

Hazır Beton Üretiminde Atık Yönetimi: Türkiye'deki Taze Beton Atığının Durumu

Mehmet Sait ANDAÇ^{*1}, Emel ORAL²

¹Melikgazi Mah. Uzay Cad. 40/17 Melikgazi, Kayseri

²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 01.06.2016

Kabul tarihi: 23.11.2016

Öz

Bu çalışmada, Türkiye genelinde hazır beton atıklarının geri dönüşümünün nasıl sağlandığı, geri dönüşüm üniteleri ve bu ünitelerin kullanım şekilleri ile kullanımlarının işletmeye ve çevreye getireceği faydalar incelenmiştir. Konu ile ilgili incelemelerin yapılabilmesi için gerekli veriler Türkiye genelinde, Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB)'ne bağlı işletmelerden anket yolu ile toplanmıştır. Çalışmanın sonunda anket ile Türkiye genelinde kullanılabilir veriler elde edilmiş ve bu veriler kullanılarak Türkiye için taze betonun geri dönüşümünün ne derece önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hazır beton, Taze beton, Geri dönüşüm, Yıkama, Çevresel etki

Waste Management in Ready Mixed Concrete Production: The Case of Fresh Concrete Waste in Turkey

Abstract

The aim of this study is mainly to discuss and analyse how recycling of RMC waste is achieved, how the recycling units are used and what the environmental advantages are in Turkey. The required data has been collected by a questionnaire survey which has been undertaken with the members of Turkish Ready Mixed Concrete Organization (TRMCO). The data obtained and results of the study show the importance of recycling in terms of both environment and national economics and provide a reference point to Turkish RMC producers and government in order to compare the production output related with recycling of concrete.

Keywords: Ready mixed concrete, Fresh concrete, Recycling, Wash out, Environmental impact

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Mehmet Sait Andaç, mehmetandac@hotmail.com

1. GİRİŞ

Ülke ekonomisinin lokomotifi olarak adlandırılan inşaat sektörünün en önemli girdilerinden biri olan hazır beton, yapı kalitesine ve dayanımına direkt etkileri ile ön plana çıkan bir malzemedir. Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak beton dayanımı, betonun kalitesi, betonun kullanım alanları ve farklı ortamlarda kullanım şartlarına odaklanmasına rağmen son zamanlarda konu ile ilgili duyarlılığın ve dünya çapında yaptırımların artması ile beton üretimi sürecinde ve sonrasında oluşan artık (farklı geri dönüşüm yöntemleri ile bileşenleri veya kendisi tekrar kullanılabilir beton) ve atıkların (hiçbir şekilde tekrar kullanımı mümkün olmayan ve özel yöntemlerle bertaraf edilmesi gereken beton) çevresel etkileri ve geri dönüşümü konularında da çalışmalar başlamıştır.

Yapılan literatür çalışmaları geri dönüşüm işleminin hem ekonomik hem de çevresel etkileri ele alındığında son derece gerekli olduğunu göstermektedir. Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO)'nin 2013 verilerine göre 102 milyon m³[1] hazır beton üretimi ile Avrupa'nın en büyük üreticisi olan Türkiye'de konu ile ilgili durumun ne olduğu bilinmemektedir. Bu çalışmanın amacı da Türkiye'de hazır beton üretimi sırasında oluşan artık ve atıkların geri dönüşümüyle ilgili durumun belirlenmesi olmuştur. Bu amaçla Türkiye Hazır Beton Birliği'ne (THBB) bağlı işletmelerle bir anket çalışması düzenlenmiştir. Anket çalışması ile tesislerin geri dönüşüm ünitesine sahip olup olmadıkları, geri dönüşüm ünitesine sahip olan tesislerin üniteyi hangi oranla kullandığı ve geri dönüşümle elde edilecek kazançlar ile kullanılmadığı zamanki kayıplar ortaya konmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hazır beton üretimi süreci incelendiğinde gerek işletmeden kaynaklı gerek müşteriden kaynaklı, gerekse üretimin doğasından kaynaklı atık oluşumunun kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Oluşan bu atıklar sebeplerine göre şu şekilde gruplandırılabilir:

- Transmikserlerde boşaltılmayan ve tamburda kalan betonlar,
- Pompaların kazanlarında kalan betonlar,
- Müşteri tarafından iade edilen betonlar,
- Hatalı üretilen betonlar,
- Sevkiyat veya üretim sırasında araçlardan ve dolmuş ünitelerinden kaynaklı kaçakların neden olduğu atıklar [2].

