KALKER VE ANDEZİT TAŞUNLARININ BETONUN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ

Osman ŞİMŞEK
Yrd. Doç. Dr.
G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi
Yapı Eğitimi Bölümü
06500, Ankara, Türkiye

Mürsel ERDAL
Arş. Gör.
G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi
Yapı Eğitimi Bölümü
06500, Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu araştırmada, beton üretiminde kullanılan çimentonun belirli oranlarda azaltılması ve yerine, andezit ile kalker taşunları ikame edilmesinin beton numunelerinin özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Boşluksuz ve yüksek dayanımlı betona gereksinimin artması ve betonda ekonominin, çimentonun azaltılması ile doğru orantılı olması gibi sebepler, bilim adamlarını taşunlarının özelliklerini öğrenmeye yöneltmiştir. Çünkü çimentonun azaltılması, çimentonun yerini tutabilecek puzolanik malzemelerle mümkündür. Yapılan bu araştırma sonucunda; çimentonun yerine (ağırlık olarak) %10 - %15 - %20 - %25 oranlarında andezit ve kalker taşunu ikame edilmesi suretiyle üretilen betonların 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarının, şahit olarak hazırlanan beton numunelerin basınç dayanım değerlerinden önemli miktarda düşük olmadığı saptanmıştır. Ayrıca andezit ve kalker taşunu ile üretilen taze betonun hava içerikleri, taşunu miktarı arttıkça azalmakta yani taşunu miktarı ile hava içeriği ters orantı göstermektedir.

GİRİŞ

İnşaat sektöründe, tras, uçucu kül, silis tozu, taşunu ve benzeri mineral katkı kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Ülkemiz çimento üretiminde, katkılı çimentoların payı 1980'li yıllardan itibaren, toplam üretim içerisinde % 90'ların üzerine çıkmıştır[1]. Yüksek mukavemetli betonlara duyulan ihtiyaç, mikrofiller malzemelere olan ilgiyi artırmıştır. Bu çok ince, un haldeki malzemenin süper akışkanlaştırıcılarla birlikte çimentolu sistemlerde kullanılması, daha az boşluklu bir yapı oluşturulmasını sağlamış, taze ve sertleşmiş betonun özelliklerine olumlu katkısı nedeniyle de ilgi alanı haline gelmiştir[2, 3].

Taşunlarının, beton üretiminde kullanımı ile ilgili son yıllarda artan sayıda çalışmaya rastlanmaktadır[4, 5]. Kalker taşununun ince malzeme olarak, harç ve beton özelliklerine olumlu etkisi olduğu belirtilmektedir[6, 7]. Bazı araştırmacılar kireçtaşının klinker ile birlikte öğütülerek kullanılmasının[8], bazıları da betonun mekanik özelliklerini ve dayanıklılığını iyileştirmek için çimento ya da kumun ince kısmının yerine kullanılmasını önermekte ve bu uygulamanın, harç ve beton özelliklerindeki etkisini incelemektedirler[9, 10,11,12,13].

Birçok araştırmacı kalker taşununun çimento özelliklerine etkisini incelemiştir. Kalker taşununun % 5-% 6 oranında klinkerin öğütülmesi sırasında katılması, negatif bir etki yapmamıştır[14]. Kalker taşununun hacimce çimentodaki miktarının harç ve beton özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, taşununun hacimsel oranının artması ile basınç dayanımları arasında ters bir orantı elde edilmiştir[12]. Puzolan olmayan kalker taşununun, basınç dayanımı üzerinde olumsuz etkilerinden bahsedilmektedir[13]. Üç çeşit (kuvars, granit ve kalker) taşunu kullanılan bir araştırmada, portland çimentosu hidratasyonunun hızlandığı, dayanımda iyileşme sağlandığı görülmüştür. Taşunu miktarı arttıkça, taze betonda su ihtiyacının arttığı, basınç dayanımlarında şahit betona göre, özellikle ileriki yaşlarda, %10 oranındaki ikamelerde daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir[7]. Kalker taşunu kullanımı taze betonda kohezyonu artırmaktadır[6]. Çimento yerine taşunu kullanılarak yapılan bir çalışmada, şahit betona göre basınç dayanımlarında ileri yaşlarda daha iyi sonuçlar elde edilmiştir [15].

