

Yapı elemanlarında kullanılan atık lastiklerin ısı performansının incelenmesi

Zeki ARGUNHAN*

Batman Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Makina Müh. Bölümü, Batman

Makale Gönderme Tarihi: 29.12.2016

Makale Kabul Tarihi: 27.01.2017

Öz

Dünya üzerinde atık olarak değerlendirilen maddelerin büyük bir kısmı geri dönüştürülebilir malzemelerden oluşmaktadır. Atık ya da atıl malzemelerin depolanması ya da uzaklaştırılması Türkiye ve Dünyada geleceğin en büyük problemlerinden biri olarak görülmektedir. Bu problemin en mantıksal çözümlerinden biri atık ya da atıl malzemelerin yeniden kullanılabilirliğinin sağlanabilmesidir. Bir endüstriyel atık olan lastiklerin, beton özelliklerini geliştirmek amacıyla betonun içine katılması oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu doğrultuda, bu çalışmada, enerji verimli binalar için nispeten yüksek mukavemet, düşük yoğunluklu, yüksek ısı ve ses yalıtımı olan yeni beton tipleri elde etmek için deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, sabit su-çimento oranında, normal agregaya yerine hacimce %10, %20, %30, %40, %50 ve %60 oranlarında atık lastik agregası kullanılarak çeşitli beton numuneleri hazırlanmıştır. Deneysel çalışmalarda birim ağırlıkları değişen toplam 6 seri beton üretilmiştir. Üretilen tüm numunelerin mekanik testleri yapılmış ve ısı özellikleri sıcak disk yöntemi ile ASTM ve EN standartlarına uygun olarak belirlenmiştir. Deneysel çalışmaların sonuçlarına göre kullanılan agreganın elde edilen betonun mukavemetini ve yoğunluğunu düşürdüğü, buna karşı ısı ve ses yalıtım özelliğini yüksek oranda artırdığı görülmüştür. Bu çalışmada dünyada ve ülkemizdeki endüstriyel atık ürünlerinin mühendislik çalışmalarındaki sonuçları derlenerek yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton; Atık Lastik; Akustik; Isıl İletkenlik; Ultrasonik Ses hız

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Zeki ARGUNHAN Tel: 04882173670, zeki.argunhan@batman.edu.tr

Giriş

Sanayi alanında hızla gelişen insanoğlu gün geçtikçe dünyayı atıklar ile kirletmeye başlamıştır. Bunlar katı atıklar, sıvı atıklar ve gaz atıklarıdır. Katı atıklar, son yıllarda dünyada en önemli çevresel sorunlardan biri olarak gösterilmektedir. İnsanların günlük hayatlarında kullandıkları malzemelere bakıldığında, bunların birçoğunun lastik olduğu görülmektedir. Lastiğin çok geniş bir kullanım alanı olması nedeniyle, insanoğlu tarafından çok kullanılan bir malzemedir. Lastiğin çok kullanılmasının sebebi çok ucuz ve kolay elde edilebilir olmasıdır.

Beton dünyada kullanılan en yaygın yapı malzemelerinden biridir. Betonun bu kadar yaygın olarak kullanılma sebebi; şekil verebilme kolaylığı, fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı, ekonomik oluşu, kullanım ve üretimindeki pratiklidir. Betonun arzu edilen özellikleri; düşük birim ağırlık, yüksek mukavemet, kırılma tokluğu ve çarpma dayanımı olarak sıralanabilir. Betonun bu sayılan özellikleri taşıyabilmesi için son yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Beton içerisine agrega olarak atık lastiklerinin kısmen yer değiştirilerek kullanılması suretiyle elde edilen betonun mekanik özelliklerinin araştırılması bu yöntemlerden biridir. Bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmıştır, fakat yapı uygulamalarında kullanılmasının tavsiye edilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Eminoğlu, 2006).

Beton teknolojisindeki yeni arayışlar, lastiğin beton içerisinde kullanılması düşüncesi ile lastikli betonun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Lastik ile betonun birbirinin zayıf yönlerini gidererek mükemmel bir kompozit malzeme oluşturabilecekleri öngörülmüştür. Lastikli beton fikri, betona ısı, elastik ve ses yalıtımına kazandırmaya yöneliktir (Freudenthal, 1950; Hirsch, 1962).

Beton teknolojisi her geçen gün hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bu gelişme çerçevesinde betonun birçok özeliği iyileştirilmeye çalışılmaktadır.

