

KAZINMIŞ ASFALT KAPLAMALARIN YENİDEN KULLANIMI KGM UYGULAMALARI

A.Gürkan GÜNGÖR¹, Fatma ORHAN¹, Serdar KAŞAK¹, Aysun ÇALIŞKOL²,
Gönül YÖNTER²

ÖZET

Bozulmuş veya eski asfalt kaplamaların kazınarak yeni yapılacak bitümlü sıcak karışımlarda yeniden kullanılmasına geri kazanım (recycling) adı verilmektedir. Mevcut yol üstyapısından kazınarak elde edilen malzemenin yeni yapılacak bitümlü sıcak karışım imalatında kullanılması, kaynaklarımızın teknik ve ekonomik açıdan doğru bir şekilde kullanılması açısından son derece önemlidir. Bu bildiri kapsamında, ülkemiz karayollarında ilk kez uygulanan kazınmış asfalt kaplamaların yeniden kullanımı amacıyla, “Sakarya Köprülü Kavşağı-Gümüşova (17.Bölge Müdürlüğü Sınırı) Arası Otoyol ve Bağlantı Yolları Üstyapı İyileştirilmesi ve Büyük Onarım İşİ” kapsamında yapılan çalışmalar aktarılmaktadır. Ayrıca bozulmuş sathi kaplamanın kazılarak yerinde/plentte yeniden BSK tabakası olarak imalatı yapılarak kullanımının araştırılması amacıyla bir çalışma yürütülmüş olup elde edilen sonuçlar verilmiştir.

1. GİRİŞ:

Zaman içinde bozulan yol üstyapısı bakım ve onarım faaliyetleri ile iyileştirilir. Buna rağmen trafik, çevre ve iklim koşulları altında bozulmalar artarak yol üstyapıları büyük onarımlar gerektirecektir. Mevcut yol üstyapısının bozulan kesimlerinden kazılarak elde edilen malzemenin yeni yapılacak bitümlü sıcak karışım imalatında kullanılması, kaynaklarımızın ekonomik açıdan doğru bir şekilde kullanılması açısından son derece önemlidir. Ülkemiz otoyollarının ve önemli devlet yollarının trafiğe açılış tarihleri göz önünde bulundurulduğunda, halen ve önümüzdeki yıllarda üstyapı iyileştirme faaliyetlerinin yoğun bir şekilde gündeme geleceği açıktır. Bu durumda kazılmış eski BSK tabakalarının içerisinde bulunan ekonomik değeri yüksek bitümlü bağlayıcı ve agreganın belirli işlemlerden sonra yeniden yol yapımında kullanılması maliyetleri azaltacağı gibi, çevrenin korunması açısından da son derece önemlidir.

Bununla birlikte, Türkiye’de, hem agrega rezervlerinin hızla tükenmesi, hem de bitüm yönünden dışa bağımlılık ve çevre problemlerinin de daha da önem kazanacak olması ile, önümüzdeki 5-10 yıl içinde atık malzemelerin yol yapımında yeniden kullanılması zorunluluğu ile karşı karşıya kalmaktadır.

1. İnş. Yük. Müh., KGM, TADB, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara

2. İnş. Müh., KGM, 17. Bölge Müdürlüğü, İstanbul

Geri kazanım (recycling) tekniđi yeni bir teknik deđildir. Amerika Birleřik Devletleri ve Avrupa űlkelerinde űzellikle Almanya ve Fransa’da yaygın olarak geri kazanılmıř asfalt kaplama karıřım teknikleri uygulanmaktadır. Gűnűműzde asfalt kaplamaların kazılması sonucu elde edilen geri kazanım malzemelerinin yeni yapılacak kaplama tabakasındaki kullanım oranları, geliřtirilen teknik ve uygulama yűntemleri sayesinde % 80’e varan oranlara çıkabilmektedir(1).

2. GERİ DűNűřűMŪN FAYDALARI:

Bozulmuř asfalt kaplamaların kazılarak bitűmlű sıcak karıřımlarda yeniden kullanılması ile genel olarak ařađıdaki faydalar sađlanabilmektedir(2).

