

Balıkesir ili yol çalışmalarında kullanılan agregaların özellikleri ve şartnameye uygunluğu

Ayşe TURABİ*, **Arzu OKUCU**

*Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Balıkesir - TÜRKİYE*

Özet

Yol çalışmalarında kullanılan agregaların belirlenen teknik şartnamelere uymaları gerekmektedir. Uygun fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olan agregalar yolun hizmet ömrünü arttırır. Çalışmada, Balıkesir ili yol çalışmalarının temel tabakalarında kullanılan üç farklı agreganın özellikleri incelenmiştir. Bu malzemelerin Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen temel tabakasına uygunluğu araştırılmıştır. Agregalar, Balıkesir-Bigadiç yolunda, Balıkesir Hava Limanı Yangın Kitası Park Alanı Dolgusunda, Balıkesir Üniversitesi Kampus içi ulaşım yollarında kullanılmıştır. Agregaların özelliklerinin belirlenebilmesi için laboratuarda, elek analizi, standart proktor, likit limit, plastik limit ve aşınma deneyleri, arazide doğal birim hacim ağırlık deneyi ve sıkışma kontrolü yapılmıştır. Alınan deney sonuçlarına göre Balıkesir ili yol çalışmalarında kullanılan agregaların, Yollar Fenni Şartnamesinde aranılan özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Agrega özellikleri, temel tabakası.*

Properties and suitability for specifications of aggregates used at road constructions in Balıkesir

Abstract

Aggregates used road construction have to be suitable for the technical specifications. Aggregates having suitable physical and chemical properties have longer service life. In this study, properties of three different aggregates used for base layers of road construction were investigated. Suitability of these aggregates for base layer according to Road Technical Specification were also investigated. They were used at the Balıkesir-Bigadiç road, at Balıkesir Airport Fire Dept Parking Place and at Balıkesir University Campus. Sieve analysis, standard proctor test, liquid limit and plastic limit tests and abrasion test at laboratory conditions and natural unit weight volume and compaction tests at field were carried out to determine the some properties of aggregates. According to results, aggregates used for road construction at Balıkesir are suitable for Road Technical Specifications.

Keywords: *Specifications of aggregate, base course.*

* Ayşe TURABİ

Makalenin basım kararı 15.04.2007 tarihinde alınmıştır.

1.Giriş

Yol inşaatında kullanılan temel ve alt temel tabakaları; kaplamadan gelen yükü zemine emniyetle aktarmak, drenaj sağlamak, çevre ve trafik etkilerine karşı dayanıklı ve stabil olmak gibi amaçları sağlamalıdır. Yol çalışmalarında kullanılan agregalar, hem kaplamanın stabilitesine olan büyük katkısı hem de büyük miktarda gereksinim duyulmasından dolayı önemli bir yol malzemesidir. Çünkü bağlayıcısız temel ve alttemel tabakalarının tamamı, bitümlü sıcak karışımların ağırlıkça %90–95'i ve hacimce %80–85'i, beton kaplamaların ağırlıkça %70–80'i ve hacimce %60–65'i agrega tarafından sağlanır. Şartnamelerde istenen fiziksel özellikleri sağlayan agregaların kullanılması yolun hizmet ömrünü arttırmaktadır.

Kullanılacak agregaların; tane dağılımı – yoğunluk, dayanıklılık, tane şekli, yüzey yapısı, plastisite gibi özellikleri aranılan şartları sağlamalıdır. Tane dağılımı belirtilen amaçların sağlanmasında en önemli faktör olmaktadır. Tane dağılımı kaplamanın stabilitesi, drenajı ve don duyarlılığı gibi özellikler üzerinde etkilidir. Agregalar trafik yüklerinden veya zeminin hacim değiştirmesinden dolayı oluşacak deformasyonlara karşı dirençli olmalıdır. Ayrıca agrega tanelerinin trafik ve çevre etkilerinin aşındırmasına karşı da dirençli olması gerekir [1-3].