Birçok araştırmacı beton bileşenleri (çimento, su, agregalar, mineral ve kimyasal katkı) içerisinde, özellikle agregalar yerine, katı atıkları (cam, tuğla, kiremit, kıyılmış otomobil lastik atıkları vb.) kullanmıştır. Böylelikle, çevre kirliliğine neden olan bu atıkların, beton içerisinde değerlendirilmesinin yollarını aramışlardır. Özellikle geri dönüşümü zor olan ve büyük çevre kirliliğine neden olan atık lastiklerin beton içerisinde kullanılması araştırılmıştır.

Son yirmi yıldır, atık lastiklerin geri kullanımı için küçük parçalar (lastik parçalar) halinde, asfalt, dolgu, lastik tabakalar veya beton gibi, çimento içerikli malzemelerde kullanmak üzere birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Kıyılmış atık lastiklerin (parça lastik) geri dönüşümü, özellikle beton kaldırım bloklarında, su geçirmezlik sistemi, membran dolguları vb. uygulamalarda geniş çapta araştırılmaktadır. Lastik agregalı betonun; düşük birim ağırlıkları nedeni ile kaldırımlarda, yol kenarlarında ve ses bariyerlerinde kullanıldığı bilinmektedir (Topçu ve Avcular, 1997a; Topçu ve Avcular, 1997b; Topçu ve Özçelikörs, 1991; Topçu, 1995). Yaygın olarak da atık lastikler asfalt ile birlikte kaldırımlarda kullanılmaktadır (Topçu ve Avcular, 1997a; Topçu ve Avcular, 1997b; Topçu, 1995).

Ulaşımında taşıt ihtiyacının artması ve taşımacılık sektörünün ilerlemesine bağlı olarak lastik üretimi de hızlanmıştır. Lastik üretiminin artması ile atık lastikler de artmıştır. Bu durumda atık lastiklerin kontrol altında tutulması, dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu atıkların değerlendirilerek geri dönüşümünün sağlanma işlemleri, kullanım sahalarına ve yapım zorluklarına göre farklılıklar göstermekte ve büyük çaba gerektirmektedir. Atık lastiklerin çeşitli endüstriyel işlemlerden geçirildikten sonraki geri dönüşümleri için doğrudan değerlendirme, malzeme olarak değerlendirme, termik değerlendirme ve hammaddesel değerlendirme

olarak dört genel yöntemden yararlanılabilmektedir (Doğan, 2005; Amari vd., 1999).

Son yıllarda atık lastiklerin beton sektöründe kullanımı için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Hurda araba lastiklerinin parçalanmasıyla elde edilen ve agreganın bir kısmı yerine kullanılan lastik taneleriyle üretilen betonlar ile istinat duvarları ve çarpma bariyerleri inşa edilmektedir. Çarpma bariyerlerinde atık lastik katkılı betonların kullanımı sayesinde, çarpma sırasında ortaya çıkan enerjinin sömürmesiyle kazalarda ortaya çıkacak can kaybının azalacağı ifade edilmiştir (Atahan ve Sevim, 2008).

Yapılan bazı araştırmalara göre referans beton ile atık oto lastiği katılarak üretilen taze betonların birim hacim ağırlığı bulunmuştur. Bulunan sonuçlara göre atık lastiğin birim hacim ağırlıklarının agregaya göre daha düşük olduğu için betonun birim ağırlığını da düşürdüğü gözlemlenmiştir (Aiello ve Leuzzi, 2010; Kocataşkın, 1985). Bu özelliğe sahip lastik agrega kullanımıyla da hafif betonlar üretilebilmektedir.

Hafif beton dayanım kriterlerine göre beton sınıfları; taşıyıcı hafif beton, orta dayanımlı hafif beton ve düşük dayanımlı hafif beton olarak 3 sınıfa ayrılmıştır. Bu betonların minimum dayanımları sırasıyla 17, 7-17 MPa ve tanımlanmamış olarak sıralanmaktadır (Neville, 2006). Yapılan bir araştırmada %20 oranında lastik agrega kullanımı ile taşıyıcı hafif beton; yaklaşık %60 oranında lastik agrega kullanımı ile de orta dayanımlı hafif beton üretiminin yapılabileceği ifade edilmiştir (Emiroğlu ve Yıldız, 2010).

