08			368.16			552.24	
Andezit (0-4 mm)				246.38			492.77			739.15
Andezit (4-16 mm)				160.72			321.43			482.15

Çizelge 6. 350 kg/m³ çimento dozajlı betonlar için 1 m³ karışım bileşenleri (kg)

	%0 İkame	%25 İkame			%50 İkame			%75 İkame		
Çimento (42.5 R)	350	350			350			350		
Su	133	133			133			133		
Kimyasal Katkı	1.75	1.75			1.75			1.75		
Kalker (0-4 mm)	1089.9	903.05			602.03			301.02		
Kalker (4-16 mm)	718.5	595.34			396.89			198.45		
Mermer (0-4 mm)		279.83			559.67			839.50		
Mermer (4-16 mm)		199.19			398.38			597.57		
Granit (0-4 mm)			293.21			586.42			879.63	
Granit (4-16 mm)			193.24			386.49			579.73	
Andezit (0-4 mm)				258.65			517.30			775.95
Andezit (4-16 mm)				168.72			337.43			506.15

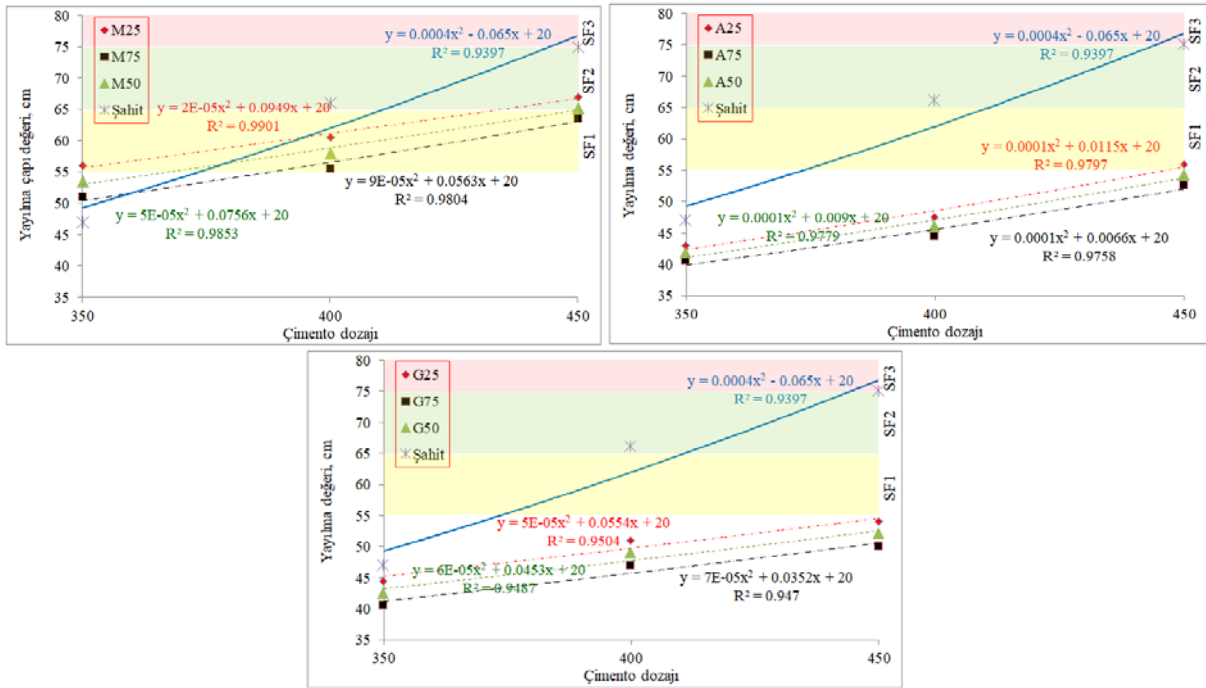
Üretilen betonlar üzerinde THBB (2007)'ne göre Çökme Yayılması deneyi yapılarak agrega tipinin taze beton özelliklerine etkisi, TS EN 12390-3 (2010)'e göre Basınç Mukavemeti deneyi ve TS EN 12390-6 (2010)'ya göre Yarmada Çekme Mukavemeti deneyi yapılarak ise agrega tipinin sertleşmiş beton özelliklerine etkisi incelenmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Çökme Yayılması Deney Sonuçları (THBB, 2007)