2. Deneysel çalışmalar

Çalışmada, Balıkesir ili yol çalışmalarında kullanılan üç farklı agreganın fiziksel özellikleri incelenmiştir. Agregalar, Balıkesir-Bigadiç yolunda (A1), Balıkesir Üniversitesi Kampus içi ulaşım yollarında (A2), Balıkesir Hava Limanı Yangın Kıtası Park Alanı Dolgusunda (A3) kullanılmıştır. Agrega özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla laboratuarda agregaların elek analizleri, standart proktor deneyleri, likit limit ve plastik limit deneyleri, arazide doğal birim hacim ağırlık deneyleri ve sıkışma kontrolleri yapılmıştır.

2.1 Laboratuvar deneyleri

Deneyler için laboratuara, yaklaşık 100'er kg agrega (A1; Balıkesir Koçkaya Taşocağı, A2; Balıkesir Bigadiç Çayüstü Köyü Mevkii, A3; Balıkesir Şamlı Taşocağı) getirilmiş ve agregalar laboratuara serilerek kurutulmuştur. Laboratuarda elek analizi, standart proktor, likit limit, plastik limit ve aşınma deneyleri yapılmıştır [4].

Elek Analizi Deneyi (TS 1900-1)

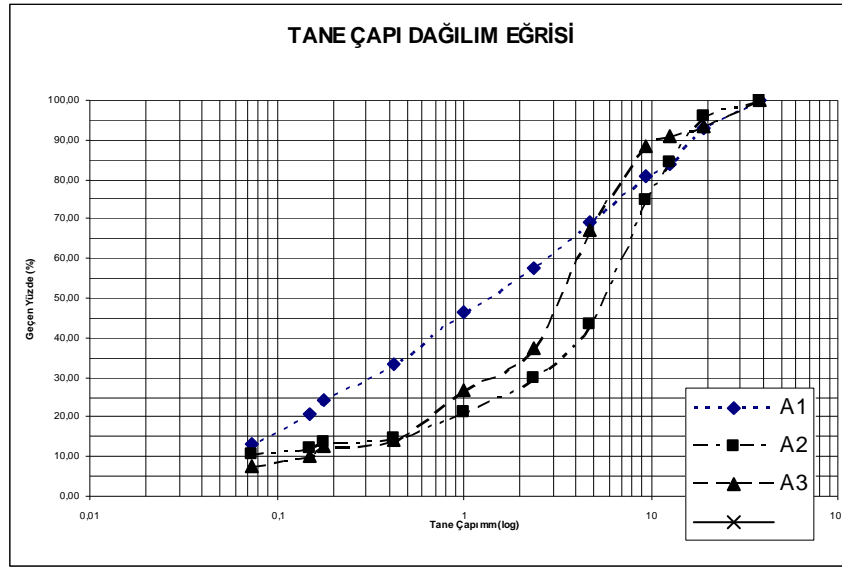
Laboratuvar da kurutulmuş agregalar üzerinde elek analizi deneyi yapılmıştır. Deneyde 1500 g malzeme kullanılmıştır. Elek analizi deneyinde kullanılan elek serileri ve deney sonuçları Tablo 1'de, deney sonuçlarına ait tane dağılımı (granülometri) eğrileri ise Şekil 1'de verilmektedir. Elek analiz deney sonuçlarına göre A1, A2, A3 agregalarının %silt + kil, % kum, % çakıl miktarları Tablo 2'de verilmektedir. % miktarlara göre A1; killi-siltli, çakıllı kum, A2; killi-siltli, kumlu çakıl, A3; killi-siltli, çakıllı kumdur. Elek analizi deney sonuçları Yollar Fenni Şartnamesinde (YFŞ) belirtilen temel malzemesinde kullanılan Tip C – Tip D zemin sınıflarına uymaktadır (Tablo 1) [5].

