

ATIK TUĞLA KIRIKLARININ ASFALT BETONU ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Murat KARACASU
Yrd. Doç.Dr.
Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir, İZMİR
muratk@ogu.edu.tr

Bekir ÇAKAR
Yrd. Doç.Dr.
Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir, İZMİR

1. GİRİŞ

Asfalt uzun yıllardan beri yol inşaatında kullanılan bir malzemedir. 1900'lü yılların başında ham petrolden asfalt rafine edilmeye başlanması ile kaplama malzemesi olarak kullanımına olan ilgiyi arttırmıştır. Asfaltlı yol inşaatının geçmişi en fazla 100 yıla dayanmaktadır. Daha önceleri asfalt bağlayıcı kullanılmadan yapılan yüzey tabakası üzerinde seyreden araçların kaldırdığı tozu önlemek amacıyla kullanılmıştır.

Günümüzde de asfalt kaplamalar trafik yükü ve çevre koşullarına göre değişik tipte yapılmaktadır. Asfalt kaplamalar kendilerinden beklenen performansı göstererek, deforme olmadan üzerine gelen yükleri alt tabakalara aktarmalıdır. Tekerlekle asfalt kaplama arasında yeterli miktarda sürtünme sağlanmalıdır.

Türkiye'de ilk asfalt uygulamaları Osmanlı döneminde başlamış ve penetrasyon makadam kaplamalarının yapımında Fransızlardan destek alınmıştır. Cumhuriyet döneminde başlayan asfalt kaplama yapımı, 1948'de A.B.D 'den sağlanan Marshall Teknik yardımı ile yaygınlaştırılmış ve 1950'de Karayolları Genel Müdürlüğü (K.G.M) 'nün kurulmasıyla sürekli gelişim göstermiştir.1950 yılında yaklaşık 9500 km olan devlet karayolu ağı 01.01.2007 itibariyle 64196 km.ye ulaşmıştır. Aradan geçen zaman içinde Türkiye'de motorlu taşıt endüstrisinin gelişmesiyle karayoluyla yapılan yük ve yolcu taşımacılığı oranı her geçen gün artmış, ihtiyaçlara paralel olarak imkanlar ölçüsünde hedef ve politikalar değişmiştir.

Tüm dünyada, endüstrinin gelişmesine paralel olarak evsel ve endüstriyel atık miktarlarında artış görülmüş ve bu atıkları geri dönüşüm olarak değerlendirmenin yolları araştırılmıştır. İnşaat sektörünün çeşitli alanlarında atık maddelerinin kullanımına yönelik araştırmalar yapılmıştır.

Yol inşaatında da çeşitli atık maddelerin geri dönüşüm malzemesi olarak kullanımına çalışılmaktadır. Bu şekilde de depolama alanlarında biriken atık maddelerin yeniden değerlendirilmesi sağlanmakla birlikte asfalt betonunun performansına önemli katkılar sağlanmaktadır.

Cam kırıkları, lastik ve plastik atıkları, mobilya parçaları ve tuğla atıkları v.s. gibi atık maddeler asfalt betonuna katılarak, asfalt betonunun göstereceği performans araştırılmaktadır. Asfalt betonuna eklenen atık maddeler asfalt betonunun bazı özelliklerinde iyileştirmeler yaparken bazı özelliklerini de olumsuz etkileyebilmektedir. (1) ve (2) nolu çalışmalarda cam kırıkları asfalt betonuna katılmış ve etkileri araştırılmıştır. Cam kırıklarının kayma direncini olumsuz etkilediği, asfaltın kurumasını kolaylaştırdığı ve gece görünürlüğü arttırdığı belirtilmiştir. Çetin (1997) yılına ait çalışmasında endüstriyel lastik atıklarının asfalt betonunda kullanımını araştırmıştır. Lastik boyut ve miktarı arttıkça asfalt betonunun