1. Kazınan BSK tabakası tekrar kullanılarak milli kaynakların korunması ve\veya değerlendirilmesi ile ekonomik kazanımlar elde edilir.
2. Geri dűnűřűm, yeni malzeme ihtiyaını azaltarak dođal kaynakların korunması ve atık sahalarının oluřmaması açısından çevrenin korunmasına katkı sađlar.
3. Mevcut kaplamanın űzerine yeni kaplama yapılması halinde yansıma çatlaklarının űnlenememesi, kot yűkselmesi vb. sorunlar giderilebilir.
4. Mevcut kaplama yapısı űzerine kalın bir tabaka eklenmeksizin geri dűnűřtűrűlerek daha mukavim bir tabaka elde edilir.
5. Geri dűnűřűm, geleneksel yapım teknikleriyle karřılařtırıldıđında bűyűk miktarda enerji tasarrufu sađlayabilir.

3. GERİ DűNűřűM YűNTEMLERİ VE STRATEJİLERİ

Çeřitli kaplama bozulma tűrleri ve yapısal gereksinimler için gűnűműzde çeřitli geri dűnűřűm metotları mevcuttur. Asfalt geri dűnűřűm ve rehabilitasyon birliđi (Asphalt Recycling and Reclaiming Association-ARRA) beř farklı geri dűnűřűm tekniđi tarif etmektedir: Sođuk dűzeltme (cold planing), sıcak geri dűnűřűm (hot recycling), sıcak yerinde geri dűnűřűm (hot in-place recycling), sođuk yerinde geri dűnűřűm (cold in-place recycling) ve tam derinlikten geri kazanma (full depth reclamation).

“Sakarya Kűprűlű Kavřađı-Gűműřova (17.Bűlge Műdűrlűđű Sınırı) Arası Otoyol ve Bađlantı Yolları Ŭstyapı İyileřtirmesi ve Bűyűk Onarım İři” kapsamında uygulanan yűntem sıcak geri dűnűřűmdűr. Sıcak geri dűnűřűm yűntemini ařađıdaki gibi açıklayabiliriz. Uygulamada bir katkı malzemesi kullanılmamıřtır.

Sıcak geri dűnűřűm asfaltları űretmek için, geri kazanılan asfalt kaplama (RAP) malzemesinin yeni malzeme ve gerekirse katkı ilavesiyle birleřtirilerek yapılan dűnűřűmdűr. Hem harman tipi hem de tambur tipi sıcak karıřım plentleri geri kazanılmıř karıřımlar űretmek için kullanılır. Klasik yűntemlerde olduđu gibi RAP malzemeleri űđűtme veya sűkme ve kırma operasyonları ile elde edilebilir. Kazılıp sűkűlen asfalt tabakası asfalt plentine tařınır. Karıřtırma, serme ve sıkıřtırma ekipmanı ve prosedűrleri BSK űretiminde olduđu gibidir. RAP malzemesinin yeni karıřımda kullanılma oranı eđer RAP malzemesi sođuk olarak karıřtırıcıya alınıyorsa %10-%30 arasında, RAP malzemesi űnceden ısıtılarak karıřtırıcıya alınıyorsa %80’ leri bulabilmektedir. Sıcak karıřım geri dűnűřűműn avantajı űnemli bir yapısal sađlamlıđının olması, geleneksel BSK ile

karşılaştırıldığında ona eşit veya daha iyi performans göstermesi ve çoğu yüzey kusurlarına, deformasyonlara ve çatlamalara karşı dirençli olmasıdır.(3)

4. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Karayolları Genel Müdürlüğünün sorumluluğunda İstanbul' u Ankara' ya bağlayan O-4 otoyolunun "Sakarya Köprülü Kavşağı - Gümüşova arasında yol üstyapısında oluşan bozulmaların iyileştirilmesi sırasında elde edilecek kazılmış malzemenin, yeni yapılacak olan BSK tabakalarında kullanılması planlanmış ve 2006 yılında işin ihalesi Ky. 17. Bl. Md tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu kesimde otoyol trafiğe açıldığı 90' lı yıllardan itibaren herhangi bir büyük onarım görmemiş olup, yolun özellikle aşınma tabakasında yoğun ve şiddetli bozulmalar (enine, boyuna, timsah sırtı çatlaklar vb.) meydana gelmiştir. Defleksiyon etütleri ve performans gözlemleri neticesinde yolda yapılacak onarım tipleri belirlenmiş olup, yer yer aşınma, binder ve hatta bitümlü temel tabakasının dahi kazılacağı kesimler mevcuttur.

Geri dönüşüm işlemi için seçilen metot sıcak geri dönüşüm olarak belirlenmiştir. Asfalt plenti kullanılarak yapılan uygulama, geri kazanılmış malzemenin yeni hazırlanacak karışıma katılması şekline göre sıcak ve soğuk besleme olarak iki kısma ayrılır. Burada plentin özelliği ön plana çıkmaktadır. Plentte bulunan ilave kurutucu sayesinde geri kazanılmış asfalt kaplama ısıtılarak yeni hazırlanacak karışıma katılması sıcak besleme olarak adlandırılmaktadır. Soğuk beslemede ise ilave kurutucu yoktur ve kazanılmış asfalt malzeme ısıtılmış yeni agregaya mikserde eklenerek belirli bir süre karıştırıldıktan sonra bitüm ilavesi ile sıcak karışım hazırlanmaktadır. Bu metotla yapılan uygulamalarda geri kazanım malzemesinin kullanım oranı % 30'lar civarında kalmaktadır. Ülkemizdeki bu uygulamada geri kazanılmış malzeme plentte soğuk olarak beslenmiştir.

4.1. Laboratuvar Çalışmaları

Dizaynlarda ve uygulamada kazılan binder malzemesinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Kazılmış binder malzemesi üzerinde yapılan ekstraksiyon deneyi sonuçları Tablo 2'de, deney sonucu elde edilen agregaya ait elek analizleri ise Tablo 1'de verilmektedir.

Bunlara ek olarak kazanılmış malzemenin geri kazanım yoluyla elde edilen bitüm, karışıma katılacak normal bitüm ve eski ve yeni bitüm karışımları üzerinde deneyler yapılarak sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Ayrıca EN 13108-1:2006 standardına göre hesaplamalar yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Ekstraksiyon sonrası elek analizleri

ELEK AÇIKLIĞI		1	2	3	4	5	6	Ortalama
mm	inch	% geçen	% geçen	% geçen	% geçen	% geçen	% geçen	% geçen
19,1	3/4"	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12,7	1/2"	97,4	95,1	94,2	94,4	94,3	93,3	94,8
9,52	3/8"	88,6	85,5	79,8	84,4	83,2	75,8	82,9
4,76	No.4	72,5	66,3	56,5	63,6	60,7	52,8	62,1
2,00	No.10	50,6	44,7	35,6	42,3	39,4	34,6	41,2
0,42	No.40	27,4	23,7	19,3	22,6	21,1	19,1	22,2
0,177	No.80	20,4	17,9	14,8	17,0	16,0	14,7	16,8
0,075	No.200	14,8	13,3	11,2	12,7	12,0	10,9	12,5

Tablo 2. Ekstraksiyon sonrası bitüm oranı

Örnek No.	1	2	3	4	5	6	Ortalama
% Bitüm Oranı Agreganın (%'si)	4,64	4,31	3,88	4,15	4,01	3,66	4,11
% Bitüm Oranı Bitümlü Karışımın (%'si)	4,43	4,13	3,74	3,99	3,85	3,53	3,95