KYB doldurma yeteneğinin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntem çökmede yayılma deneyidir. Üretilen betonların çökme yayılma değerleri iki doğrultuda yayılma çaplarının ortalaması olacak şekilde belirlenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar Şekil 3'de gösterilmiştir. Çökme yayılma deneyinden elde edilen bulgulara göre en yüksek yayılma çapı değeri (75 cm ile) 450 kg/m³ dozlu kırmataşlı seride, en düşük yayılma değerleri ise (40.5 cm ile) 350 kg/m³ dozlu %75 granitli ve %75 andezitli serilerden elde edilmiştir. Şekil 3'ten görüleceği gibi çimento dozajının artışına bağlı olarak tüm serilerin yayılma çapı değerlerinde artış elde edilmiştir. Bununla birlikte mermerin agrega olarak kullanıldığı serilerle kırmataş agregalı seriler karşılaştırıldığında, 350 kg/m³ dozlu kırmataş agregalı seriden en düşük yayılma çapı değeri elde edilmişken, 450 kg/m³ dozlu kırmataş agregalı seriden en yüksek yayılma çapı değeri elde edilmiştir. 350 kg/m³ dozlu KYB'lerde yayılma çapı için mineral ve/veya filler katkı ilavesiyle KYB elde edilebileceği belirtilmiştir (Sağlam vd., 2006; Felekoğlu vd., 2006)

Mermerin kullanım oranı arttıkça yayılma çapı değerlerinde ise azalma elde edilmiştir. Tüm granitli ve andezitli serilerde yayılma çapı değeri kırmataş agregalı betona göre daha düşük elde edilmiştir ve TS EN 206:2013+A1 (2017) tarafından verilen çökme-yayılma sınıflarını sağlamamaktadır (Şekil 3). Elde edilen deneysel verilere göre yayılma çapı değişimi Kırmataş>Mermer>Andezit>Granit şeklinde elde edilmiştir.