mukavemetinde azalma, akma değerlerinde artma olduğunu gözlemlemiştir (3). Şengöz ve Topal (2005) çatı kaplaması olarak kullanılan shingle malzeme atıklarının asfalt betonunda değerlendirilmesi bağlamında çalışmalar yapmışlardır. Bu atık malzemenin asfalt betonunun sertliğini artırdığı ve sıcak iklimli bölgelerde kullanılabilmesi sonucunu ortaya çıkarmışlardır (4). Akbulut ve Gürer (2007) çalışmasında mermer ocağından elde edilen mermer atıklarının asfalt betonuna olan etkilerini araştırılmış, bu atıkların binder tabakasında kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır (5). Yukarıda belirtilen asfalt betonunda atık malzemelerin kullanımına ilişkin örnekler çoğaltılabilir. Atık malzemelerin asfalt betonunda kullanımının ekonomik ve çevresel etkileri Horwath (2003) çalışmasında ortaya konulmuştur. Atık maddelerin asfalt betonunda kullanımının sağladığı avantajlar belirlenmiştir (6).

Bu çalışmaya esas olan tuğla kırıklarının atık malzeme olarak kullanımı normal beton içerisine katılarak gerçekleştirilmiştir. Kesegiç ve diğ.' nin (2008) çalışmasında tuğla kırıkları beton içerisine katılarak sonuçlar ortaya konulmuştur. Tuğla kırığı içeren betonlarda, normal betona göre basınç dayanımında düşük çıkmıştır. Birim hacim ağırlığında azalmalar meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tuğla atıklarının dayanımın önemli olmadığı alanlarda kullanılabilmesi sonucu ortaya çıkarılmıştır (7).

Khalaf (2006) tarafından çalışmada atık tuğla kırıkları asfalt betonunda kullanılmıştır. Çalışma sonunda atık tuğlaların asfalt betonunda kullanımı ile dayanımda artmalar gözlemlenmiştir. Tuğla atıklarının boşluklu bir yapıya sahip olmasından dolayı kullanılan bitüm oranında artmalar meydana gelebilmektedir (8).

Türkiye’de Tuğla ve Kiremit üretimi, endüstriyel üretimde önemli bir yere sahiptir. Üç odalı bir Apartman katında kullanılan ortalama tuğla miktarı 3000 adettir. Buna bağlı olarak tuğla ve kiremit üretimi ve inşaatlarda kullanımı sırasında atık malzemeler ortaya çıkmaktadır. Tuğla ve Kiremit atıklarının bir kısmı inceltilerek spor alanlarına serilmek yoluyla veya başka amaçlar için kullanılmaktadır. Bazen Tuğla ve Kiremit fabrikalarının depolama alanlarında düzensizce biriktirmektedir. Atıkların verimli alan üzerine hiçbir işleme tabi tutulmadan gelişi güzel bırakılmasıyla hem görüntü kirliliği ortaya çıkmakta hem de depolama alanları azalmaktadır. Atık maddelerinin yeniden değerlendirilmesi ekonomiye katkı sağlayacaktır. Üretimde harcanan enerjiden ve de üretimde kullanılan ana malzemedan tasarruf etme imkanı doğacaktır.

Türkiye’de tuğla ve kiremit sanayii; üretim yapısı itibariyle ülkenin dört bir yanına dağılmış, çok sayıda üretim birimi olan bir sanayi dalıdır. Üretim hammaddelerinin kolaylıkla temin edildiği bölgelerde küçük yoğunlaşmalar gösteren sektörde 498 adet tuğla ve kiremit fabrikası vardır. Fabrika sayısının bu kadar fazla olması ulaşılan verilerin sağlıklı olmasını engellemektedir. Türkiye’ de yıllık 7,5 milyar adet tuğla, 700 milyon adet kiremit üretimi gerçekleştirilmektedir. Bunların yaklaşık % 7 si atık olarak ortaya çıkmaktadır (9).