Tablo 3. Bitüm deney sonuçları

SIRA NO	DENEY ADI	STANDARDI	Geri Kazanılmış Bitüm	Normal Bitüm B 50/70	(%82) Normal Bitüm + (%18) Geri Kazanılmış Bitüm	TS EN 12591 B 50/70
1	PENETRASYON (25°C,100g,5sn.)0,1mm	TS EN 1426	50	65	58	50-70
2	YUMUŞAMA NOKTASI,°C (R/B, 25°C)°C	TS EN 1427	54	51,6	51,5	46-54
3	ÖZGÜL AĞIRLIK	TS 1087	1,054	-	1,037	-

EN 13108-1:2006 metoduna göre yapılan hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

a) Karışımındaki bitümün penetrasyonunun hesaplanması:

$$a \lg pen_1 + b \lg pen_2 = (a + b) \lg pen_{mix}$$

pen_{mix} : bitüm karışımının penetrasyonu

pen_1 : geri kazanılmış bitümün penetrasyonu

pen_2 : normal bitümün penetrasyonu

a ve b : geri kazanılmış bitümün (a) ve, normal bitümün (b) kütlece oranı. ($a+b=1$)

Hesaplanan deęer;
 $0,18 \lg 50 + 0,82 \lg 65 = (1) \lg pen_{mix}$
 $pen_{mix} = 62$

b) Karışımındaki bitümün yumuşama noktası değerinin hesaplanması:

$T_{R\&B\ mix} = a \times T_{R\&B1} + b \times T_{R\&B2}$
 $T_{R\&Bmix}$: karışımındaki bitümün yumuşama noktası
 $T_{R\&B1}$: geri kazanılmış bitümün yumuşama noktası
 $T_{R\&B2}$: ilave normal bitümün yumuşama noktası

Hesaplanan deęer;
 $T_{R\&B\ mix} = 0,18 \times 54 + 0,82 \times 51,6$
 $T_{R\&B\ mix} = 52$

Her iki metotla bulunan yumuşama noktası ve penetrasyon değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Binder ve bitümlü temel dizaynları için kazılarak elde edilen ve 19mm elekten elenen geri dönüşüm malzemesi ile birlikte Genç Osman taşocağından elde edilen agregalar kullanılmıştır. Tablo 4' de binder ve bitümlü temelde kazılmış malzemenin kullanım oranları ve dizayn değerleri verilmektedir.

Tablo 4. Dizayn Değerleri

Dizayn Değerleri	Bitümlü Temel	Binder	KTŞ Kriterleri	
			Bitümlü Temel	Binder
Geri Kazanım Malzemenin Kullanım oranı	% 20	% 10	-	-
Optimum Bitüm %	4,10	4,40	3,80-4,40	4,10-4,70
Karışımındaki Toplam Bitüm				
Karışıma Eklenecek Yeni Bitüm %	3,30	4,00		
Hava Boşluğu, %	5,36	4,85	4 - 7	4 - 6
VMA, %	14,50	14,40	Min. 12	Min. 13
VFA, %	63,00	66,30	55 - 70	60 - 75
Stabilite, Kg	1330	1180	Min. 600	Min. 750
Akma, mm	2,60	3,04	2 - 5	2 - 4

4.2. Arazi Çalışmaları

Bozulmuş binder kaplaması kazıma makineleri ile kazandıktan (Resim 1) sonra şantiyeye nakledilip depolanmıştır.



Resim 1. Kazıma çalışmaları ile ilgili görünümler

4.3. Üretim Çalışmaları

Kazıma malzemesi eleme işleminden geçirilerek 0-19mm ve 19 mm üzeri olarak iki gruba ayrılmıştır. Dizaynda ve imalatta 0-19 mm grup kullanılmıştır. Kazınmış malzeme ayrı bir bunkerden beslenerek taşıyıcı bantla kurutucunun sonunda yeni malzeme ile birleşerek elevatörle sıcak silolara iletilir. Bu aşamada kazınmış malzeme alev ve yüksek ısıya maruz kalmamıştır. Sonra dizaynla belirlenen oranda yeni agrega ve bitümlü bağlayıcı ile karıştırılmış, serilip, sıkıştırılarak imalat tamamlanmıştır (Resim 2).