Taşunu, çimento yerine kullanılması dışında, ince agrega yerine de kullanılmaktadır. Kalker taşunu, yüksek fırın cürufu, silisli taşunu ve kimyasal katkının birlikte kullanıldığı bir çalışmada, taze betonun plastik viskozitesinin arttığı görülmüştür[16]. Harç içinde ince kum yerine % 0 - % 20 arasında taşunu kullanılan bir araştırmada, taşunu miktarı arttıkça, su miktarlarının ve su emme yüzdelerinin doğru orantılı olarak arttığı gözlenmiştir[7]. İnce agrega yerine taşununun kullanıldığı diğer bir çalışmada, taşunu oranı arttıkça kıvamın ve havanın azaldığı, ikamenin % 10 olduğu durumda basınç ve eğilmede çekme dayanımında maksimuma ulaşıldığı ve su emmenin şahit beton değerine yakın olduğu saptanmıştır[17]. Kalker taşununun kısmen kum yerine kullanılması, taze betonda kohezyonu artırmakta ve basınç dayanımı üzerinde belirgin bir etki yapmamaktadır. Kalker taşunu kullanılan portland çimentosu harçları, erken dayanımlarda belirgin bir artış göstermemekte, 28. güne doğru özellikle yüksek oranda kalker taşunu içeren karışımlarda dayanım artmaktadır. Yüzde 25 oranında kalker taşunu kullanımı, Ve-Be süresini artırmaktadır[5,18,19].

AMAÇ

İşletmelerde üretim atığı olarak karşımıza çıkan taşunu dediğimiz malzemenin çevreye verdiği zararın ortadan kaldırılması ve bu üretim atıklarının betonun özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MALZEME VE YÖNTEM

Malzeme

Araştırma malzemesi olarak; doğal agrega, bağlayıcı olarak portland çimentosu (PÇ 42,5), şehir içme suyu ve katkı malzemesi olarak kalker ve andezit taşunu kullanılmıştır.

Araştırmada; Akarsu yatağından tuvenan olarak getirilen agrega, laboratuvarda granülometrinin sabit tutulması amacı ile 3 kısım çakıl (4-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm) ve 2 kısım kum (0-2 mm, 2-4 mm) olmak üzere 5 agrega tane sınıfına ayrılmıştır.

Yapılan çalışmada, katkı maddesi olarak değişik oranlarda öğütülerek elde edilen andezit ve kalker taşunları kullanılmıştır. Taşunu olarak, 0,25 mm'lik eleğin altına geçen kısım kullanılmıştır.

Kalker bilindiği gibi tortul kayaçlar grubundandır. Yapılan petrografik analiz sonucunda, miliolid mikrofosilleri ile mikritik kalsitlerden yapılma, yuvarlak şekilli, iç yapısız kalsit topaçlarının kripto kristalin kalsitlerle bağlanmasından oluşmuştur. Bazen mikrospari kalsitlerinin, çimentonun yerini de aldığı gözlenmiştir.

Andezit bilindiği gibi mağmatik kayaçlar grubundandır. Petrografik açıdan andezit taşununda bulunan en önemli mineralleri; plajioklaz-hornblend-biotit olarak sayabiliriz. Ayrıca bunlara ilave olarak demiroksit-manyetit ve kilde söylenebilir. Hamuru killeşmiş ve demir oksitleşmiş, hem biotitlerin hem de hornblendlerin kristalleri tamamen manyetit'e dönüşmüş olup kenarlarından itibaren demir oksitleşmiştir.

Beton örnekleri

Her karışım oranı için 15x15x15 cm boyutunda küp örneklerden toplam 81 adet numune hazırlanmıştır. Numuneler 20^{o}C sıcaklıktaki kür tankında olgunlaştırılmıştır.

Yöntem

Beton üretiminde kullanılan agrega ile taze ve sertleşmiş beton örnekleri üzerinde uygulanan test metotları sırasıyla verilmiştir. Araştırmada kullanılan toplam beş sınıf agreganın hangi oranlarda karışıma gireceğinin tespitinde fuller parabolü kullanılmıştır.

Agrega üzerinde; tane büyüklüğü dağılımı tayini (TS 3530), özgül ağırlık ve su emme oranı tayini (TS 3526), kil ve silt miktarı tayini (TS 3527), donma-çözülmeye dayanıklılık tayini (TS 36552) gibi deney ve metotlar uygulanmıştır.