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

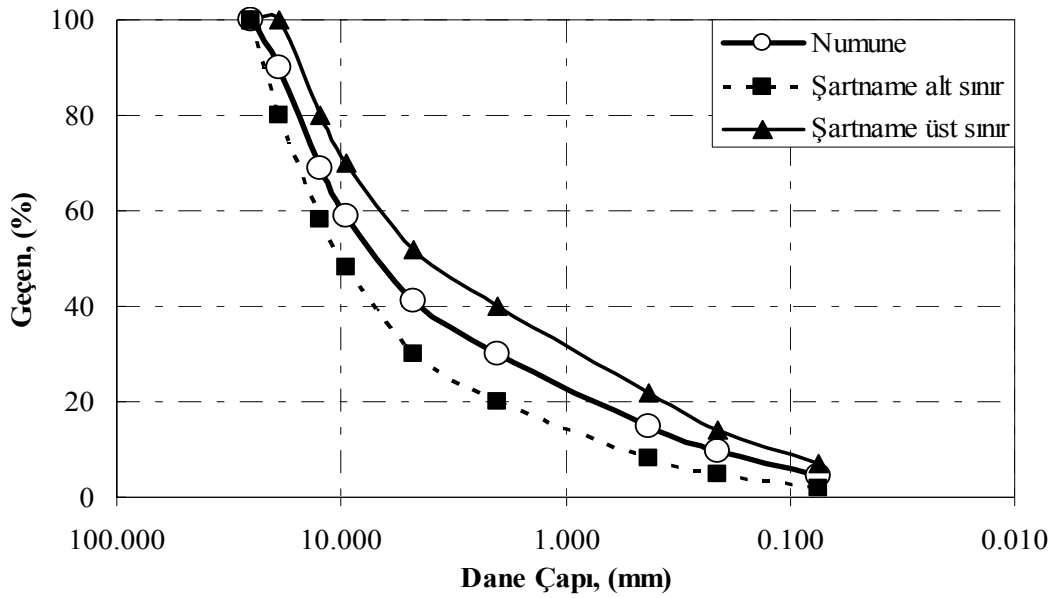
2.1. Agregalar

Laboratuvarda yapılan deneyler sonucunda asfalt karışımında kullanılacak agregaların özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Agrega özellikleri

Özellik	Deney Sonucu	Standart	Sınırlar
Spesifik Gravite, (gr/cm ³)	2.70	ASTM C 127	-
Su Emme, (%)	0.23	ASTM C 127	<2.5
Bitüm Emme, (%)	0.12	ASTM C 127	-
Aşınma, (%)	25,6	ASTM C 131	<35
(NA ₂ SO ₄), Dayanımı (%)	4.4	ASTM C 88	<12

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)ne ait Karayolu Teknik Şartnamesine göre binder tabakasına ait elek analizi sonuçları Şekil 1' de verilmiştir. Binder tabakası olarak hazırlanan karışımların dane dağılımı sınırları KGM, "Karayolu Teknik Şartnamesi"ne göre seçilmiştir (10). Numune içerisindeki agrega toplam ağırlığı **1150 gr** dır.



Şekil 1. Binder tabakası granülometri eğrisi.

Kullanılan atık tuğla kırıklarının kimyasal özellikleri Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Atık tuğla kırıklarının kimyasal özellikleri

Tür	Miktar(%)	Tür	Miktar(%)
Al ₂ O ₃	20.77	TiO ₂	1.04
CaO	0.58	SO ₃	0.23
Fe ₂ O ₃	7.28	MnO ₂	0.13
K ₂ O	3.53	SiO ₂	61.13
MgO	3.74	BaO	0.12
Na ₂ O	0.99	DİĞER	0.45

2.2. Bitümlü Bağlayıcılar

Karışım için kullanılan bitüm TÜPRAŞ (İZMİT) rafineri tesislerinden temin edilmiş ve 50-70 penetrasyona sahiptir. Penetrasyon için gerekli olan bitüm deneyleri tamamlanmış olup sonuçlar Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. 50–70 Penetrasyonlu bitümün fiziksel özellikleri

Özellikler	Deney Sonucu	Standart	Sınırlar
Penetrasyon, (25 ⁰ C, 1/10 mm)	60	ASTM D 5	50-70
Spesifik Gravite, (gr/cm ³)	1.035	ASTM D 70	-
Yumuşama Noktası, (°C)	49	ASTM D 36	46-54
Isıtma Kaybı, (%)	0.45	ASTM D 6	0.5
Parlama Noktası, (°C)	285	ASTM D 92	>230
Düktilite, (25 ⁰ C, 5 cm/dk)	>100	ASTM D 113	-