Resim 2. Kazınmış malzemesinin elenmesi ve plente beslenmesi

Uygulamada agrega sıcaklıkları 190-200 °C, sıcak silo sıcaklıkları 170-180 °C, karışımın sıcaklığı 155-160 °C olarak belirlenmiştir. “Sakarya Köprülü Kavşağı-Gümüşova (17.Bölge Müdürlüğü Sınırı) Arası Otoyol ve Bağlantı Yolları Üstyapı İyileştirmesi ve Büyük Onarım İşi” kapsamında 2007-2008 yılı içinde; 93 000 ton bitümlü temel ve 161 000 ton binder imalatı yapılmış olup yaklaşık olarak 35 000 ton kazınmış asfalt kullanılmıştır.



Resim 3. İmalat ile ilgili resimler

4.4. Dikkat Edilecek Konular

Kazınmış malzemenin gradasyonu ve/veya bitümlü bağlayıcı miktarı değiştiğinde karışım dizaynının tekrar hazırlanması gerekeceğinden, kazınmış asfalt kaplama malzemesinin gradasyonu ve bitümlü bağlayıcı miktarı homojen olmalıdır. Bu nedenle kazıma kullanılan makineler; aynı tip ve özellikte kazınmış malzeme üretecek şekilde kazıma yapmalı; sıcak karışım hazırlamakta kullanılan, kazınmış asfalt kaplama malzemesinden günde en az bir kez numune alınarak bitüm miktarı ve gradasyon kontrolü yapılmalıdır (4).

Kazıma makinesi kendinden hareketli/kendi yürür, yeterli çekiş gücüne sahip olmalı, kazıma derinliğini doğru, düzgün bir şekilde ve süreklilik sağlayacak şekilde sürdürebilecek kapasitede olmalıdır. Boyuna ve enine eğim ve kot kontrolünü doğru ve hassas bir şekilde yapacak otomatik sisteme sahip olmalı, kazıma sırasında oluşabilecek toz ve parçaların dışarıya gitmesini etkili olarak önleyecek bir sisteme sahip olarak seçilmelidir.

Kazılan malzemenin statik yük ve yüksek hava sıcaklıkları nedeniyle birbirine yapışmasını önlemek üzere, depolama sırasındaki yüksekliği 3 m. yi geçmemelidir. Aynı nedenlerle yükleyiciler ve kamyonlar deponun üzerine çıkartılmamalıdır. Depo malzeme mutlaka rutubetten, yağıştan etkilenmeyecek şekilde korunmalıdır.

Uygulama sırasında kullanılan plent harman tipi olup, 200 ton\saat kapasiteli ve tam otomatiktir. Kazılan malzeme plentte işleme tabi tutulmadan önce 19 mm. elekten elenmiş ve ayrı bir bunkerden beslenerek, yeni agregaya ile kurutucunun çıkışında birleşerek elavator yardımıyla eleklerle taşınmış, elenerek karıştırıcıda yeni bitümlle birleştirilmiştir. Geri kazanım malzemenin kullanım miktarını, dizayna uygunluğunun yanında yeni karışımın plentten çıkış sıcaklığı kontrol etmiştir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bir hususta kazılan malzemenin soğuk olarak beslenmesi nedeniyle yeni agregaya ve bitüm bir miktar daha fazla ısıtılması ve karıştırma süresinin arttırılmasıdır. Sıkıştırma sırasında ise karışım daha çabuk ısı kaybettiğinden silindir sayısının arttırılması uygun olacaktır.

5. SONUÇLAR

Agrega kaynakları hızla tükenmekte ve bitümlü bağlayıcı fiyatları ve buna bağlı olarak yapım maliyetleri artmaktadır. Mevcut kaynakları tüketmemek ve onlara olan ihtiyacı azaltmak için Avrupa'da bir çok ülkede kullanımı gittikçe artan geri kazanım yönteminin (recycling) ülkemizde de kullanılmasının artarak devam etmesi, bu konudaki bilgi birikiminin ve tecrübenin artırılması gerekmektedir.