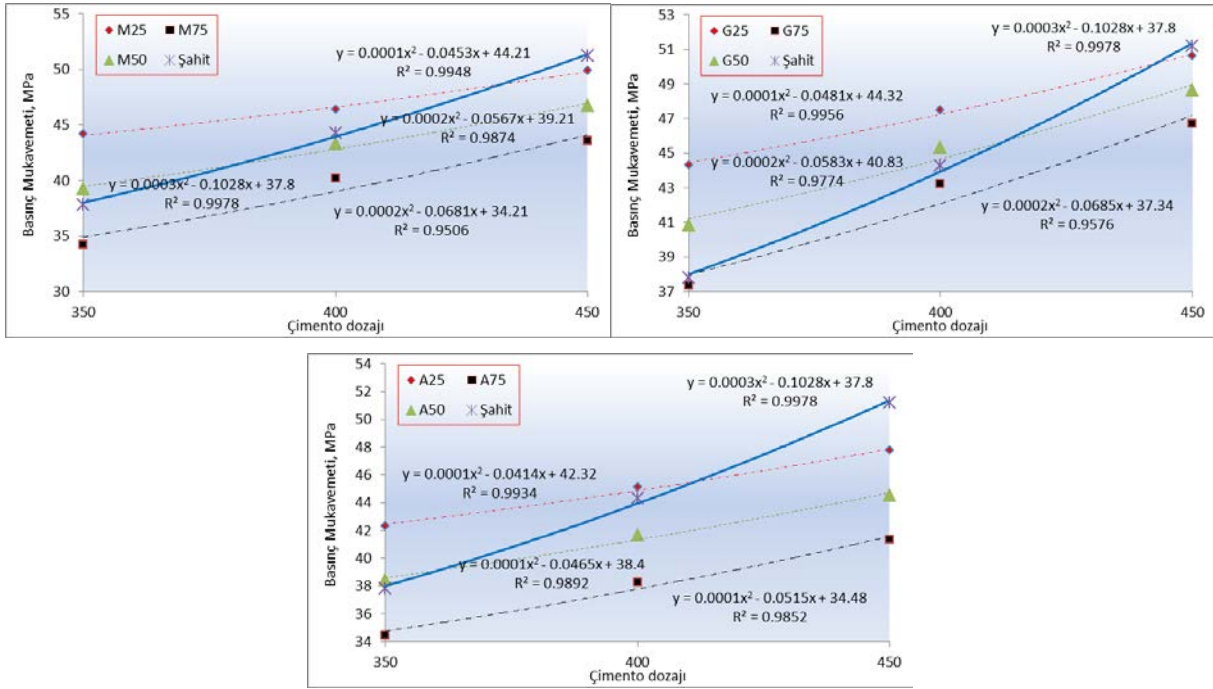


Şekil 3. Agrega oranına bağlı yayılma çapı değerinin değişimleri

3.2. Basınç Mukavemeti Denei Sonuçları (TS EN 12390-3, 2010)

Üretilen betonlardan elde edilen basınç mukavemetleri değerlerinin değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Tüm serilerde ikame edilen mermer, granit ve andezit oranları arttıkça basınç mukavemeti değerlerinde azalma elde edilmiştir. Yine tüm serilerde imento dozajının artışı ile basınç mukavemeti değerlerinde artış elde edilmiştir.

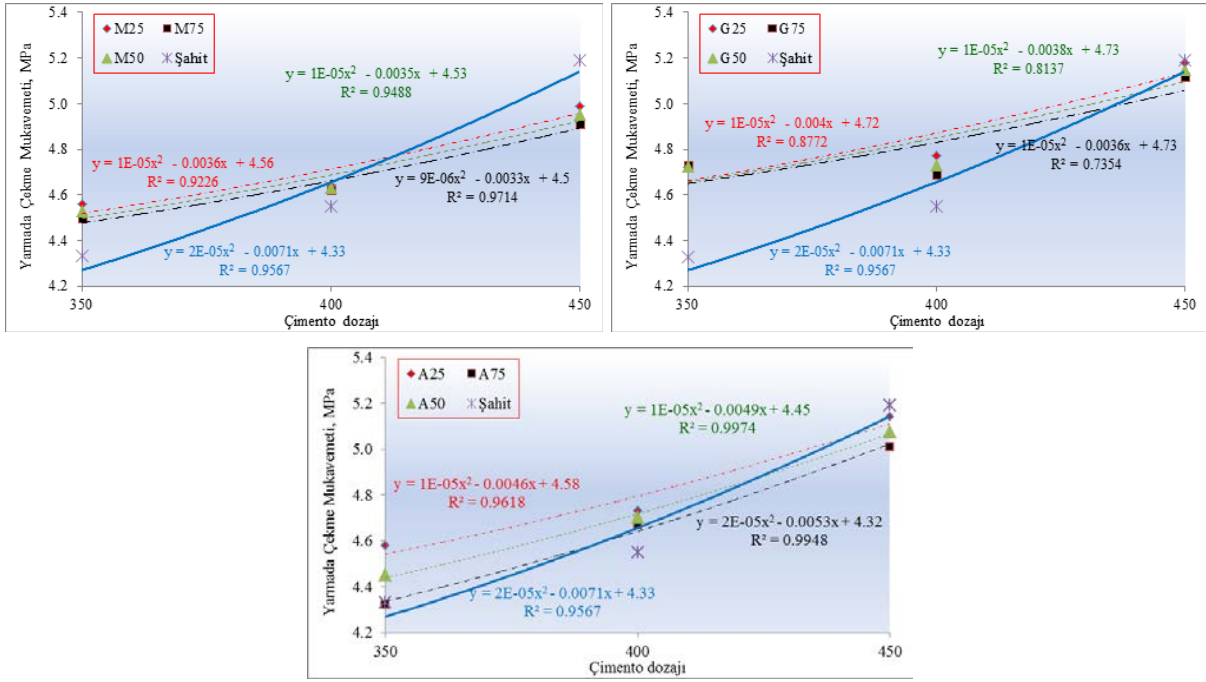
Mermer agregası içeren serilerde %25 ve %50 oranında mermer içeren 350 dozlu seri ile %25 oranında mermer içeren 400 dozlu seri haricinde yalnızca kalker agregası ile üretilen seriden daha düşük değerler elde edilmiştir.