Literatüre göre beton içerisindeki katkı maddeleri değiştikçe betonun özelliklerinin de değiştiği bilinmektedir. Bu bağlamda atık lastiklerin beton içerisinde agrega olarak kullanılmasıyla basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve elastisite modülü değerlerinin azaldığı bilinmektedir (Aiello ve Leuzzi, 2010; Sadioğlu, 2006; Benazzouk vd., 2007; Ganjian vd., 2009).

Çalışmaların birçoğu, beton içerisinde kullanılan lastik parçalarının, geleneksel betona oranla, mekanik özellikleri (basınç ve eğilme dayanımı) düşürdüğünü göstermiştir. Dayanımdaki düşüş, lastik parçası ve Portland çimentosunun birleşmemesinden kaynaklanmaktadır. Her ne kadar lastik parçaları olduğunda betonun mekanik özellikleri düşüyor gibi görünse de, betonun işe yarayan birçok başka özellikleri bulunmaktadır. Örneğin, çimento ağırlığının yaklaşık % 30'u kadar lastik parça ile karıştırılmış betonun yapı dışı çatlak dayanımı, şok dalgası emilimi, aside dayanıklılığı iyileştirdiği ve ısı iletkenliğini ve ses seviyesini düşürdüğü görülmektedir. Ayrıca, lastik parçalı beton, geleneksel beton ile karşılaştırıldığında, yaklaşık % 78' e kadar düşürülmüş öz kütle ile daha hafiftir (Sukontasukkul ve Chaikaew, 2006).

Bu çalışmada; genel anlamda atık lastiklerin özellikleri ile inşaat ve bazı diğer alanlarda kullanım olanaklarıyla ilgili bilgiler sunulduktan sonra, özellikle çimento ve beton sektöründe kullanım potansiyelleri irdelenmektedir. Bu sayede çevre açısından büyük zarar oluşturan atık lastiklerin, çimento ve beton sektöründeki kullanılabilirliğine dikkat çekilecek toplumun gündemine taşınması istenmektedir.

Bu çalışmanın amacı atık lastiğinin beton içerisinde kullanılabilirliğini araştırarak hem betonun arzu edilen özelliklerini geliştirmek hem de çevresel bir tehdit olan atık lastiklerinin yeniden kullanılabilmesi için katkıda bulunmaktadır.

Materyal ve yöntem

Atık lastik katkılı hafif beton üretiminde; agrega olarak Batman ili sınırları içerisinde temin edilen Destar İnş. Harf. ve Kum Ocağı'ndan alınan kırılmış iri ve ince agrega kullanılmıştır. Deney çalışmasında kullanılan lastik agregası Gaziantep yöresinde bulunan GAZİSAN Geri Kazanım San ve Tic. Ltd. Şti'den sağlanan lastik agregası, bağlayıcı olarak Adana Çimento Sanayi Türk A.Ş.'den temin edilen 52,5 R cinsi portland çimentosu, taze betonda istenilen

işlenebilirliğin sağlanması ve su/çimento oranında bulunan su miktarını azaltılması için akışkanlaştırıcı katkı maddesi ve hafif betondaki hava miktarının artırılması için hava sürükleyici ve mineral katkı maddesi olarak ise silis dumanı katkı maddesi kullanılmıştır.

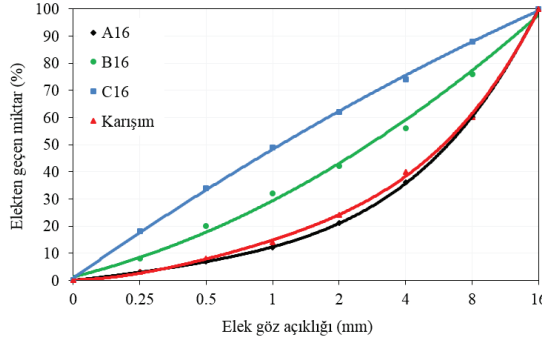
Bu çalışmamızda kullanılan lastik agregası 4.75-0.075 mm arasındaki boyutlarda olup atık araba lastiklerin kırılması yöntemiyle elde edilmiştir. Ayrıca Tablo 2. de farklı boyutlardaki lastik agregaların kullanım miktarına yer verilmiştir.

Mineral ve kimyasal katkıları

Betonun fiziksel ve kimyasal özelliğini iyileştiren ve yapı elemanlarının dayanıklılığının artırılmasında amacıyla beton üretiminde, çimento ile birlikte silis dumanı kullanılmaktadır. Atık lastikli beton üretiminde süper akışkanlaştırıcı ve hava sürükleyici katkı

maddeleri kullanılmıştır. İşlenebilirliği sağlamak ve aynı zamanda ayrışmayı engellemek amacıyla iki seride çimento ağırlığının belli oranında, yüksek oranda su azaltıcı/yeni nesil süper akışkanlaştırıcı beton katkı maddesi kullanılmıştır.