Tablo 1. Elek analizi deney sonuçları

Elek No	Elek Boyutu (mm)	Elekten Geçen (%)			Elekten Geçen (%)	
		A1	A2	A3	Tip C (YFŞ)	Tip D (YFŞ)
1 ^{1/2} "	37,5	100	100	100	100	100
1"	25	100	100	100	100	100
3/4"	19	92,80	95,87	93,65	75-100	80-100
3/8"	9,5	80,80	74,94	88,56	50-85	60-100
4	4,75	69,07	43,20	67,24	35-65	50-85
10	2	57,60	30,07	36,94	25-50	40-70
40	0,425	33,33	14,87	14,15	12-30	20-45
200	0,074	12,93	10,74	7,79	0-12	0-12

Tablo 2. % Malzeme miktarları

Deney No	Silt + Kil (%)	Kum (%)	Çakıl (%)	Zemin Cinsi
A1	12,93	56,13	30,93	Killi-siltli, çakıllı kum
A2	10,74	32,46	56,8	Killi-siltli, kumlu çakıl
A3	7,79	59,45	32,76	Killi-siltli, çakıllı kum



Şekil 1. Elek analizi deney sonuçlarına ait tane çapı dağılım eğrileri

Standart Proktor Deneyi (TS 1900-1)

Laboratuarda, kurutulmuş agregalar üzerinde standart proktor deneyi yapılarak numunelerin optimum su içeriği ve maksimum kuru birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Numuneler, 2,5 kg ağırlığında 30,5 cm' den serbest düşme yapabilen tokmak ile 3 tabaka halinde her tabakaya 25 darbe uygulanarak sıkıştırılmıştır. Bu işlem, her seferinde su içerikleri artırılarak ağırlıklar düşmeye başlayınca kadar tekrarlanmıştır. Her sıkıştırma işlemi için 3'er kg' lık yeni numuneler kullanılmıştır.

Deneyden alınan sonuçlara göre doğal birim hacim ağırlıklar (γ_n), maksimum kuru birim hacim ağırlıklar (γ_{kmax}), ve optimum su içeriği (w_{opt}) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3). Agregaların maksimum kuru birim hacim ağırlıkları genel olarak 1,8-2,15 g/cm³ arasında değişmektedir [6]. A1, A2, A3 agregalarının maksimum kuru birim ağırlıkları beklenen değerler içinde bulunmuştur. Aynı zamanda birim hacim ağırlığı yüksek olan agreganın dayanımı da yüksek olacağından A1, A2, A3 agregalarının dayanımları da yüksektir.

Likit Limit ve Plastik Limit Deneyi (TS 1900-1)

Kurutulmuş numuneler 40 No' lu elekten (0,425 mm) elenerek, likit limit ve plastik limit deneyleri için 500'er g numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde statik konik penetasyon aleti kullanılarak likit limit, el ve cam plaka yardımı ile plastik limit deneyleri yapılmıştır. Likit limit, plastik limit deney sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

A3 agregasının elek analizi sonuçlarına göre ince malzeme miktarı azdır ve plastiklik özelliği olmadığı için plastik limitine bakılamamıştır. A1, A2, A3 agregalarının likit limit ve plastik limit değerleri YFŞ' de belirtilen maksimum değerler içinde kalmıştır (Tablo 4).

Tablo 3. γ_n , γ_{kmax} , w_{opt} deney sonuçları

	γ_n (g/cm ³)	γ_{kmax} (g/cm ³)	w_{opt} (g/cm ³)
A1	1,93	1,80	17,48
A2	2,30	2,10	10,30
A3	2,33	2,18	6,8

Tablo 4. Likit limit, plastik limit deney sonuçları

	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
A1	21,40	6,3
A2	18,67	5,3
A3	14,00	bakılamadı
YFŞ	maks. 25	maks. 6

Aşınma (Los Angeles) Deneyi (TS 3694)

Deneyde Los Angeles deney aleti kullanılmıştır. Aşınma deneyleri için 5000'er g numune hazırlanmıştır. Deney numunesi yıkanmış, 110°C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Numune ve aşındırma sınıfına göre gerekli olan 11 adet çelik küre, deney aletine konularak 30-33 devir/dakika olacak şekilde, alete 500 devir yaptırılmıştır. Gerekli devir sayısı tamamlandıktan sonra numune 1,70 mm'lik elekten elenmiş, elek üstünde kalan malzeme yıkanmış ve 110°C'lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş tartılmıştır. Deney sonuçları Tablo 5'te verilmektedir.