2.3. Karışım Deneyleri

1150 gr olarak alınan agregalara karşılık olarak sırasıyla % 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5 değişen oranlarda bitüm ilavesi ile ısıtmalı mikserde karışımlar hazırlanmıştır. Her bitüm oranı için 3 numune hazırlanmıştır. Karışım sıcaklığı 160 °C dir. Numunelerin her iki yüzeyine Marshall kompaktöründe 75 vuruş yapılmıştır. Hazırlanan karışımlara ait pratik özgül ağırlık, Marshall Dayanımı, boşluk oranı ve bitümle dolu boşluk oranı değerleri elde edilmiştir. Karışımlara agrega ağırlığının % 25 ve % 50' si oranlarında atık eklenmiştir. Atık tuğla kırıkları, 0–4, 4–8, 8–16 mm şeklinde 3 ayrı boyuttur. Her boyut kendisine karşılık gelen agrega boyutuna göre karışıma katılmıştır. Atık tuğla kırığı boyutuna karşılık gelen agregada % 25 ve % 50 oranlarında azaltma yapılarak atıklar ilave edilmiştir. Atık içeren ve içermeyen numuneler için ayrı ayrı Marshall Deneyi uygulanmıştır. Şekil 2' de gösterilen, 50–70 Penetrasyonlu bitüm kullanılarak hazırlanan numuneler için, Tablo 4' te verildiği üzere özgül ağırlık (en yüksek uygun değer), Marshall Dayanımı (en yüksek uygun değer), boşluk oranı (% 4) ve bitümle dolu boşluk oranı (% 80) değerlerine karşılık gelen bitüm oranları elde edilmiştir. Bildiri sayfa kullanım alanı ve bildiri sayfa sınırlamasından dolayı sonuçlar tablo halinde verilmiştir.

Tablo 4. Ortalama bitüm oranı tayini (Kontrol numunesi)

Deney Adı	Bitüm Oranı (%)
Pratik özgül ağırlık	4.64
Marshall Dayanımı	3.50
Boşluk oranı	3.76
Bitümle dolu boşluk oranı	4.55
ORTALAMA	4.11

Bitüm oranı % 4.11' e karşılık gelen akma değeri; 4.05 mm' dir.

Agrega ağırlığının % 25 ve % 50' si oranında tuğla kırıkları katılarak hazırlanan numuneler için elde edilen sonuçlar Tablo 5 ve 6' da verilmiştir.

Tablo 5. Ortalama bitüm oranı tayini (% 25 tuğla atıklı numune)

Deney Adı	Bitüm Oranı (%)
Pratik özgül ağırlık	5.94
Marshall Dayanımı	4.33
Boşluk oranı	7.04
Bitümle dolu boşluk oranı	7.14
ORTALAMA	6.11

Bitüm oranı % 6.11' e karşılık gelen akma değeri; 8.07 mm' dir.

Tablo 6. Ortalama bitüm oranı tayini ((% 50 tuğla atıklı numune)

Deney Adı	Bitüm Oranı (%)
Pratik özgül ağırlık	5.97
Marshall Dayanımı	6.25
Boşluk oranı	8.10
Bitümle dolu boşluk oranı	10.38
ORTALAMA	7.67

Bitüm oranı % 7.67' e karşılık gelen akma değeri; 9.56 mm' dir.



Şekil 2. a) Kontrol numunesi

b) Atık tuğlalı numune

3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Asfalt betonunda çeşitli atıkların kullanılabilirliği araştırılırken, göz önüne alınan ölçüt; atık ilave edilerek üretilen asfalt betonunun en azından normal şartlarda üretilen asfalt betonunun gösterdiği performans değerlerine sahip olmasıdır. Son yıllara kadar Marshall deneyleri asfalt betonunun performansının değerlendirilmesine yönelik olarak geleneksel bir şekilde tüm dünyada kullanılmıştır. Bu deneylerde Marshall dayanımı, önemli bir ölçüttür. Diğer taraftan, pratik özgül ağırlık, boşluk oranı, bitümle dolu boşluk oranı ve akma miktarları deneyde kullanılan önemli değerlerdir. Tablo 7' de kontrol numunesi, % 25 ve % 50 tuğla kırığı atıklı numuneler için toplu sonuçlar verilmiştir.