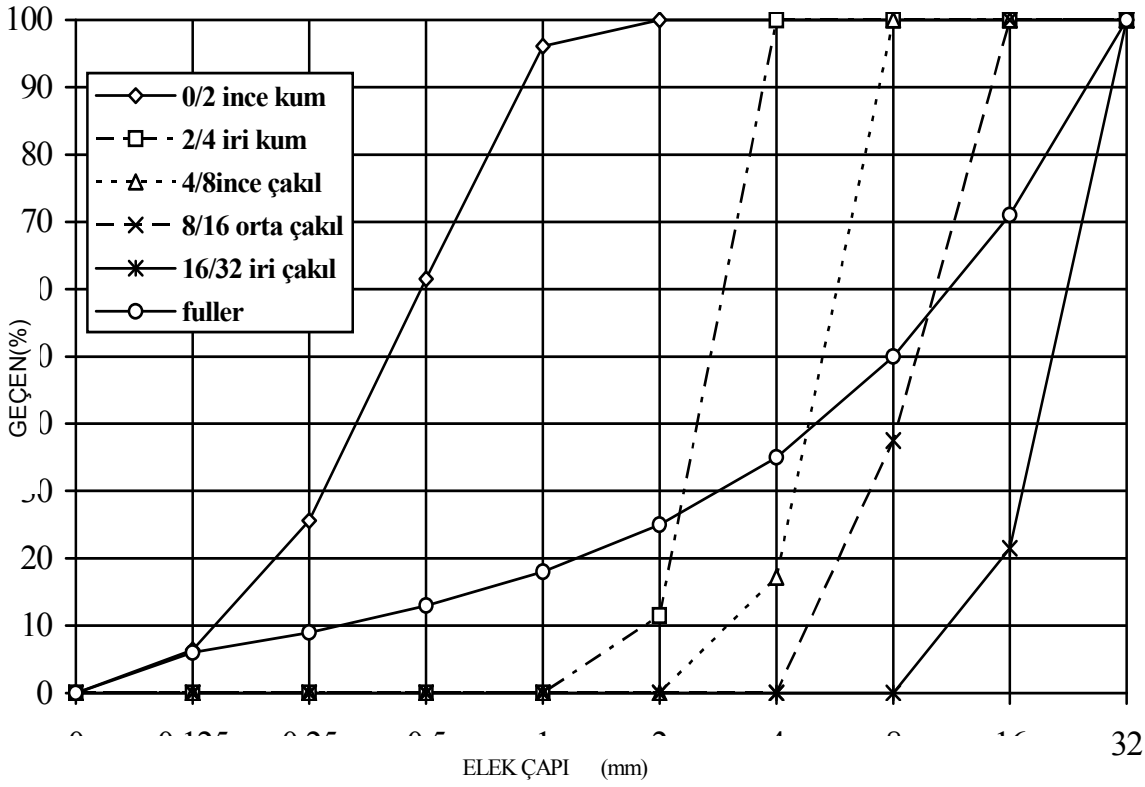
Beton karışım hesabı, "TS 802 Beton Karışım Hesap Esası" standardına göre yapılmıştır. Karışımda kullanılan agrega maksimum tane çapı 31.5mm, çökme miktarı 75 mm, s/ç=0,55 ve beton sınıfı BS 30 olarak kabul edilmiştir. Andezit ve kalker taşunu ilavesi ile yapılacak karışımlar şu şekildedir:

1 m^3 beton karışımına, çimento ağırlığının %10'u - %15'i - %20'si ve %25'i oranında taşunu ilave edilmiştir (Andezit=**A**, Kalker = **K** ve Şahit =**T** sembolleriyle kodlanmıştır).

Taze beton deneyleri; kıvam belirleme deneyinde (TS 2871), hava miktarının tayininde (TS 2901) ve birim ağırlığın tayininde ise (TS 1941) standardı esas olarak alınmıştır. Sertleşmiş betonun basınç dayanımının saptanmasında (TS 3114) standardı kullanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Agrega üzerinde yapılan deneyler sonucunda, agregaların beton yapımına uygun olduğu görülmüş, agregaların elek analizi eğrileri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Agreganın elek analizi eğrileri

Ayrıca agrega üzerinde yapılan deneylerin sonuçları ve standartlara uygunluğu da Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Doğal Şekillenmiş Agreganın Fiziksel Özellikleri