Agrega gradasyonu, elek analizi yöntemiyle bulunmaktadır. Elek analizi sonucunda her elek üzerinde kalan agregası miktarı tartılarak, bulunan ağırlıkların numunenin toplam ağırlığı ile karşılaştırılarak her elek üzerinde kalan agregası miktarı yüzde (%) olarak hesaplanır. Bütün bu işlemler bir çizelge halinde gösterilir. Karışım agregalarının elek analizi sonucu elekten geçen miktarı yüzde olarak Şekil 1'de görülmektedir. Burada A16, B16 ve C16 sembolleri agreganın tane boyutlarını tanımlamaktadır. A16: kalın seri, B16: ideal seri ve C16 : ince seri.



Şekil 1. Karışım agregalarının elek analizi

Tüm deneylerde Adana Çimento'dan temin edilen PÇ 52,5 R cinsi Portland çimentosu kullanılmıştır. Betonun fiziksel ve kimyasal özelliğini iyileştiren ve yapı elemanlarının dayanıklılığının artırılmasında amacıyla beton üretiminde, çimento ile birlikte silis dumanı kullanılmıştır.

Bütün hafif beton karışımlarına çimento ağırlığının yaklaşık % 0,3'ü oranında hava sürükleyici katkı maddesi eklenmiştir. Lastik içeren karışımda ise çimento ağırlığının % 0,5 oranında akışkanlaştırıcı katkı maddesi

kullanılmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında akışkanlaştırıcı katkı maddesi ve hava sürükleyici katkı maddesinin kullanım dozajları aralığında en uygun su/çimento oranına karar verilmiştir. Tüm hafif betonların etkin su/çimento oranı ise 0,48 olarak belirlenmiştir (Newman ve Choo, 2003). Üretilen hafif beton karışımlarında toplam agregası hacminin sırasıyla %0, %10, %20, %30, %40, %50, %60 oranında lastik kullanılmıştır. Hazırlanan betonun küp kalıplara yerleştirilerek ve 24 saat dinlenmeye bırakılmıştır.

Yapı elemanlarında kullanılan atık lastiklerin ısıl performansının incelenmesi

Belirlenen karışımlarla her seride 10x10x10 cm boyutlarında altışar adet küp numune üretilmiştir. Kalıpların düzgün bir şekilde dolmasını sağlamak için karışımlar ikişer tabaka halinde dökülüp, sarsma tablasında vibrasyona tabi tutulmuştur. Üretilen numuneler 24 saat sonra kalıplardan çıkarılmıştır.

Kalıplardan çıkarılan numuneler 28 gün boyunca 22±3°C'deki su içinde saklanmıştır. Belirlenen gerçek taze beton birim ağırlıkları ile daha önceden hesaplanmış olan teorik taze beton birim ağırlıklarının birbirlerine oranlanması ile elde edilen katsayının, teorik malzeme miktarları ile çarpılması sonucu Tablo 1'de ve Tablo 2'de verilen gerçek malzeme miktarlarına ulaşılmıştır.

Tablo 1. 1 m³'lük Beton için karışım oranları

Karışım tipi	Normal beton		Atık Lastikli Beton				
	0	10	20	30	40	50	60
Hafif agrega oranı (%)	0	10	20	30	40	50	60
Su/çimento oranı	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Çimento (kg)	350	315	315	315	315	315	315
Su (kg)	168	168	168	168	168	168	168
Silis dumani (kg)	-	35	35	35	35	35	35
Süper akışkanlaştırıcı (kg)	1.750	1.050	1.050	0.525	0.525	-	-
Hava sürükleyicisi (kg)	-	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260

Tablo 2. 1 m³'lük Beton için karışım oranları

Elek açıklık oranı	Normal beton	Normal agrega oranı (%)					
		0	10	20	30	40	50
16-8	748.969	679.471	679.471	680.544	680.544	681.618	681.618
8-4	372.780	338.189	338.189	338.723	338.723	169.629	-
4-2	300.774	272.865	272.865	170.810	-	-	-
2-1	187.032	118.774	50.903	-	-	-	-
1-0.5	110.205	49.990	16.663	-	-	-	-
0.5-0.25	89.834	32.599	0.000	-	-	-	-
0.25-0	52.561	31.789	0.000	-	-	-	-

