

MERMER ATIKLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE YOL KATMANLARINDA KULLANILAN ATIKLARIN FAYDALANMA VE ATIK AZALTMA İMKANLARI

Hüseyin AKBULUT*, Cahit GURER*

* AKÜ Teknik Eğitim Fakültesi.Yapı Eğitimi Bölümü, AFYON

ÖZET

Türkiye'de atık malzemelerin değerlendirilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Bunun sonucu olarak kaynakların kullanımında çok büyük ekonomik kayıplar olmaktadır. Batı Avrupa ve Amerika birleşik devletlerinde geri kazanım oranı %80 ler mertebesinde iken, ülkemizde bu oranın % 20 civarlarında olduğu belirtilmektedir. Yol asfalt kaplama malzemesinde kullanılan agregaların yeniden kullanımı (RAP) yıllık 93 milyon tonun üzerindedir. % 90 agregadan oluşan asfalt kaplama malzemesinin yeniden kullanımı ekonomik ve çevresel olarak büyük bir kazanç olduğu açıktır. Bir başka bir agregaya kaynağı olarak ülkemizin belirli bölgelerinde özellikle Afyon'da önemli miktarlarda agregaya kaynağı mevcuttur. Mermer ocaklarından çıkarılan mermer bloklarının yaklaşık % 50'ye yakın bir oranı atık malzeme olarak açığa çıkmaktadır. Çıkarılan bu malzemeler çok az bir maliyet ile kullanılabilir agregaya dönüştürülebilir. Afyon bölgesinde çıkarılan atık mermer parçalarından meydana gelen agregalar Afyon belediyesinin yol yapımında kullandığı yıllık agregaya miktarını rahatlıkla ve ekonomik bir şekilde karşılayacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta üretilen bu agreganın (Kireçtaşı) standartlara ne kadar uygun olduğunun belirlenmesidir. Standartı çok yüksek olmayan şehir içi yollarda bu tür agregaların kullanımı herhangi bir soruna yol açmayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gen Dönüşümlü Agregaya, Bitümlü Malzemeler, Kireçtaşı, Atık Malzeme, Kaplama Kayma Tabakası.

THE ENVIRONMENTAL EFFECTS OF WASTE MARBLE AND POSSIBILITIES OF UTILIZATION AND WASTE MINIMIZATION BY USING IN THE ROAD LAYERS

ABSTRACT

In Turkey, there have been major difficulties of evaluation of waste materials, which are substantial economical resources. In the production line, the industry is facing great economical losses because of poor raw-material usages. Reuse of aggregate derived from road pavements (RAP, Recycled Asphalt Pavement) has a significant increase in USA and western European countries where there has been approximately 93 million tons of annual reclaimed asphalt pavement reused. It is well known that bituminous mixtures are consisting of more than 90 % of aggregate, which has annual

increase. Another important recycled aggregate resources are the marble industry, which produces of 30 and 40% waste material that has been a considerable economical loss and environmental pollution threatening farmlands.

Using waste marble aggregate might possibly be an answer for the municipal-authority of Afyon where there is significant amount of aggregate use in the asphalt mix production using virgin aggregate and renovation. The most important criteria to be considered are to use it within the base coarse because of the rapid polishing properties of the marble, which is a limestone

Key Words: Recycle Aggregate, Bituminous Mixture, Limestone, Waste Material, Pavement Wearing Course.