Agrega Sınıfı		Özgül ağırlık Kg/dm^3	Su emme (%)	Yıkanabilir ince madde oranı (%)	Don kaybı (Na_2So_4 ile) (%)
0-2mm		2.74	1.0	1.0	3.2
2-4mm		2.74	0.6	0.1	7.5
4-8mm		2.69	1.0	0.2	7.7
8-16mm		2.69	1.0	0.1	4.4
16-32mm		2.70	0.8	0.05	0.7
TS Değeri	İri	≥2.65	≤1.0	≤0.5	≤18
	İnce	≥2.60	≤2.0	≤4.0	_

Tane şekli yönünden değerlendirilen, doğal agrega tanelerinin, şekilce kusurlu tane oranının oldukça az olduğu ortaya çıkmıştır. Gözle yapılan incelemede de doğal şekilli agreganın genelde kübik şekle yakın tanelerden oluştuğu ve iğne şekli veya yassı tanelerin çok az olduğu görülmüştür.

Taze betonun kıvamı (Çökme Metodu)

Andezit ve Kalker taşunları ikame edilen betonda, taşunu miktarı arttıkça çökme miktarı azalmaktadır (Tablo 2). Bunun nedenini şu şekilde yorumlamak mümkündür. Agrega tane boyutu küçüldükçe karışımdaki malzemenin yüzey alanının arttığı bilinmektedir. Özgül ağırlığı büyük olan çimentonun yerine özgül ağırlığı daha küçük olan taşununun yer değişmesi nedeniyle hacim artışı olacaktır. Yüzey alanı arttıkça gereksinim duyulan su miktarı artmaktadır. Bu çalışmada ise su miktarı sabit tutulmuştur ve dolayıyla çökme miktarı azalmıştır. Şahit karışımda çökme 140 mm iken, % 25 andezit ikame edilen karışımda 40 mm ve kalkerde ise 50 mm'ye düşmüştür.

Taze betondaki hava muhtevası

Yapılan araştırmada taşunu miktarı arttıkça hava miktarı azalmaktadır. Yani taze betonda hapsolmuş hava miktarı taşunu miktarına ters oranla azalma göstermiştir. Bu durum, taşunu tanelerinin beton boşluklarını belirli bir derecede doldurmasına bağlanabilir.

Andezit ve kalker taşunları için sırasıyla, Tablo 2'de bütün oranların hava yüzdeleri verilmiştir. Andezitli karışımın hava yüzdesi % 10'luk karışıma kadar kalker taşunu karışımından büyük iken % 10'dan sonra küçülme göstermiştir.

Tablo 2. Taze Betonun Malzeme Bileşenlerinin Miktarı ve Özellikleri

Taşunu Yüzdesi (%)	1 m^3 Betonda Kullanılan Malzeme Miktarları								Taze Beton Özellikleri		
	Çimento Miktarı (kg/m^3)	Taşunu (kg/m^3)	Su (kg/m^3)	Kum (mm)		Çakıl (mm)			Çökme (mm)	Birim Ağırlık (kg/m^3)	Hava (%)
				0-2	2-4	4-8	8-16	16-32			
ANDEZİT TAŞUNU KARIŞIM											
0	325	0	178	594	197	232	339	520	140	2385	2.5
10	299	26	178	599	199	234	342	524	90	2401	1.7
15	286	39	178	602	200	235	343	526	55	2409	1.3
20	273	52	178	603	200	235	344	527	50	2412	1.1
25	244	81	178	605	201	236	344	528	40	2414	1,1
KALKER TAŞUNU KARIŞIM											
0	325	0	178	594	197	232	340	519	140	2385	2,5
10	298	27	178	600	199	234	342	524	100	2402	1,7
15	284	41	178	601	199	235	343	526	65	2407	1,6
20	270	55	178	602	199	235	343	526	60	2408	1,4
25	244	81	178	602	200	235	344	527	50	2409	1,3

Taze betonun birim ağırlığı

Taşunu miktarının artmasıyla birlikte her iki tip taşunu için taze beton birim hacim ağırlığı artmıştır. Bu durum taşununun, betonu daha boşluksuz ve daha az geçirgen bir hale getirdiği şeklinde yorumlanabilir. Andezit ve kalker taşunları için sırasıyla Tablo 2'de bütün oranlar için birim ağırlık değerleri verilmiştir. Hava miktarı azaldıkça beton birim ağırlığının arttığı açık olarak görülmektedir. Hava miktarı ile birim ağırlık arasında ters bir