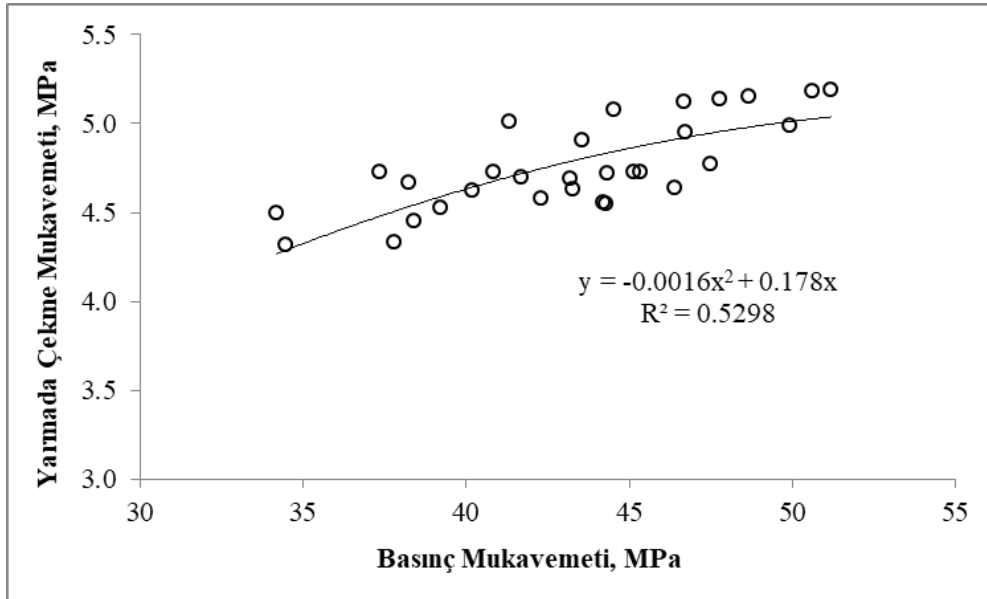
Şekil 4. Agregatı tipi ve oranı - imento dozajına bağlı betonun basınç mukavemeti değişimi

3.3. Yarmada ekme Mukavemeti Denei Sonuçları (TS EN 12390-6, 2010)

Yarmada ekme denei sonucu elde edilen deneysel değerlerin değişimi Şekil 5'de ve yarmada çekme mukavemeti ile basınç mukavemeti arasındaki ilişki Şekil 6'da verilmiştir. Yarmada ekme deneisinde 350 ve 400 kg/m³ imento dozajında ve kalker agregası ile üretilen seriden daha yüksek, 450 kg/m³ imento dozajlı seride ise daha düşük değerler elde edilmiştir. Yine ikame oranı artınca tüm serilerde yarmada çekme mukavemeti değerleri azalmıştır. Çimento dozajının artışı ile de yarmada çekme mukavemeti değerlerinde artış elde edilmiştir.



Şekil 5. Agrega tipi ve oranı-çimento dozajına bağlı betonun yarımda çekme mukavemeti değişimi



Şekil 6. Tüm agrega tipleri için basınç mukavemeti ile yarımda çekme mukavemeti arasındaki ilişki

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üretilen tüm betonlarda agrega tipi ve kullanım oranlarının incelenen taze ve sertleşmiş beton özelliklerini etkilemiştir. Bununla birlikte incelenen özelliklerde çimento dozajının da etkisinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Bununla birlikte KYB çökme-yayıma değerleri açısından mermer, granit ve andezit kalker kökenli agregaya göre olumsuz sonuçlar verirken, özellikle granit ve andezit TS EN 206:2013+A1 (2017)'de belirtilen çökme-yayıma sınıfları değerleri sağlamamaktadır. Artan çimento dozajlarında ise çökme-yayıma değerlerinin standart belirtilen değerlere yaklaştığı belirlenmiştir. Bu nedenle bu agregaların KYB kullanılabilmesi için karışıma mineral katkı (silis dumanı, uçucu kül vb.) ilavesi, farklı akışkanlaştırıcı katkıları ve/veya daha yüksek filler oranının kullanıldığı denemeler yapılmasında yarar vardır.

Düşük çimento dozajlarında ve agreganın düşük ikame oranlarında kullanımı beton basınç mukavemeti ve yarmada çekme mukavemeti açısından faydalı olacağı deneysel sonuçlar üzerinde görülmektedir.

Sonuç olarak incelenen agregaların beton üzerindeki performansı, kullanım oranı ve çimento dozajına bağlı olarak değişmektedir. Taze beton özellikleri üzerinde olumsuz etkisi olmasına rağmen düşük oranlarda ve düşük çimento dozajlarında kullanılmasının basınç ve yarmada çekme mukavemetlerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2820-M-11 Numaralı Proje ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Caymaz, M., 2009. Baritin Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği ve Kalker ile Dere Malzemesi Agregalarıyla Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Çelik, S. B., Çam, O., Etiz, H., Kurşun, M., 2014. Denizli Bölgesi Traverten Artıklarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (3), 92-99.