1. Giriş

Dünyada kutlanılan kaynakların hızla tükenmesi, çeşitli uluslararası kuruluştan kaynakların verimli nasıl kullanılacağı, kullanılmakta olan kaynaklardan maksimum verimin nasıl sağlanacağı konularında çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma "şu anki ihtiyaçtan mızı karşılarken, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme potansiyelini tehlikeye almamalıdır". Dünyanın doğal kaynaklarının tükenmesine ilişkin endişeler, 1992'de Rio de Janeiro'da yapılan BM Çevre ve Kalkınma Konferansında tarihte görülmüş en büyük devlet başkanları toplantısının yapılmasına yol açtı. Bu ve bunu izleyen diğer zirvelerin ardından, sürdürülebilir kalkınma ilkesi AB'nin Amsterdam Anlaşması'na da dahil edilmiştir. Bu bağlamda Avrupa Komisyonu, malzeme üreticilerinin inşaat sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanmasına yapacakları önemli katkıları bulunduğunu belirlemiştir. İnşaat sektörü, imalat süreçlerindeki girdileri asgari düzeye indirmeye, hammadde ve enerji tüketimini, emisyonları ve mekân kullanımını mümkün olduğu kadar azaltmaya çalışmaktadır. Estetik görünüm kadar ekolojik zenginliğin de korunması ve geliştirilmesi yönünde gerekli çabanın harcanması, gelecek kuşaklara yeterli kaynak bırakılmasına ve çevre üzerindeki zararlı etkilerin en az düzeye indirilmesine yardımcı olacaktır.

İnşaat endüstrisi de hammadde kullanımının en yoğun olduğu alanlardan biridir. Altyapısını henüz tamamlayamayan ülkemizde her yıl yeni yollar planlanmaktadır. Yollarda kullanılan asfalt kaplamaların % 90'dan fazla bir kısmını agregalar oluşturmaktadır. Yeni üretilen bir agreganın hazırlanmasında doğal çevreye verilen zarar dışında çok büyük oranda enerji harcanması gerekmektedir. Buda malzemenin çok pahalıya mal olmasına neden olmaktadır. Agreganın üretiminde bu yüksek maliyeti azaltmak için

yapılan çalışmaların başında yol kaplamasından kazınılan malzemenin tekrar kullanılarak maliyetin azaltılması gelmektedir.

Atık madde Üretiminin fazla olduğu (% 50) ve agrega olarak kullanım potansiyeli olan diğer bir sanayi dalı ise mermer endüstrisidir. Afyon bölgesindeki işletmelerde günlük 3840 ton/gün gibi ortalama atık miktarı, bunun çevresel etkileri ve ekonomiye olan zararı hiç de küçümsenmeyecek düzeydedir.

Üretim aşamasında meydana gelen ve önemli bir çevre sorununa neden olan mermer toz atıkları (mermer çamuru) yol temel ve temel altında oluşturulan katmanlarda rahatlıkla kullanım imkanı bulacaktır.

2.Yol Kaplama Malzemelerinde Kullanılan Agregalar ve Aranılan Özellikler

Asfalt yüzey kaplamasında kullanılan malzemenin % 90 dan fazlasını agregalar teşkil eder. Bu nedenle yol dizayn hayatı boyunca agregalar büyük rol oynarlar. Farklı yol katmanlarında farklı agrega özellikleri aranır.

Yollardaki aşınma tabakası (en üst tabaka) yol güvenliği açısından en önemli parametrelerden birini oluşturur.Yolun servis süresini güvenli bir şekilde tamamlaması için, kullanılan agregaların sürtünme katsayılarının yüksek olması ve servis ömrü boyunca cilalanmaya karşı yüksek dayanım sağlaması istenir. Bunu sağlamak için kullanılan agregaların yüksek dayanımlı olması en çok arzu edilen özelliklerdendir.

Bununla beraber ülkemizde bol miktarda bulunan kalker türü litolojiler yollardaki yüzey kayma tabakasında kullanılmaktadır.

3. Agregalarda Cilalanma Mukavemeti

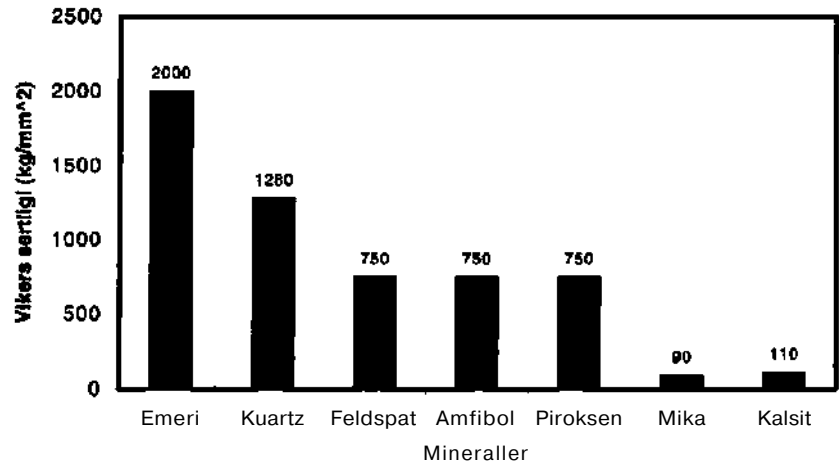
Cilalanma mikroskobik ölçekte bir gelişmedir. Kaplama üzerine biriken tozlar "zımpara" rolü üstlenir ve agrega yüzeyindeki pürüzlü tabakaların silinmesine neden olurlar. Agregalardaki minerallerin yumuşaklığı bu olayın hızlı bir şekilde meydana gelmesini sağlar.