$$\% \text{ aşınma kaybı} = (\text{ilk ağırlık} - \text{son ağırlık}) / (\text{ilk ağırlık}) \quad (1)$$

Tablo 5. Aşınma kaybı

	İlk Ağırlık (g)	Son Ağırlık (g)	Aşınma Kaybı (%)
A1	4584	3346	27
A2	4584	3881	15
A3	4584	3535	23
YFŞ	maks. aşınma kaybı %40		

Agregaların trafik yükü altında kırılma ve aşınmaya karşı yüksek dirençli olması gerekir. Yollar Fenni Şartnamesinde aşınma kaybının maks. %40 olması istenmektedir [7]. A1, A2, A3 agregaları aşınma kaybı %'lerine göre aşınma direnci yüksek agregalardır.

2.2 Arazi deneyleri

Yol çalışmalarında kullanılan agregaların sıkışma kontrolü için, arazide doğal birim hacim ağırlık ve su içeriği deneyleri yapılmıştır.

Doğal Birim Hacim Ağırlık ve Su İçeriği Deneyi (TS 1900-1)

Doğal birim hacim ağırlıklar kum konisi yöntemi ile belirlenmiştir. Deneyde tamamı 10 No'lu elekten geçen, 200 No'lu elek üstünde kalan ve doğal birim hacim ağırlığı $1,56 \text{ g/cm}^3$ olan temiz ve kuru kum kullanılmıştır. Arazide maksimum tane çapı 19 mm olan malzeme için yaklaşık 1700 cm^3 deney çukuru açılmıştır. Çukurdan çıkarılan malzeme ağırlığı ve çukur hacmine bağlı olarak doğal birim hacim ağırlıklar hesaplanmış, laboratuarda malzemenin su içeriği belirlenmiştir. Elde edilen doğal birim hacim ağırlık ve su içeriği deney sonuçlarına bağlı olarak maksimum kuru birim hacim ağırlıklar hesaplanmıştır (Tablo 6) [8].

Tablo 6. Arazi w , γ_n , γ_k deney sonuçları

	w (%)	γ_n (g/cm^3)	γ_k (g/cm^3)
A1	20	2,15	1,79
A2	4	2,53	2,33
A3	2,5	2,25	2,20

Sıkışma Derecesi

Arazide sıkıştırmanın yeterli olup olmadığı arazi kuru birim hacim ağırlığının laboratuarda elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlığına oranı ile belirlenir. Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen temel sıkıştırma kriteri min. %98 olarak istenmektedir (Tablo 7) (9,10).

$$\text{Sıkışma Derecesi (Rölatif Kompaksiyon) } \% I_r, \quad \% I_r = \frac{\gamma_{karazi}}{\gamma_{klab}} \quad (2)$$

Tablo 7. Sıkışma dereceleri

	γ_{karazi} (g/cm ³)	$\gamma_{\text{klab.}}$ (g/cm ³)	I_r (%)
A1	1,79	1,80	99
A2	2,33	2,10	109
A3	2,20	2,18	100
YFŞ	min. sıkışma %98		

3. Sonuçlar

Balıkesir ili yol çalışmalarında kullanılan agregaların özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan deney sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Elek analiz deney sonuçlarına göre A1; killi-siltli, çakıllı kum, A2; killi-siltli, kumlu çakıl, A3; killi-siltli, çakıllı kumdur. Elek analizi deney sonuçları Yollar Fenni Şartnamesinde (YFŞ) belirtilen temel malzemesinde kullanılan Tip C – Tip D zemin sınıflarına uymaktadır.

Standart proktor deney sonuçlarına göre; A1, A2, A3 agregalarının maksimum kuru birim hacim ağırlıkları sırasıyla 1,80 g/cm³ - 2,10 g/cm³ - 2,18 g/cm³ ve optimum su içerikleri %17,48 - %10,30 - %6,8 bulunmuştur.