Tablo 7. Deney toplu sonuçları

Deney Adı	Kontrol Numunesi	% 25 Atıklı Numune	% 50 Atıklı Numune
Optimum Bitüm Oranı(%)	4.11	6.11	7.67
Pratik özgül ağırlık, kg/cm ³	2.48	2.37	2.25
Marshall Dayanımı, kg	1451	1084.2	1376.3
Boşluk oranı, %	3.3	4.9	7.7
Bitümle dolu boşluk oranı, %	74.1	73	68
Akma, mm	4.05	8.07	9.56

Atık tuğla kırıklarının katılarak hazırlanan numuneler için genel bir ifadeyle;

- a) Atık oranı arttıkça, pratik özgül ağırlık azalmaktadır.
- b) Atık oranı arttıkça, boşluk oranı artmaktadır.
- c) Atık oranı arttıkça, bitümle dolu boşluk oranı azalmaktadır.
- d) Atık oranı arttıkça, Marshall Dayanımı azalmaktadır.
- e) Atık oranı arttıkça, akma miktarı artmaktadır.

Çalışmada atık tuğla kırıklarının asfalt betonunda kullanımına yönelik çalışmaların sonuçlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar atık tuğla kırıklarının yüksek dayanımların istenmediği, yol inşaatlarında kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca maliyet açısından, atık tuğla kırıkları toplam maliyete büyük bir yük getirmemektedir. Tuğla kırıklarının asfalt betonunda kullanımına yönelik literatür çalışmaları oldukça azdır. Bu çalışmanın literatüre tuğla kırıklarının asfalt betonunda kullanımı bağlamında faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu atıkların değerlendirilmesi ile çevresel kirlilikler önlenebilecek ve sürdürülebilir bir yaşam için faydalar sağlanabilecektir.

İleride söz konusu atıklar için daha detaylı çalışmalar yapılacaktır. Hazırlanan yeni bir proje ile aynı malzemeler için sünme, dolaylı çekme ve dinamik üç eksenli deney sonuçları elde edilmeye çalışılacaktır.

KAYNAKLAR

- (1) CWC, 1996. Best Practises in Glass Recycling, Nowember 1996 (206) 443-7746
- (2) Wu, S. Yang, W., Xue, Y., 2005. Preparation and Properties of Glass-asphalt Concrete, 7. International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, Norway.
- (3) Çetin, A. 1997. Endüstriyel Atıkların Asfalt Beton Kaplamada Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi(Anadolu Üniversitesi), T.C. Dökümantasyon Merkezi.
- (4) Şengöz, B. Topal, A., 2005. Use Of Asphalt Roofing Shingle Waste HMA, Construction and Building Materials, 19, 337-346.
- (5) Akbulut, H. Gürer, C., 2007. Use of Aggregates Produced From Marble Quarry Waste in Asphalt Pavements, Building Enviroment, 42, 1921-1930.
- (6) Horwath, A., 2003. Life Cycle Enviromental and Economic Assesment of Using Recycled Materials for Asphalt Pavements, Technical Report September 12, Copyright Universty of California.
- (7) Kesegiç, I, Netinger, I, Bjegović, D., 2008. Recycled Clay Brick as an Aggreagate for Concrete: Overwiev, Technical Gazette 15, 3, 35-40, ISSN 1330-3651, UDC/UDK 691.322 : 628.4.036.
- (8) Khalaf, F.M., 2006. Using Crushed Clay Brick as Aggregate in Concrete, Journal of Materials in Civil Engineering, 18, 518-526.
- (9) DPT, 2000. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Taş Ve Toprağa Dayalı Ürünler Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- (10) TCK, 2006. Karayolu Teknik Şartnamesi, Ankara.