Bir agregada bulunan minerallerin sertliği ile cilalanma arasında doğru orantı vardır [1]. Bir kaya aynı zamanda sert ve *yumuşak* mineraller içeriyorsa, yüzey pürüzlülüğü açısından iyi bir özelliktir. Aşınma sırasında, sert kısımlar çukurluk olarak kalır, yumuşak kısımlar silinip çukurlaşır ve

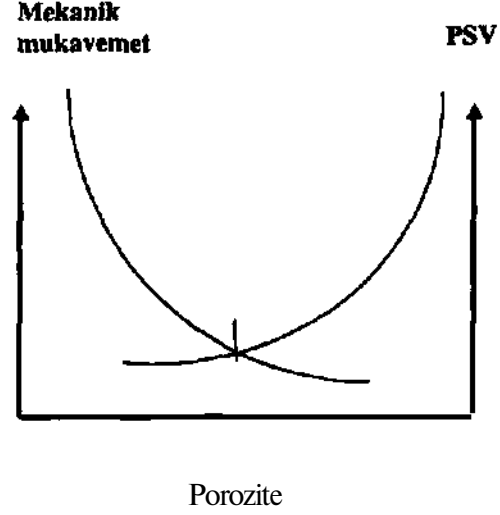
netice itibari ile sert kısımlardan oluşan mikro pürüzlülük kayma direncinin devamını sağlar. İdeal bir agregaya % 50 yumuşak ve % 50 sert mineral içerir [1].

Şekil 2 'de görüldüğü gibi, cilalanma mukavemeti ile mekanik mukavemet arasında ters bir orantı vardır. Biri artarken diğeri azal maktadır. Yüksek porozite cilalanma mukavemetini artırırken, mekanik mukavemetinin düşmesine yol açar[2].

Türkiye'de en yaygın litoloji kireçtaşıdır. Bu nedenle yolların aşınma tabakaları da kireç taşı kullanılarak imal edilmektedir. Kireç taşı cilalanma direnci az olan bir malzeme olduğu için kısa sürede yüzey sürtünme direncinin azaldığı görülmektedir. Bu tip yollarda yapısal bir sorun olmasa bile bu durum kaplama güvenliği açısından önemli sorunları beraberinde getirir. Bu tür ag reg al arın sürtünme tabakasında kullanımında büyük oranda sınırlama getirilmiştir.Şekil 1'de görüleceği gibi, cilalanma mukavemeti açısından en uygun agregalar bazalt, granit, diyorit, porfir gibi magmatik ve me t amorfik sert ocak malzemeleri veya iri dere malzemelerinin kırılması sonucu elde edilen agregalardır.



Şekil 1. Farklı Minerallerin Sertlik Dereceleri (Vickers sertliği) [1].



Şekil 2 . Porozite, Cilalanma ve Mekanik Mukavemet İlişkisi.

4. Sürtünme Tabakası Agrega Gradasyonu

Sürtünme tabakalarının en büyük özelliğinden birisi, kullanılan agrega gradasyonudur. Sürtünme tabakasında son zamanlarda Avrupa ve Amerika'da kullanılan aşınma tabakası "SMA" olarak adlandırılmaktadır. Bu kaplama türünde kullanılan agreganın, kaplama içerisindeki rolü diğer asfalt malzemelerde olduğundan daha farklı bir öneme sahiptir.