Elek açıklık oranı	Normal beton	Lastik agrega oranı (%)					
		0	10	20	30	40	50
8-4	-	-	-	-	-	67.521	135.041
4-2	-	-	-	42.043	112.114	111.519	111.519
2-1	-	19.041	44.430	63.136	63.136	62.801	62.801
1-0.5	-	13.498	22.496	26.853	26.853	26.710	26.710
0.5-0.25	-	19.467	32.445	32.274	32.274	32.103	32.103
0.25-0	-	6.892	20.676	20.567	20.567	20.458	20.458

Taze betonlar üzerinde taze birim ağırlık deneyleri yapılmış olup ve TS 2941 standardına göre taze beton birim ağırlıkları hesaplanmıştır. Taze betonun çökme deneyi ASTM C143 standardına göre yapılmış olup ve aradaki yükseklik farkı çökme değeri olarak santimetre (cm) cinsinden vermiştir.

Her seriye ait 10x10x10 cm³ boyutlarındaki 5 adet küp numune 28 gün sonra kullanılarak 0,24 MPa/sn (ASTM C39) yükleme hızında basınç dayanım deneyleri yapılmıştır. Küp basınç dayanımı deneylerinde 1000 kN kapasiteli KAL-TEST 3000 Marka basınç presini kullanılmış, ASTM C39 standardına göre yapılmış olup basınç dayanımı deneyi sırasında kullanılan küp numunelerdeki değişim görülmektedir.

Yoğunluk testi deneyi ASTM C138 standardına göre yapılmıştır. Deney sonucunun daha sağlıklı olması için numunelerden çatlak yarık ve kırık kenarlar olmayanlar arasından olabildiğince düzgün yüzeyli olanlar seçilerek deney gerçekleştirilmiştir. Gözeneklilik ve su emme deneyi ASTM C 948 standardına göre yapılmıştır.

Isıl özelliklerin belirlenmesi deneyi ASTM C 332 standartlarına göre yapılmıştır. Isıl özellikleri değerlerinin belirlenmesi deneyleri 10x10x10 cm³ boyutlarına sahip numuneler için 3'er defa yapılmış ve ortalama değerler kaydedilmiştir. Isıl özellikleri değerleri için numuneler ISOMET Marka 2104 Model (*Heat Transfer Analyzer*) cihaz kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

Ses iletkenliklerin belirlenmesi deneyleri yapılmadan önce yaklaşık 100 mm çapında ve 10 mm kalınlığındaki numuneler TS 3649 'da belirtildiği şekilde 105°C ± 5°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat ara ile yapılan ardışık tartımlarda elde edilen ağırlık farkı %1 veya daha az oluncaya kadar kurutulmuştur. Hazırlanan numunelerin ses iletkenlik ölçümü yapılmıştır.

Sonuçlar ve tartışma

Üretilen numunelerin sertleşmiş beton özelliklerini tespit etmek amacıyla Basınç Dayanımı Deneyi, Yoğunluk Deneyi, Isıl Özellikleri Deneyi, Ses İletim Deneyleri yapılmıştır. Deneyler 28 gün kür havuzunda bekletilen numunelerin içerisinde bulunan nemin sonuçları etkilememesi için numuneler kurutulduktan sonra deneyler gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te bu deney sonuçları verilmiştir

Tablo 3. Deneysel çalışmada kullanılan sertleşmiş betonun mekanik özellikleri

	λ (W/m.K)	ρ (kg/m ³)	σ (Mpa)	Ultra ses geçiş hızı (km/s)
Normal Beton	2,075	2434,30	61,52	4,673
Lastik % 10	1,720	2224,09	35,03	4,098
Lastik % 20	1,720	2122,88	19,90	3,571
Lastik % 30	1,070	1920,16	10,52	2,415
Lastik % 40	0,829	1805,82	6,24	2,045
Lastik % 50	0,722	1782,13	4,47	1,838
Lastik % 60	0,548	1658,99	2,94	1,626

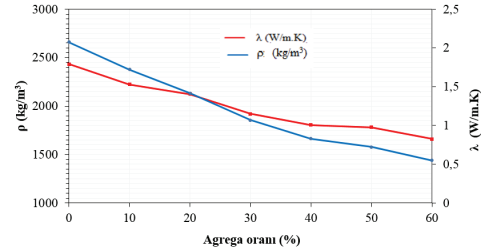
28 günlük maksimum-minimum basınç dayanımı değerleri 61,52 – 2,94 MPa değerleri arasında, maksimum-minimum atık lastik agregası kullanıma bağlı olarak yoğunluk değerlerinde azalma eğilimi olduğu, maksimum ve minimum yoğunluk değerleri sırasıyla 2434,30 – 1658,99 kg/m³ arasında değerlerde olmuştur.