Yapılan literatür araştırmasında sevkiyat ve üretim sırasında araçlardan ve dolmuş ünitelerinden kaynaklı kaçaklar ve firmalarda hatalı üretilen betonlardan dolayı meydana gelen atıklar hakkında sayısal verilere rastlanamamıştır. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalar araçlarda kalan beton miktarı ve müşterilerce iade edilen beton miktarı hakkında net değerler vermektedir. Hazır beton sevkiyatında ve yerleştirilmesinde kullanılan transmikser ve pompa gün sonunda yaklaşık 200-400 kg atık beton ile tesise geri dönmektedir [3]. Hazır betonun ortalama 2 saat plastik kıvamda kalması nedeniyle beton sevkiyatları arasında uzun bekleme süreleri oluşursa araç içerisindeki betonun boşaltılması zorunluluğu doğmakta bu nedenle kimi zaman araçlar günde 2 veya daha fazla yıkanmaktadır. Bu durum da, oluşan atık miktarını ve yıkama suyu miktarını artırmaktadır. Asadollahfardi ve arkadaşlarının çalışmasına göre 8 m³ kapasiteli bir transmikserin her sevkiyatında 250 kg'ının veya tamburdaki 8 m³'ün hacimsel olarak %1-4 oranında boşaltılmadığı görülmüştür [4].

Kou ve arkadaşlarının Hong Kong'da yaptığı çalışma, günlük üretim kapasitesi 1,000 m³ olan bir tesiste günde 8-10 ton (3-4 m³) arası atık beton oluştuğunu göstermiştir [5]. Böyle bir tesiste yıllık oluşan atık beton miktarı 3,000 ton'u bulmaktadır. Bu rakam da bir tesisin yaklaşık bir günlük üretimine denk gelmektedir. Ayrıca, uygulamada pompa kazanlarında 0,4 m³ beton gün sonunda kullanılmayan beton olarak tesise döner ve ağırlığı 1 ton'dur. Günde sadece 1 kere pompa temizliği yapıldığında yılda yaklaşık 300 ton betonun atık hale geldiği görülmektedir. Aynı tesiste birden fazla pompa olduğu düşünülürse tesiste yıllık, yaklaşık 1,000 ton beton sadece pompa kazanlarında kalan betonlardan dolayı atık hale gelmektedir. Betonun 1 m³'ünün yaklaşık 2,5 ton olduğunu ve bu 2,5 ton'un yaklaşık 1,9 ton'unun

Çizelge 1. Farklı kriterlere göre gerekli olan örneklem büyüklükleri

Kriter	Birim	Evren	İdeal Örneklem Büyüklüğü	Örneklem Büyüklüğü
1 İşleme Sayısı	Adet	80	67	58
2 Tesisi Sayısı	Adet	314	173	260
3 Beton Üretim Miktarı	m ³	60.000.000	384	44.175.000

Anketin uygulandığı işletme sayısı $58 < 67$, tesis sayısı $260 > 173$ ve anketin yapıldığı tesislerin toplam üretim miktarı $44.175.000 > 384 \text{ m}^3$ olmasından dolayı anket tesis sayısı ve üretim miktarı açısından incelendiği takdirde dönüşü geçerli kabul edilmektedir.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İnşaat işlerinde temel olarak iki farklı beton atığı oluşmaktadır. Bu atıklardan birincisi sertleşmiş beton atıkları, ikincisi ise henüz prizini almadan atık (artık beton)hale gelen taze betondur. Hazır beton tesislerinde süreç gereği üretimden sonra ilk olarak artık betonun oluşumu gözlenir. Artık beton herhangi bir şekilde kullanılmaz veya geri dönüştürülmezse beton içerisindeki çimento zaman içerisinde tepkimeye girerek sertleşir ve “atık beton” haline gelir. Atık hale gelen beton ise herhangi bir şekilde işlenemez ve mutlaka bertaraf edilmesi gerekir. Bu çalışmanın amacı henüz prizini almamış taze beton artıklarının işletmelere ve çevreye etkilerini ve yapılması gerekenleri incelemek olduğu için ileride açıklanacak bütün başlıklar taze beton artıkları ile ilgilidir.