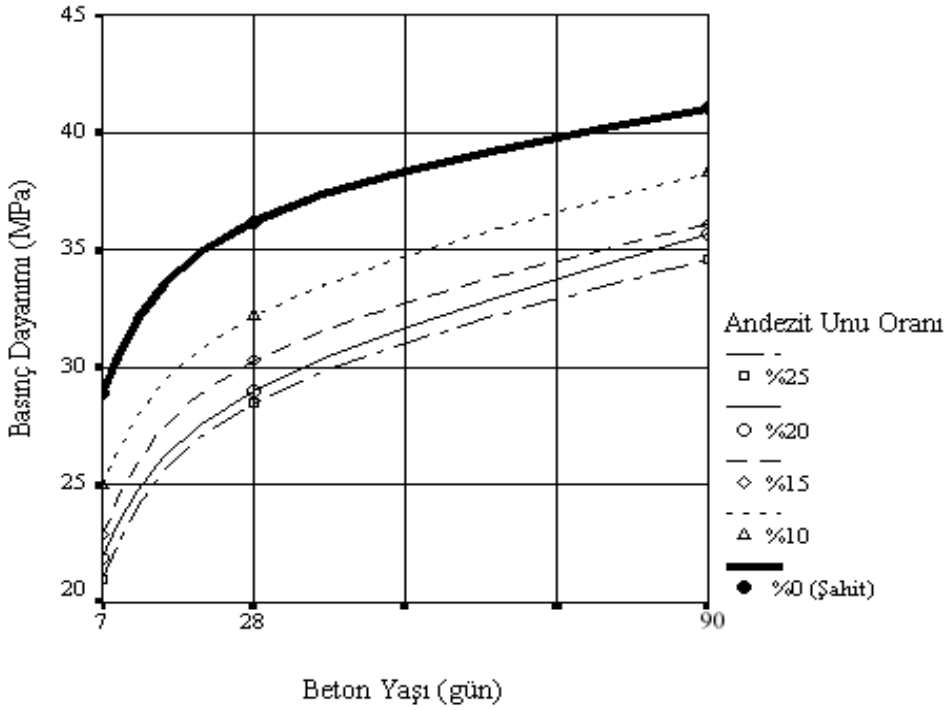
ilişki vardır. Bütün araştırmalar göstermiştir ki hapsolmuş hava miktarı artarsa betonun birim ağırlığı düşer. Hava miktarı (boşluk) azaldıkça birim ağırlık artar. Normal betonlarda birim ağırlığın artması istenir, yani betondan beklenilen mukavemet, durabilite, geçirimlilik, aşınma, su emme gibi özelliklerinin iyi olması için betonun boşluksuz olması gerekir.