Çetin, T., 2003. Türkiye Mermer Potansiyeli, Üretimi ve İhracatı. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (3), 243-256.

- Doğan, M., 2008. Tekirdağ Yöresi Agrega Malzemesinin Beton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Felekoğlu, B., Yardımcı, M.Y., Baradan, B., 2006. Uçucu Külün ve Taş Tozunun Kendiliğinden Yerleşen Betonda Aşınma Direncine Etkileri. Osmagazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19 (1), 11-22.
- Gülnehal, A., Gürol, G., Tezel, O., O., Yüceer, Z., 2004. Kendiliğinden Yerleşen Beton Deney Metodları ve Uygulama Örnekleri, BETON 2004 Kongresi, 11s., 10-12 Haziran 2004-İstanbul.
- Kaçmaz, E., Demir, B. G., Akbulut, A., 2015. Türkiye Doğaltaş Potansiyeli Üzerine Değerlendirmeler. Madencilik Türkiye, 48, 66-68.
- Kaya, H., Karaman, S. 2016. Ardahan İli Andezit-Bazalt Kırmataş Agregaların Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (2), 115-124.
- Korkanç, M ve Tuğrul, A. 2003. Niğde Yöresi Bazaltlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği. III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Aralık 2003, İstanbul.
- Köken, A, Köroğlu, M.A., Yonar, F., 2008. Atık Betonların Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği. Selçuk Üniversitesi Selçuk-Teknik Dergisi, 7 (1), 86-97.
- MTA, 2017. Mermer (Doğal Taş), Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/mermer>, Erişim Tarihi: 10.10.2017.
- Öcal, A.D., Dal, M., 2012. Doğal Taşlardaki Bozunmalar. Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, 128 s., İstanbul.
- Öz, H. Ö., Yücel H. E., Güneş, M., 2017. Bazik Pomzanın Kendiliğinden Yerleşen Betonların İşlenebilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6 (1), 90-97.
- Özel, C., 2007. Katkılı Betonların Reolojik Özelliklerinin Taze Beton Deney Yöntemlerine Göre Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği, Doktora Tezi, 249s, Isparta.

- Sağlam, A.R., Özkul, M.H., 2006. Kendiliğinden Yerleşen Betonların Reolojik Özelliklerine Bileşim Parametrelerinin Etkisi. İTÜ Mühendislik Dergisi, 5 (1b), 239-250.
- Soykan, O., Özel, C., Öcal, C., 2015. Arduvaz ve Andezit'in Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1), 69-74, 2015.
- THBB, 2007. Kendiliğinden Yerleşen Beton Kılavuzu. Türkiye Hazır Beton Birliği. 63 s., Ankara.
- Tolğay, A., Yaşar, E., Erdoğan, Y. 2004. Nevşehir Pomzasının Agregası Olarak Betonda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye.
- Topçu, İ. B., Bilir, T., Baylavlı, H., 2008. Kendiliğinden Yerleşen Betonun Özellikleri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi 21 (1), 1-22.
- TS EN 206:2013+A1, 2017. Beton- Özellik, performans, imalat ve uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, 104 s., Ankara.
- TS EN 933-1, 2012. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - Eleme yöntemi, Türk Standartları Enstitüsü, 18 s., Ankara.
- TS EN 12390-6, 2010. Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 6: Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, 10 s., Ankara.
- TS 706 EN 12620+A1, 2009. Beton agregaları. Türk Standartları Enstitüsü, 50 s., Ankara.
- Yıldırım, M., Yılmaz, I., 2002. Yıldız ırmağı çökellerinin beton agregası olarak Kullanılabilirliklerinin incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri 19 (2), 181 -192.
- Yücel, H. E., Öz, H. Ö., Kömür, S., Güneş, M., 2017. Asidik Pomza İle Üretilen Kendiliğinden Yerleşen Betonların Taze Özellikleri, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6 (1), 83-89.
- Zengin, B., Özel, C., 2013. Kendiliğinden Yerleşen Hematit Agregalı Betonun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, SDÜ Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 5 (2), 95-102.