4.1. Anket Analizi

Anket çalışması ile tesislerde geri dönüşüm ünitesi bulunup bulunmadığı, geri dönüşüm ünitesi bulunan tesislerin üniteyi ne oranda kullandıkları sorulmuş ve geri dönüşüm ünitesini kullanım sıklıklarına göre tesisler sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma yapılırken tesisler öncelikle geri dönüşüm ünitesi bulunan ve bulunmayan olarak iki ana gruba ayrılmıştır. Bu ana gruplardan geri dönüşüm ünitesi bulunan tesisler, kullanım oranlarına bağlı olarak:

- 1) Çok yüksek: %80-%100 oranında
- 2) Yüksek: %60-%80 oranında
- 3) Orta: %40-%60 oranında
- 4) Düşük: %20-%40 oranında
- 5) Çok düşük: %0-%20 oranında

kullanım olarak ayrılmıştır. Geri dönüşüm bulunmayan tesisler ise çökeltme havuzu bulunan ve çökeltme havuzu bulunmayan tesisler olarak ayrılmış ve Çizelge 2’de bütün sınıflandırmalar gösterilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi geri dönüşüm ünitesi bulunan tesislerin sayısı ankete katılan tesislerin %75,39’udur. Ancak geri dönüşüm ünitesinin çok yüksek düzeyde kullanılma oranı ankete katılan tesisler arasında %28,46’dır. Orta düzeyde kullanım ise %27,31 oranındadır. Çok düşük düzeyde kullanılan tesislerin oranı ise ankete katılan tesislerin %19,62’sidir. Bir tesisin geri dönüşümünden tam anlamıyla faydalanması için kullanım oranının, en azından çok yüksek kullanım oranının alt sınırı olan %80 civarında olması beklenmektedir. Bu durumda, tesislerde her ne kadar geri dönüşüm ünitesi olsa da ünite aktif olarak kullanılmadığı sürece tesise gelen taze betonun agrega ve çimentolu suya dönüştürüldüğü söylenemez.

THBB’ne bağlı üye işletmelerin tesislerindeki durum incelendiğinde Çizelge 3’deki veriler elde edilmektedir

Verilerin tutulması veya paylaşılması konusunda bir sınıflandırmaya gidilmesinin en önemli sebebi anket soruları yöneltilen tesislerin bazılarının verileri düzenli olarak tutmadıklarının belirlenmiş olmasıdır.

Çizelge 2. Geri dönüşüm ünitesi kullanım oranına göre dağılım

	İşletme Sayısı (Adet)	Tesis		Üretilen Beton		
		Sayısı (Adet)	Oranı (%)	Miktarı (m ³)	Oranı (%)	
Ankete Katılan Toplam		59	260	100	44.175.000	100
Geri Dönüşüm Bulunan	Kullanım Oranı					
	Çok Yüksek (%80-%100)	15	74	28,46	12.075.000	27,34
	Yüksek (%60-%80)	0	0	0,00	0	0,00
	Orta (%40-%60)	4	71	27,31	11.500.000	26,03
	Düşük (%20-40)	0	0	0,00	0	0
	Çok Düşük (%0-%20)	14	51	19,62	8.770.000	19,85
Geri Dönüşüm Bulunmayan	Çökeltme Havuzu Bulunan	25	63	24,23	11.655.000	26,38
	Çökeltme Havuzu Bulunmayan	1	1	0,38	175.000	0,40