Sertleşmiş Beton Özellikleri

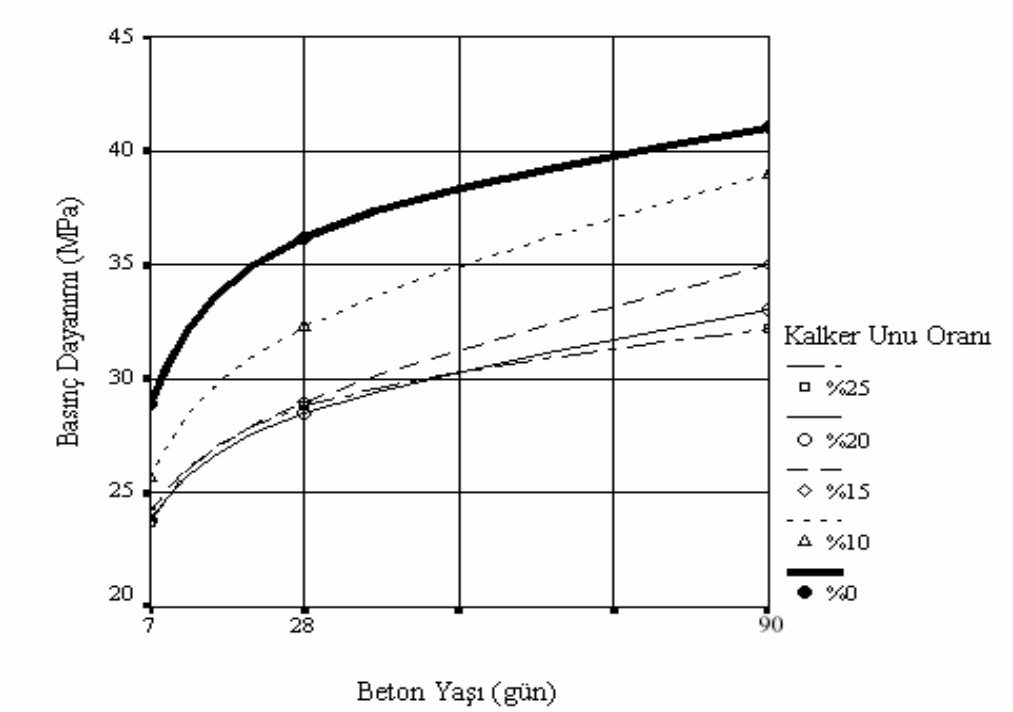
Basınç dayanım deneyi, betonun kalitesini kontrol etmekte kullanılan önemli bir parametredir. Andezit ve Kalker taşunları için 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanım değerleri sırasıyla Tablo 3'te verilmiştir. Numunelerin her yaştaki basınç dayanım değerleri taşunu miktarları ile ters oranda azalmıştır. Referans betonda 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanım değerleri 28.9, 36.2 ve 41.0 MPa iken, % 25 andezit taşunu ikameli betonda basınç dayanım değerleri 21.0, 28.5, 34.6 MPa ve yine % 25 kalker taşunu ikameli betonda, basınç dayanım değerleri ise 23.7, 28.8, 32.2 MPa'dır. Andezit ve kalker taşunu içeren betonların dayanım değerlerini gösteren grafikler Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sertleşmiş Betonun Teknik Özellikleri

	Numune Kodu	Taşunu oranı (%)	Basınç Dayanımı (MPa)		
			7 Gün	28 Gün	90 Gün
Şahit	**T1**	0	28.9	36.2	41
Andezit	**A1**	10	25.0	32.2	38,3
	A2	15	22.9	30.3	36,1
	A3	20	21.9	29.0	35,7
	A4	25	21.0	28.5	34,6
Şahit	**T1**	0	28.9	36.2	41
Kalker	**K1**	10	25.7	32.3	39
	K2	15	24.2	29.0	35
	K3	20	23.8	28.5	33
	K4	25	23.7	28.8	32,2



Şekil 2. Farklı oranlarda katılan Andezit taşununun 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımı değişimini gösteren grafik



Şekil 3. Farklı oranlarda katılan Kalker taşununun 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımı değişimini gösteren grafik

SONUÇ VE ÖNERİLER

Su miktarı sabit tutulduğunda, taşunu miktarı arttıkça taze betonun çökme değeri azalmaktadır. Diğer bir deyişle işlenebilirlik ile taşunu miktarı arasında ters bir ilişki vardır.

Andezit ve kalker taşunlu taze betonun hava içerikleri taşunu miktarı arttıkça azalmakta yani taşunu miktarı ile hava içeriği ters orantı göstermektedir. Taze beton birim ağırlığı, hava içeriğinin tersine, taşunu miktarı arttıkça, artmakta ve taşunu miktarı ile taze beton birim ağırlığı doğru bir orantı göstermektedir.

Çimentonun (ağırlık olarak) %10, %15, %20 ve %25 oranlarında andezit ve kalker taşunları ile yer değiştirmesi suretiyle elde edilen betonların 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarının, şahit beton basınç dayanım değerlerinden önemli miktarda düşük olmadığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Öztekin, E., Sümer, M., "Uçucu küllü ve fillerli betonların bazı karşılaştırmalı özellikleri", T.M.M.O., Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması, Bildiriler kitabı, Kasım 1993, s 23, Ankara.

2. Taşdemir, C., "Mikrofiller malzemelerin betonun mekanik özelliklerine etkisi", T.M.M.O., İnş. Müh. Odası., 4.Ulusal Beton Kongresi, Beton teknolojisinde Mineral ve Kimyasal Katkılar, 1996, s 199, İstanbul.

3. Şimşek, O., Yapı malzemesi II, Ankara üniversitesi basım evi, 2000, Ankara.

4. Uğurlu, A., "Taşunu Kullanımının Beton Özellikleri Üzerine Etkisi", D.S.İ, T.A.K.K Yayını, Yayın no, 1995, Mlz-849, Ankara.