Büyük oranda kullanılan (% 70 ile % 80) kaba agrega miktarı (2.36 mm elek Üstünde kalan agrega) ve bunların birbirine yakın kontakları sonucu oluşan iskelet yapı, yol yüzeyine uygulanan yüklerin deformasyona yol açmadan yol tabanına ulaştırılmasına imkan tanır [4].

Geleneksel asfalt kaplamalarda kullanılan kaba agrega, bağlayıcı malzeme içerisinde yüzer durumdadır. Yüklerin taşınması büyük oranda bitüm ve fillerden meydana gelen malzeme tarafından zemine ulaştırılmaktadır. Sıcaklığa ve doğal etkilere karşı çok hassas olan bitümlü bağlayıcı, sıcaklık değişimlerinde deformasyona karşı direnci büyük oranda zayıflayacak ve yol yüzeyinde özellikle ağır vasıtaların uyguladığı yük nedeni ile ağır bir deformasyona (tekerlek izi) maruz kalacaktır.

Yine kullanılan agrega gradasyonu ile bağlantılı olarak, yapı içerisinde % 3 ile 5 oranında bir hava boşluğuna sahip olması, diğer asfalt kaplamalara göre farklılık arzeder. İstenilen bu oranı sağlamak için, kullanılacak olan ince malzeme ve filler miktarı büyük önem arzeder.

Genellikle Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılan 14 mm stone mastik asfalt agrega gradasyonudur. En genel kullanılan agraga çapı 14 mm olmakla beraber, 10mm ve 8mm agrega kullanımı da mevcuttur. Burada kullanılan agregalarda PSV değerinin 45'den aşağı olmaması aranan özelliklerdendir. Şekil 2.*de görüldüğü gibi PSV (Kayma mukavemeti katsayısı) deki artış ile agreganın mekanik mukavemeti arasında doğru bir orantı mevcuttur.

5. Atık Mermerin Asfalt Malzemede Kullanımı

Atık mermer parçaları ve tozunun asfalt kaplamalarda iki şekilde kullanımı mümkün olabilir. Birincisi sürtünme tabakası ve binder tabakalarında agrega olarak, diğeri ise bağlayıcı katkı malzemesi veya ince malzeme olarak kullanılır. Atık mermer parçalarının asfalt yol kaplamalarında agrega olarak kullanımı bu malzemelerin değerlendirilmesi için en uygun yollardan biridir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu, kullanılan mineralin sürtünmeye karşı olan direnci tespit edilmesi ve aşırı sürtünmeye maruz kalan ve sürtünmenin önemli olduğu bölgelerde kullanılacak malzemenin PSV değerinin 45'den yüksek olmasının sağlanmasıdır[3]. Yüksek PSV değeri olmayan mermerlerin binder tabakası dediğimiz sürtünme tabakasının alt kısmında bulunan ve sürtünmeye maruz kalmayan katmanlarda kullanımı en uygun değerlendirme yöntemi olacaktır. Bu katmanın işlevi yüzeyden gelen yüklerin yapıya zarar vermeden alt tabakaya transferini sağlamaktır.

6. Mermer Çamuru ve Özellikleri

Mermer tozu diye adlandırılan atık madde (mermer çamuru) depolanmasında ve taşınmasında büyük zaman ve ekonomik kayıp oluşturmasının yanında, atılan bu malzeme çevreye büyük zararlar vermektedir. Bu zararlar genel olarak;

- Toprak gözeneklerinde ki azalma sonucu olarak tarım alanlarında verim düşmelerine,
- Atık alanlarının bitki yetişmesine olanak tanınmaması,

- Yeraltısı yollarını bloke ettiğinden yeraltısı seviyesinin düşmesine,
- Yeraltısuyuna karışan ince malzemenin yeraltısı kalitesini düşürmesine,
- Çok ince bir yapıya sahip olan toz atıkların kuruduktan sonra havada uçarak insanlarda akciğer solunum yollarının tıkanmasına neden olması gibi bir çok istenmeyen etkileri mevcuttur.

Bu atıkların sonucu olarak meydana gelen bu zararlı etkileri ortadan kaldırmak için yeni kullanım alanları bulunması gerekmektedir.