Anlaşıldığı üzere agregası oranı ile ısı iletkenlik katsayısı arasında ters orantı olduğu, Şekil 2'de görülebileceği gibi normal agregası kullanılarak üretilen numunenin ısı iletkenlik katsayısı 2,075 W/m.K iken %60 oranında atık lastik agregası kullanılarak üretilen numunenin ısı iletkenlik katsayısı 0,548 W/m.K olduğu tespit edilmiştir. Böylece agregası oran artışının ısı yalıtım özelliğini yüksek oranda artırdığı görülmüştür. Üretilen numunelerin ısı iletkenliği %73,5 azaldığı tespit edilmiştir.

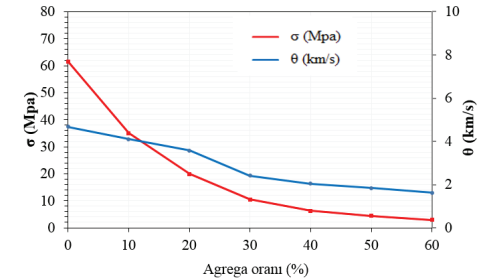
Normal beton ile %60 oranında atık lastik ile üretilen numunelerde yapılan hesaplamalar sonucunda, numunenin basınç dayanımında % 95 oranında azalma olduğu görülmüştür. Uygulanma amacına bağlı olarak hafif betonlar iki kısma ayrılmaktadır. Bunlar: yapısal beton ve kompakt (dolgu) betonlar. İlk kısım betonlar çatı, kolon, kiriş, perde duvar gibi taşıyıcı beton olarak kullanıldığı gibi diğer tür betonlar taşıma işleminin gerçekleşmediği duvar ve panellerde kullanılmaktadır (Al-Jabri vd.2005). BS 6073: Part 1'e göre genel olarak tüm kompakt ve dolgu betonlarda (gaz beton, blokbims gibi) minimum mukavemet 2.5 MPa, yapısal betonlarda ise 17.3 MPa 'dır (EuroLightCon. 2000). Bizim çalışmamızda farklı oranlarda üretilen lastik agregalı betonlar uygulama amacına göre yapısal ve duvar betonları olarak kullanılabilir maktadır.

Üretilen normal betondaki ses geçiş hızı 4,673 km/sn iken, atık lastik ile üretilen numunenin %65,2 oranında azalan ses geçiş hızı 1,626 km/sn olarak bulunmuştur. Atık lastik agregası artığında doğru orantılı olarak basınç dayanımı ve ses geçiş hızının düştüğü Şekil 3'te gösterilmiştir.

Atık lastik kullanımı basınç dayanımında azalma meydana gelmesine neden olmuştur. Bu azalmanın sebebi kullanılan lastik agregasının hafif, elastik ve gözenekli yapıya sahip olmasıdır. Basınç dayanımındaki düşüşlerin sebebi normal agregaların elastik ve hafif agregalarla değişmesi sonucunda betonun içerisindeki artan boşluktan kaynaklanmaktadır



Şekil 2. Isıl iletkenlik ve yoğunluk arasındaki ilişki



Şekil 3. Basınç Dayanımı ve Ses Geçiş Hızı Arasındaki İlişki

Yapılan çalışmalarda ve araştırmalarda atık lastikli betonlar hakkında elde edilen veriler maddeler halinde aşağıda verilmiştir. Buradaki sonuçlar atık lastik agregalı betonlara ait deneysel çalışmaların bir ürünüdür.

1. Bu çalışmada elde edilen çarpıcı sonuç, agregası oranı ile ısı iletkenlik katsayısı arasında ters orantı olduğudur. Yani agregası oranı arttıkça ısı yalıtım özelliğini yüksek oranda artırdığı görülmüştür. Üretilen numunelerin ısı iletkenliği %73,5 azaldığı tespit edilmiştir.