Çizelge 3. Tesislerde oluşan artık beton miktarları

	Geri Dönüşüm Ünitesi Kullanım Oranı		Tesis Sayısı (Adet)	Üretilen Beton (m ³)	Oluşan Artık	
					Miktarı (m ³)	Oranı (%)
Geri Dönüşüm Ünitesi Bulunan	Çok Yüksek (%80-%100)	Veri Tutulan Tesisler	74	12.075.000	51.930	4,3
		Veri Tutulmayan Tesisler	0	0	0	0
	Yüksek (%60-%80)	Veri Tutulan Tesisler	0	0	0	0
		Veri Tutulmayan Tesisler	0	0	0	0
	Orta(%40-%60)	Veri Tutulan Tesisler	71	11.500.000	63.000	5,5
		Veri Tutulmayan Tesisler	0	0	0	0
	Düşük (%20-40)	Veri Tutulan Tesisler	0	0	0	0
		Veri Tutulmayan Tesisler	0	0	0	0
Çok Düşük (%0-%20)	Veri Tutulan Tesisler	35	6.370.000	26.700	4,2	
	Veri Tutulmayan Tesisler	16	2.400.000	0	0	
Geri Dönüşüm Ünitesi Bulunmayan	Çökeltme Havuzu Bulunan	Atıksız Çalıştığını İddia Eden Tesisler	11	1.430.000	0	0
		Veri Tutulan Tesisler	42	6.325.000	33.534	5,3
		Veri Tutulmayan Tesisler	6	900.000	0	0
		Veri Paylaşmayan Tesisler	4	3.000.000	0	0
	Çökeltme Havuzu Bulunmayan	Veri Tutulan Tesisler	1	175.000	600	3,4
Veri Tutan Tesisler Toplamı (Atıksız Çalıştığını İddia Eden Tesisler Hariç)				36.445.000	175.764	4,8
Veri Tutan Tesisler Toplamı (Atıksız Çalıştığını İddia Eden Tesisler Dahil)				37.875.000	175.764	4,5
Veri Tutmayan ve Paylaşmayan Tesisler Toplamı				6.300.000	0	0
Toplam Üretim				44.175.000	175.764	4,0

Verileri tutmayan tesisler Çizelge 3'te de görüldüğü gibi genel olarak ya geri dönüşüm ünitesi olmayan ya da geri dönüşüm ünitesi bulunan fakat ünitelerini hiç kullanmayan tesislerdir. Bu noktadan yola çıkarak düzenli veri tutan tesislerin, geri dönüşüme önem veren tesisler olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum da tesislerdeki yönetim anlayışının geliştikçe farklı yönlerde de etkisinin olduğunun bir göstergesidir. Örneğin çok yüksek ve orta düzeyde geri dönüşüm ünitesi kullanım oranı olan toplamda 145 (74 adet çok yüksek düzeyde geri dönüşüm ünitesi kullanım oranına sahip tesisler + 71 adet orta düzeyde geri dönüşüm ünitesi kullanım oranına sahip tesis) adet tesiste gerekli veriler tutulmuşken çok düşük düzeyde geri dönüşüm ünitesi kullanım oranı olan toplam 51 tesisin 35 tanesinde veri tutulmakta fakat 16 tesiste veri tutulmamaktadır. Geri dönüşüm ünitesi bulunmayan 64 tesisin 6 tanesinde de veri tutulmamaktadır.

Atıksız çalışıldığını öne süren tesislerin nasıl bu şekilde çalıştıkları irdelendiğinde ise aslında tesislerin atıksız çalışmadıkları, ancak oluşan atıkları tesis sahasına almadıkları ortaya çıkmıştır. Bu ise atıksız çalışmak anlamına gelmemekte, sadece oluşan atığın bir şekilde tamamen bertaraf

edildiği ve tesise atık dönüşü olmadığı anlamına gelmektedir.

Ankete katılan tüm işletmelerin genelinde değerlendirme yapıldığında atıksız çalıştığını iddia eden tesisler hariç veri tutulan tesislerdeki toplam beton artığı ve toplam üretim miktarları karşılaştırıldığında binde 4,8 oranında artık oluştuğu görülmektedir. Bu oran atıksız çalıştığını iddia eden tesislerin dahil edilmesi ile binde 4,5 oranına düşmektedir. Ayrıca veri tutmayan veya verileri paylaşmayan tesislerin de dahil edilmesi ile (kısacası ankete katılan tüm tesislerin toplam üretim miktarı ile) belirlenen oran binde 4'tür.