5. Türker, F., Aydilek, M., "İlave mineral katkı olarak kalker esaslı taşunu malzemenin harç ve betonun fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi, T.M.M.O. İnş. Müh. Odası, 4.Ulusal Beton Kongresi, Beton Teknolojisinde Mineral ve kimyasal katkılar, 1996, s 347, Ankara.

6. Malhotra, V.M., and Carette, G.G., "Performance of concrete incorporating limestone powder of partial replacement for sand", A.C.I Journal, vol 82, May-June 1985, pp 363-371.

7. Bonavetti, V.L., and Irassar, E.F., "The effect of stone powder content in sand" Cement and Concrete research, vol 29, no 3, 1994, pp 580-590.

8. Ingram, K.D., and Dougherty, K.E., "A Review limestone additions the portland cement and concrete", Cement&Concrete Composites, vol 13, 1991, pp 165-170.

9. Postacıoğlu, B., Beton (bağlayıcı maddeler, agregalar, beton) Cilt II. Teknik Kitaplar Yayınevi, 1986, s 403, İstanbul.

10. Powers, T.C., Brawnyard, T.L., "Studies of the physical and absobtivity", Proc. A.C.I, vol 43, no 5, 1974, p 865.

11. Powers, T.C., Copeland, L.E., "Mann, H.M., "Capillary continuity or discontinuity in cement pastes", J. Port. Cem. Assoc. Research. and Development Laboratories, 1, no 2, 1959, pp 38-48.

12. Krstuloviç, P., Komenic, N., and Popoviç, K., "A New approach in evaluation of stone powder effect of cement, I. The effect on strength and workability of mortar and concrete", Cement and Concrete Research, vol 24, no 4, 1994, pp 721-727.

13. Krstuloviç, P., "A New approach in evaluation of stone powder effect of cement II. The Effect on strength and workability of mortar and concrete", Cement and Concrete Research, vol 24 no 5, 1994, pp 931-936.

14. Taşdemir, C., Atahan, N.H., "Taşunu malzemelerin betonun mekanik özelliklerine ve durabilitesine etkisi", I. Ulusal kırmataş sempozyumu, 1996, s 251, İstanbul.

15. Soraka, I., and Stern, N., "Calcerous fillers and the compressive strength of portland cement", Cement and Concrete Research, vol 26, 1976, pp 367-376.

16. Uchikawa, H., Hanehara, S., and Hiras, H., "Inf. microstructure on the physical properties of concrete prepared by substituting mineral powder for part of fine aggregate", Cement And Concrete Research, vol 26, no 1, 1996, pp 101-111.

17. Ramyar, K., Çelik, T., Marar, K., "Taş tozunun beton özelliklerine olan etkisi", T.M.M.O. Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması, Bildiriler Kitabı, Kasım 1995, s 227, Ankara.

18. Terzibaşoğlu, N., "Kırmataş tozunun betonda kullanılabilirliliği", I. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 1996, s 239, İstanbul.

19. Özturan, T., Hacıkamiloğlu, M., "Hazır betonda taş tozu kullanımının optimizasyonu", Kongre Tebliğleri Ermco 95, 1995, s 68, İstanbul

20.T.S 802, Beton basınç dayanımı hesap esasları, Türk Standartları Enstitüsü, 1985, Bakanlıklar/Ankara

EFFECT OF LIMESTONE AND ANDESITE STONE POWDERS TO COMPRESSİVE STRENGTH OF CONCRETE

ABSTRACT

In this study, properties of concrete samples, which were prepared by replacing the amount of cement with limestone and andesite stone powders in certain proportions, were investigated. In the recent years, reasons like, increased demand for high strength and unporous concrete and necessity of economical concrete production, which is possible by reducing the amount of cement, have oriented scientists to learn properties of stone powders. Because to replace cement amount, other pozolonic substances and/or fine aggregate particles should be added. According to results of this study, it was determined that, the 7, 28, 90 days strength of concrete samples which were prepared by replacing cement with 10, 15, 20, 25 % (by weight) proportions of limestone and andesite stone powders, was not significantly less than from ordinary concrete samples. Additionally, it was seen that, air content of fresh concrete, which was produced andesite and limestone powder, decreases by increasing stone powder amount, i.e. air content is inversely proportional with the amount of stone powder.