Likit limit ve plastik limit deney sonuçlarına göre; A1, A2, A3 agregalarının likit limitleri sırasıyla %21,40 - %18,67 - %14 ve plastik limitleri %6,3 - %5,3 – (bakılmadı) bulunmuştur. Deney sonuçları Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen likit limit maks. %25, plastik limit maks. %6 değerlerini sağlamaktadır.

Aşınma deney sonuçlarına göre; A1, A2, A3 agregalarının aşınma kayıpları sırasıyla %27 - %15 - %23 bulunmuştur. Deney sonuçları Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen maks. %40 aşınma kaybı değeri sağlanmaktadır.

Kum konisi deney sonuçlarına göre; A1, A2, A3 agregalarının doğal birim hacim ağırlıkları sırasıyla 2,15 g/cm³ – 2,53 g/cm³ - 2,25 g/cm³ ve su içerikleri %20 - %4 - %2,5 olarak hesaplanmıştır.

Arazi kuru birim hacim ağırlığı ve laboratuvar maksimum kuru birim hacim ağırlığı deney sonuçlarına göre; A1, A2, A3 agregalarının sıkışma dereceleri sırasıyla %99 - %109 - %100 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar Yollar Fenni Şartnamesinde belirtilen min. %98 sıkışma şartını sağlamaktadır.

Balıkesir-Bigadiç yolunda (A1), Balıkesir Üniversitesi Kampus içi ulaşım yollarında (A2), Balıkesir Hava Limanı Yangın Kıtası Park Alanı Dolgusunda (A3) kullanılan agregaların tane dağılımı, maks. kuru birim hacim ağırlık, optimum su içeriği, likit limit, plastik limit, aşınma ve sıkışma özellikleri ile dayanımı yüksek agregalardır. A1, A2, A3 agregalarının yol çalışmalarında kullanılabilmesi ve Yollar Fenni Şartnamesine uygunluğu görülmektedir. Dayanıklı agregaların yol çalışmalarında kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. YFŞ’de istenen değerleri sağlayan dayanıklı

agregaların yol çalışmalarında kullanılması trafik ve diğer etkiler ile parçalanma sonucu meydana gelen bozulmaları azaltacaktır.

4. Kaynaklar

- [1] Tunç, A., “Yol Malzemeleri (Agrega, Asfalt, Bitümlü Karışımlar, Beton, Zemin) ve Uygulamaları (Kaplama ve Zemin Islahı – Dizayn ve Yapım Metotları)”, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul (2001).
- [2] Umar, F., Açar, E., “Yol Üstyapısı”, İTÜ, İstanbul (1991).
- [3] Tunç, A., “Esnek Kaplama Malzemeleri El Kitabı”, Asil Yayın Dağıtım, Ankara (2004).
- [4] “Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Semineri” , İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara (2002).
- [5] Yollar Fenni Şartnamesi (Yol Altyapısı, Sanat Yapıları, Köprü Tünel ve Üst Yapı İşleri), Karayolları Genel Müdürlüğü, Yayın No:170/2 (2000).
- [6] Köseoğlu, S., “Temeller I” Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul (1987).
- [7] Önal, A., Kahramangil, M.,”Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı El Kitabı”, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara (1993).
- [8] Aytekin, M.,” Deneysel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi”, Ankara, (2004)
- [9] Özaydın, K.” Zemin Mekaniği”, Birsen Yayınevi, İstanbul, (2005).
- [10] Uzunler, B., A., “Zemin Mekaniği”, Teknik Yayınevi, Ankara (1998).
- [11] Kardeşin, M., Açar, E., “ Sathi Kaplamalar Üzerine Bir Değerlendirme”, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildirileri, 131- 140, Ankara (2004).
- [12] TS1900-1,“İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri”, Bölüm1: Fiziksel Özelliklerin Tayini (2006).
- [13] TS 3694, Beton Agregalarında Dayanıklılık (Aşınma Oranı) Tayini Metodu (1981).