Oluşan beton artıklarından geri dönüşüm üniteleri aracılığı ile belli oranda agrega geri kazanılmaktadır. Kazanılan agrega ise üretimde tekrar kullanılarak hem işletmenin agrega ihtiyacını hem de doğadan elde edilecek agreganın miktarını azaltmaktadır. Bu kazanım ancak geri dönüşüm ünitesi bulunan tesislerde olabilmektedir. Bu nedenle anket çalışması analiz edilirken sadece geri dönüşüm ünitesi olan tesisler göz önüne alınmıştır ve sonuçlar Çizelge 4'de özetlenmiştir.

Çizelge 4. Geri kazanılan agrega miktarları ve oranları

Geri Dönüşüm Ünitesi Kullanım Oranı	Üretilen Toplam Beton Miktarı (m ³) (1)	Oluşan Toplam Artık Miktarı (m ³) (2)	Geri Dönüşüm Oranı (3)	Geri Dönüşüme Giren Beton Miktarı (m ³) (4) = (2) * (3)	Geri Dönüşüme Giren Beton Miktarı (ton) (5) = (4) * 2.5	Elde Edilen Toplam Agregası Miktarı (ton) (6)	1 m ³ Betondan Elde Edilebilir Agregası Miktarı (ton/m ³) (7) = (4)/(6)
Çok Yüksek (%80-100)	12.075.000	51.930	90%	46.737	116.843	79.840	1,71
Yüksek (%60-80)	0	0	70%	0	0	0	0,00
Orta (%40-60)	11.500.000	63.000	50%	31.500	78.750	52.500	1,67
Düşük (%20-40)	0	0	30%	0	0	0	0,00
Çok Düşük (%0-20)	6.370.000	26.700	10%	2.670	6.675	4.510	1,69
Toplam				80.907	202.268	136.850	1,69

Çizelge 4'deki değerler düzenlenirken geri dönüşüm ünitesi kullanım oranlarına göre sınıflandırılmış tesislerin ürettikleri beton toplamlarının yanı sıra tesiste oluşan beton artığının toplamı ele alınmıştır. Üretilen toplam beton sütun (1)'e tesislerde oluşan beton artığı sütun (2)'ye, tesislerde geri dönüşüm ünitelerinin kullanım oranı ise sütun (3)'e yazılmıştır. Bu değerler tesislere uygulanmış olan anketler aracılığı ile elde edilirken sütun (4)'de verilen geri dönüşüme giren beton miktarı değerleri sütun (2) ve sütun (3)'ün çarpılması ile tespit edilmiştir ve toplam artık betonun hacimsel olarak geri dönüşüme sokulduğu kısmını göstermektedir. Sütun (5) ise sütun (4)'ün taze betonun birim ağırlığı olan 2,5 ton/m³ ile çarpılarak bulunmuştur ve geri dönüşüme sokulan artık betonun ağırlığını göstermektedir. Sütun (6) ise ankete katılan tesislerden alınan verilerdir ve bu veriler geri dönüşüm işleminden sonra elde edilen agrega miktarını ton olarak göstermektedir.

Son olarak sütun (7) ise sütun (4)'ün sütun (6)'ya bölümüyle elde edilmiştir ve 1 m³ betondan elde edilebilecek agrega miktarını göstermektedir. Çizelge 4'te verilen toplam değerlere bakıldığında tesislerde ortalama olarak 1 m³ betonun üretimi sırasında ortalama 1,8-1,9 ton [10] agrega kullanılırken yaklaşık 1,69 ton agreganın (Çizelge 4) geri kazanıldığı görülmektedir. Üretime giren ve geri kazanılan agrega arasındaki ağırlık farkı agrega içerisinde bulunan çok ince malzemeden ve agrega kirliliğinden kaynaklanmaktadır.

Ankete katılan ve yaklaşık 44 milyon m³ beton üreten 260 tesiste binde 4,8 (Çizelge 3) oranında artık beton oluşmaktadır. Diğer bir deyişle yaklaşık 200 bin m³ artık oluştuğu hesaplanmaktadır. Eğer sadece THBB bağlı ve ankete katılan firmalar tarafından bile geri dönüşüme önem verilse ve tam anlamıyla geri dönüşüm işlemi gerçekleştirilse 338 bin ton agreganın geri kazanımı sağlanabilir. Ancak mevcut duruma baktığımızda Çizelge 3'de belirtildiği gibi sadece 137 bin ton agrega geri kazanılmaktadır. Elbette Türkiye genelindeki faaliyet gösteren THBB'ye bağlı veya bağlı

olmayan işletmeler göz önüne alındığı takdirde kazanç daha fazla olacaktır.