7. Mermer Toz Atıklarının Temel Ve Âlt Teme! Tabakalarında Kullanımı

Yol temel ve temel altı tabaklarında kullanılan malzemelerde aranacak en önemli özellikler: malzemenin belli rutubet altında sıkı sabi lmesi, üst tabakalardan gelecek yüklerin tabana rahat bir şekilde iletilmesi ve inşa edilecek platforma sağlam bir temel oluşturması olarak sayılabilir.

Alt temelde kullanılan malzemenin çok iyi derecede sıkışabilme özelliğine sahip olması ve proje süresince yol yüzeyinden alt katmanlara transfer edilen yükü herhangi bir deformasyona neden olmadan taşıyabilmesi gerekmektedir. Temel ve alt temelde sıkışmanın optimum şekilde yapılabilmesi için sonradan şişme özelliğine sahip olan killi malzemenin bulunmaması gerekir. Mineral içeriği olan, çok ince ve % 50 den fazla kireç oranına sahip olan bu malzeme, yol katmanlarının sıkıştırılmasında çok önemli bir dolgu ve sıkışma etkisine sahip olacaktır. Akbulut, H., Zorluer, İ., Gürer, C, Usta, M., tarafından devam etmekte olan projelerle bu malzemenin hangi oranlarda en iyi sonucu sağlayacağı belirlenecektir.

8.Sonuç

Yukarıda yapılan değerlendirmelerden aşağıda belirtilen sonuçlar çıkarılabilir. Bunlar;

- Türkiyede kullanılmayan mermer atıkları önemli ekonomik kayıp oluşturmaktadır. Bu malzemelerin bir şekilde ekonomiye kazandırılması gerekmektedir.
- Mermer atıklarının en iyi kullanım alanlarından birisi de asfalt yol kaplamalarıdır. Kullanılan agreganın (atık mermer) sertlik derecesine göre yol yüzey kayma tabakasında veya binder tabakalarında kullanım imkanı olabilir.

TÜRKİYE IV. MERMER SEMPOZYUMU (MERSEM'2003) BİLDİRİLER KİTABI 18-19 Aralık 2003

- Atık mermer tozu unun, asfalt kaplamalarda kullanılan bittim viskozitesini artırmak ve erimesine engel olmak için kullanımı kayda değer bir katkı sağlayacaktır.
- Kullanılan mermer atıklarıyla sadece enerji tasarrufu değil büyük oranda çevreye ve tarım arazilerine verilen zararları da minimuma indirilecektir.
- Geri dönüştürülmüş asfalt kaplamadan elde edilecek kazanım endüstriye yeni bir kaynak oluşturacak. Bunun sonucu olarak kullanımdaki kaplamalarının ve geometrik standartlarının artırılmasına katkı sağlayacaktır.
- Atılan mermer çamuruna yeni bir kullanım alanı bulunması hem çevreye hemde işletmelere olan depolama ve taşıma maliyetlerini Önemli ölçüde azaltacaktır.
- Yol temel ve alt temel tabakalarında kullanılan granüler malzemenin iyi bir sıkışma özelliğine sahip olması en fazla arzu edilen öğelerden birisidir. Bu itibarla atık mermer çamuru çok ince yapısı nedeni ile istenilen sıkışmaya büyük katkı sağlayacak ve yol tabakalarının üstten gelen yükleri daha rahat bir şekilde zemine aktaracaktır.

Kaynaklar

- 1.Uluçaylı, M."Yollarda Pürüzlülük Sorunu". 3. Ulusal Asfalt Sempozyumu ve Sergisi, Karayolları Genel Müdürlüğü /16-17 Kasım -Ankara, pp.213-227 (2000).
2. OECD,"Road Surface Characteristics", Road Transport Research / Paris (1984).
3. Woodside. A."Aggregate and Fillers". Asphalt Surfacing edited by Cliff NichoUs / Transport Research Laboratory/ London (1998).
4. Brown. E.R,"Surface Charecteristics of the Road Pavements", Durability of Bituminous Materials. Leeds / UK. pp. 123-132 (1992).