2. Ayrıca çalışmada elde edilen çarpıcı sonuçlardan biri de lastikli betonun ağırlığının lastik katkısıyla önemli oranda azalmış olmasıdır. Atık lastik agrega kullanımına bağlı olarak yoğunluk değerlerinde azalma eğilimi olduğu, maksimum ve minimum yoğunluk değerleri sırasıyla 2434,30 – 1658,99 kg/m³ arasında değerler aldığı görülmüştür. Bu da düşük birim hacim ağırlığı istenen yerlerde lastikli betonun kullanılabilirliğini göstermektedir.
3. Basınç dayanımları ile ilgili yapılan deneylerde normal beton ile %60 oranında atık lastik ile üretilen numunelerde yapılan hesaplamalar sonucunda, numunenin basınç dayanımında % 95 oranında azalma olduğu görülmüştür. Bu da lastikli betonun taşıyıcılık özeliği istenmeyen yerlerde kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu düşüş özellikle deprem esnasında yapının yükünü azaltarak, binanın kendi ağırlıklarıyla ezilmesini ve depremin yıkıcı zararlarını absorbe ederek azaltmaktadır. Böylece deprem esnasındaki şiddetli sarsıntılar bu malzemeden yapılmış bina tarafından absorbe edilebilmektedir.
4. Üretilen normal betondaki ses geçiş hızı 4,673 km/sn iken atık lastik ile üretilen numunenin ses geçiş hızının 1,626 km/sn düştüğü görülmektedir. Ses yalıtımı %65,2 oranında iyileştirilerek gürültünün zararlı etkilerinden korunması gereken alanda atık lastikli betonların kullanılabilirliği görülmüştür.

Öneriler

Gelişmişlik düzeyi ve yaşam kalitesinin artmasıyla dünya genelinde karayollarında kullanılan araçların sayısı da artmaktadır. Zamanla artan bu atık lastiklerin stok hallerinin yerel yönetimler tarafından kontrol edilmesinde

bulduklarında ciddi yangın tehlikesi bulunmakta ve hava koşullarının etkisiyle lastikler arasında böceklenmeler olmaktadır. Ayrıca lastikler karmaşık kimyasal yapıya sahip olduklarından, doğada geri dönüşümleri çok uzun zaman almaktadır.

Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde atık lastikli betonların yapıarda izolatör olarak, çarpma etkilerine maruz kalan bölgelerde, ses yalıtımı istenen hafif ve boşluklu bölme duvarlarında, köprü ayak ve pabuçlarında, bazı dekorasyon işlerinde ve ısı yalıtımı istenen yerlerde kullanılabilirliği önerilebilir.

Kaynaklar

- Aiello M. A., Leuzzi F., (2010). Waste tyre rubberized concrete: Properties at fresh and hardened state, *Waste Management***30**, 1696–1704.
- Al-Jabri K.S., Hago A.W., Al-Nuaimi A.S., Al-Saidy A.H., (2005). Concrete blocks for thermal insulation in hot climate. *Cement and Concrete Research***35**, 1472–1479.
- Amari T., Nicolas J. T., and Iddo K. W., (1999). Resource Recovery From Rubber Tires, *Resources Policy*, 25:179-188,
- Atahan A. O., Sevim U. K., (2008). Testing and Comparison of Concrete Barriers Containing Shredded Waste Tire Chips, *Materials Letters***62**, 3754–3757.
- Benazzouk A., Douzane O., Langlet T., Mezreb K., Roucoult J.M., Queneudec M., (2007). Physico-Mechanical Properties and Water Absorption of Cement Composite Containing Shredded Rubber Wastes, *Cement & Concrete Composites*, **29**, 732–740.
- Doğan Ö., (2005). Lastik Agregalı Betonların Özelliklerinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Eminoğlu M., (2006). Atık Taşıyıcı Lastiklerin Beton İçerisinde Kullanımı ve Betonun Karakteristiklerine etkisi Fırat Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.*
- Emiroğlu M., Yıldız S., (2010). Atık lastiklerin inşaat sektöründe kullanılması, *Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS), Ankara, Türkiye*, 837-839.