5. SONUÇ

Oluşan artık beton miktarı açısından incelendiğinde anket çalışması sonucunda bulunan % 0,4-0,5 oranı Kou ve arkadaşlarının [7] çalışması ile paralellik göstermektedir.

Türkiye'de üretilen toplam beton miktarı olan 107 milyon m³, anket çalışması ile bulunan artık beton oranı olan binde 4,8 ile çarpılması sonucunda ise, farklı sebeplerden dolayı kullanılmayan ve artık olarak adlandırılan betonun miktarı yıllık bazda yaklaşık 500 bin m³ olarak bulunmuştur. 500 bin m³ betonun üretilmesi için yaklaşık 900 bin ton agrega kullanılması gerektiği düşünüldüğünde geri dönüşüm yapılmadan bertaraf edilen betonla birlikte yıllık 900 bin ton agreganın da atık hale geldiği ve geri dönüşüm yapılması sonucunda yaklaşık 800 bin ton agreganın tekrar kullanılabilirdiği görülmektedir. Çevre açısından yararı ise öncelikle doğaya verilecek yıllık 500 bin m³ beton atığından kurtulmak ve üretim için doğadan temin edilen agreganın yılda 800 bin ton azaltılması olacaktır.

107 milyon m³ beton üretimi ile Avrupa'nın en fazla beton üreten dolayısıyla en fazla kaynak tüketen ve çevreye en fazla atık bırakan ülkesi olarak Türkiye'nin kaynakları dikkatli kullanma ve olumsuz çevresel etkileri azaltma konusunda daha dikkatli olması ve gerekli tedbirleri alması gerekmektedir. Alınabilecek en önemli tedbir ise farklı yöntemleri olmasına rağmen Avrupa'da da yaygın olarak kullanılan artık betonun yıkanması esasına dayanan geri dönüşüm ünitelerinin kullanılması olacaktır.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya temel teşkil eden doktora tezi Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından (BAP NO: FDK-2014-3234) desteklenmiştir.

7. KAYNAKLAR

1. European Ready Mix Concrete Organization (Ermco) Statistics, 2013.
2. Sealey, B.J., Phillips, P.S., Hill, G.J., 2001. Waste Management Issues for The UK Ready-Mixed Concrete Industry. Resources, Conservation and Recycling, 32(3), 321-331.
3. Sandrolini, F., Franzoni, E., 2001. Waste WashPlants. Cement and Concrete Research, 31(3), 485-489.
4. Asadollahfardi, G., Asadi, M., Jafari, H., Moradi, A., Asadollahfardi, R., 2015. Experimental and Statistical Studies of Using Wash Water from Ready-Mix Concrete Trucks and A Batching Plant in The Production of Fresh Concrete. Construction and Building Materials, 98, 305-314.
5. Kou, S.C., Zhan, B.J., Poon, C.S., 2012. Feasibility Study of Using Recycled Fresh Concrete Waste as Coarse Aggregates in Concrete. Construction and Building Materials, 28(1), 549-556.
6. Mehta, P.K., 2001. Reducing The Environmental Impact of Concrete. Concrete International, 23(10), 61-66.
7. Ferrari, G., Miyamoto, M., Ferrari, A., 2014. New Sustainable Technology for Recycling Returned Concrete. Construction and Building Materials, 67, 353-359.
8. Türkiye Hazır Beton Birliği, 2014. (THBB) İstatistikler.
9. Bilir, N., Ergör, G., 2015. Saha Araştırmaları, Toraks Derneği, Antalya, http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/mse-ppt-pdf/N_BILIR_G_ERGOR.pdf Erişim Tarihi 12/10/2015
10. Türkiye Agrega Üreticileri Birliği (AÜB) İstatistikler, 2013.