Sakarya Köprülü Kavşağı-Gümüşova Arası Otoyol ve Bağlantı Yolları üstyapı onarım işinde geri kazanılmış malzeme ile bitümlü temel ve binder imalatları başarı ile tamamlanmış olup, konunun ülkemiz uygulamalarına başlangıç olması nedeniyle son derece önemli olduğu düşünülmektedir.

6. SATHİ KAPLAMANIN YENİDEN KULLANIMI

Bozulmuş sathi kaplamanın kazılarak yerinde/plentte yeniden bitümlü karışım tabakası olarak kullanımının araştırılması amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, 2 farklı yol kesimi değerlendirilmiştir. Birinci kesim Ayaş – Beypazarı Yolunda, iki kattan fazla sathi kaplama yapılmış yaklaşık 4 km uzunluğunda bölünmüş yol kesimidir. Diğer kesim ise Çubuk Ayr. – Akyurt Yolunda iki kat sathi kaplamalı yaklaşık 4 km uzunluğunda bölünmüş yol kesimidir. Her iki kesimde de belirli aralıklar ile sathi kaplamalardan karot numuneleri alınmıştır. Karotlar üzerinde, bitüm miktarı tayini gradasyon, hacim özgül ağırlık deneyleri yapılmış, geri kazanılan bitümün penetrasyon ve yumuşama noktası değerleri belirlenmiştir. İlave olarak, çok katlı sathi kaplama karot numunelerinin esneklik modülü değerleri de belirlenmiştir. Deney sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Sathi Kaplama Karotlarının Deney Sonuçları

DENEY ADI		DENEY SONUÇLARIN ORTALAMASI	
		Ayaş Yolu 36+100-39+600	Akyurt Yolu 0+000-4+400
Karot yüksekliği (mm)		52,8	37,4
Bitüm Miktarı (Agreganın %'si olarak)		5,8	4,7
Geri kazanılan bitüm	Penetrasyon	217	200
	Yumuşama Noktası	40	38
Ekstraksiyon Kalıntısına Elek Analizi, % Geçen			
Elek açıklığı	1"	100	100,0
	3/4"	88,05	100,0
	1/2"	60,8	62,4
	3/8"	45,85	51,5
	No.4	28,6	34,4
	No.10	18,6	22,9
	No.40	9,8	11,7
	No.80	7,75	8,9
	No.200	5,75	7,3
Esneklik Modülü, MPa		2536	-

Çok katlı sathi kaplamanın esneklik modülü, Bitümlü Temel tabakası esneklik modülünün neredeyse yarısına yakındır. Bu durumda sathi kaplamanın yerinde kazılarak yeniden kullanımının ekonomik olmayacağı düşünülmüştür. Bu çalışma, sathi kaplamanın yeniden BSK ya da soğuk karışım olarak kullanımı ile ilgili ileride yapılacak uygulamalara bir başlangıç oluşturması amacıyla, bir ön araştırma çalışması olarak yürütülmüştür. Uygun ekipman ve teknik ile mevcut bozulmuş sathi kaplamanın kazınarak yerinde soğuk/sıcak karışım ya da plentte sıcak/soğuk karışım olarak yeniden kullanımı söz konusu olabilecektir.

7. KAYNAKLAR

1. Gürer, C., Akbulut, H. ve Kurklu, G. İnşaat Endüstrisinde Geri Dönüşüm ve Bir Hammadde Kaynağı Olarak Farklı Yapı Malzemelerinin Yeniden Değerlendirilmesi
2. Atkins, Harold, N., (1997) Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio, Highway Materials, Soils and Concretes, Third Edition, Prentice Hall.
3. Kandhall, P. S., (1998) Recycling of Asphalt Pavements-An Overview. AAPT, V.66.
4. Karayolları Teknik Şartnamesi, (2006) Kısım 413 ve Kısım 414