- EuroLightCon., (2000). Proposal for a recommendation on design rules for high strength LWAC, economic design and construction with lightweight aggregate concrete. Document no. BE96-3942/R39.
- Freudenthal, A.M., (1950). *The Inelastic Behavior of Engineering Materials and Structures*, Wiley, New York.
- Ganjian E., Khorami M., Maghsoudi A. A., (2009). Scrap-Tyre-Rubber Replacement for Aggregate and Filler in Concrete, *Construction and Building Materials*, **23**, 1828–1836.
- Hirsch, J.T., (1962). Modulus of Elasticity of Concrete Affected by Elastic Moduli of Cement Paste Matrix and Aggregate, *Proceedings, ACI*.
- Kocataşkın F.,(1985). Beton Özelliklerinin Kompozit Malzeme Kuralları ile İncelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Yapı Malzemesi Seminerleri, İstanbul*.
- Neville A. M., (2006). *Properties of concrete*, Pearson Education limited, England.
- Newman, J. and Choo, B. S.,(2003). *Advanced Concrete Technology Constituent Materials*, Elsevier Butte worth Heinemann, Oxford, England.
- Sadioğlu O.,(2006). Lastik Agregalı Betonları Üç Fazlı Kompozit Malzeme Olarak İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir*.
- Sukontasukkul, P., Chaikaew, C., (2006). Properties of Concrete Pedestrian Block Mixed with Crumb Rubber, *Construction and Building Materials*, **20**, 7, 450–457.
- Topçu İ. B., Avcular N., (1997a). Analysis of Rubberized Concrete as a Composite Material, *Cement and Concrete Research*, **27**, 1135–1139.
- Topçu İ.B., Avcular N., (1997b). Collision Behaviors of Rubberized Concretes, *Cement and Concrete Research*, **27**, 1893–1898.
- Topçu İ.B., Özçelikörs Y., (1991). Atık Lastikli Beton, *Isparta Mühendislik Fakültesi 7. Mühendislik Haftası - Isparta*
- Topçu İ.B., (1995). The Properties of Rubberized Concretes, *Cement and Concrete Research*, **25**, 304-310.

Investigation of the thermal performance of waste rubber as a building element

Extended abstract

A great majority of matters, which are considered as wastes in the world, consist of recyclable materials. Waste, which is whether industrial or not, is seen as the biggest problem for both Turkey and World in the future in terms of the way to eliminate or to get rid of. One of the most logical solutions of this problem is to recycle of disposal and waste materials.

The use of industrial waste rubbers to improve properties of concrete is quite common way. In this context, experimental investigations are performed to obtain new concrete types with relatively high strength, low density and good thermal and acoustic properties for energy efficient buildings. For this purpose, six sets and different types of concrete samples were prepared with a constant water-cement ratio, and normal aggregates replaced by Waste rubber concrete aggregates at different volume fractions such as 10%, 20%, 30%, 40%, 50% and 60% of the total aggregate volume. Aggregate grading is made by sieve analysis method.

As a result of the sieve analysis, the amount of aggregate remaining on each sieve is weighed, and the amount of aggregate remaining on each sieve is calculated as a percentage (%), by comparing the total weight of the sampled weights.

In order to improve the physical and chemical properties of concrete and to increase the durability of construction elements, cement and silica fume are used in concrete production. Super plasticizers and air entraining additives are used in the production of concrete with waste rubber. At the same time, a high proportion of water-reducing/new-generation super plasticizing concrete admixture material has been used in order to provide processability and at the same time to prevent decomposition.

Mechanical tests were all conducted and the hot disk method was used to establish thermal property values of concrete samples. As the aggregate ratio increases, the heat insulation property increases at high rates. It was determined that the thermal conductivity of the produced samples decreased by

73.5% for 60 % waste rubber replacement. The maximum and minimum density values were found to be in the range of 2434,30 - 1658,99 kg/m³, respectively. The result reveals that a low weight waste is required to produce rubber-reinforced concrete.

Experimental studies on compressive strengths showed that 95% reduction in compressive strength of the specimen was found as a result of calculations made on specimens produced with normal concrete at 60% waste rubber. Such reductions in the bulk densities can have significant advantages from the point of earthquake resistance; thus, the strong vibrations during the earthquake can be absorbed by using these structures.

It is seen that the ultrasonic pulse velocity of the normal concrete is 4,673 km / s while that the ultrasonic pulse velocity of the specimens produced with 60% waste rubber is 1,626 km / s. Hence, sound insulation was improved by 65.2%.

As a result, the usage of waste rubber aggregate in concrete is very effective on the mechanical and thermal properties for lightweight concretes and in this study, the relations between the mechanical and thermal properties were determined. The main focus of this paper was to investigate the utilization of waste materials in industrial production.

Consequently, the reuse of wastes provides reduction of the environmental threats caused by waste tires, introduction of an alternative source to aggregates in concrete and also contributing to lower insulation cost.

Keywords: Concrete, Waste rubber, Thermal Conductivity, Ultrasonic Pulse Velocity.