

Atf İçin: Kasil, H. B. ve Çodur, M.Y. (2023). Taş Mastik Asfaltlarda Agregata ve Bitümlü Bağlayıcıların Süzülme Yüzdesine Etkisinin Araştırılması. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1055-1066.

To Cite: Kasil, H. B. & Çodur, M.Y. (2023). Investigation of the Effect of Aggregate and Bituminous Binders on the Percentage of Draindown in Stone Mastic Asphalts. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 1055-1066.

Taş Mastik Asfaltlarda Agregata ve Bitümlü Bağlayıcıların Süzülme Yüzdesine Etkisinin Araştırılması

Halis Bahadır KASİL^{1*}, Muhammed Yasin ÇODUR¹

Öne Çıkanlar:

- Bitümün süzülme yüzdesine etkisi belirlendi.
- Agreganın süzülme yüzdesine etkisi belirlendi.
- Süzülme yüzdesinin belirlenmesi için Schellenberger deney yöntemi kullanıldı.

Anahtar Kelimeler:

- Magmatik kökenli kayaç,
- Sedimanter kökenli kayaç,
- Bitümlü bağlayıcı,
- Taş mastik asfalt,
- Süzülme yüzdesi

ÖZET:

Taş Mastik Asfalt (TMA) kaplamalar dayanıklılığı ve çatlaklara karşı direnci artırmak gibi avantajlara sahiptir. Kesikli gradasyonlu TMA kaplamaları tekerlek izini azaltması, yorulma çatlaklarını geciktirmesi nedeni ile daha fazla tercih edilmektedir. TMA kaplamaların filler ve bitüm oranı geleneksel asfalt kaplamalara göre daha fazladır. TMA kaplamalarının olumlu yönleri yanında önlem alınması gereken bazı olumsuz yönleri de mevcuttur. Plentte üretimin yapıldığı yolda uygulanmasına kadar geçen zaman içinde bitüm aşağıya doğru süzülmetedir. Bitümün süzülmesi kaplamadaki homojenliğin bozmaya sebep olmaktadır. Bunun yanında TMA karışımı finişer ile yola serilip silindirle sıkıştırma yapılması sonucunda bitümlü bağlayıcı, kaplamanın içinden yüzeye doğru çıkarak kuma yapmaktadır. Bu çalışmada sabit gradasyona sahip, elyafli ve elyafsız TMA karışımları için farklı agregata ve bitüm kullanımının süzülme yüzdesine etkisi araştırılmıştır. Yapılan Schellenberger bitüm süzülme deneyleri sonucunda bitüm özgül ağırlığı ve yumuşama noktası artışının süzülme yüzdesini azalttığı gözlenmiştir. Farklı agregata ile aynı rafineri bitümünden hazırlanan karışımlarda, agregaların bitüm absorpsiyonlarındaki azalmanın süzülme yüzdesini artırdığı ancak agregaların soyulma mukavemetlerinin artışı ve karışımın ince agregata kısmında Sedimanter Kayaç sınıfından agregaların kullanılması süzülme yüzdesini azalttığı tespit edilmiştir.

Investigation of the Effect of Aggregate and Bituminous Binders on the Percentage of Draindown in Stone Mastic Asphalts

Highlights:

- The effect of bitumen on the draindown percentage was determined.
- The effect of the aggregate on the draindown percentage was determined.
- Schellenberger test method was used to determine the draindown percentage.

Keywords:

- Igneous origin rock,
- Sedimentary origin rock,
- Bituminous binder,
- Stone mastic asphalt,
- Percentage of asphalt draindown

ABSTRACT:

Stone Mastic Asphalt (SMA) pavements have advantages such as increasing durability and resistance to cracks. Gap-graded SMA pavements are more preferred because they reduce rutting and delay fatigue cracks. In SMA pavements, the filler and bitumen ratio is higher than conventional asphalt pavements. In addition to the positive aspects of SMA pavements, there are also some negative aspects that need to be taken care of. The bitumen draindown during the time it takes from the production in the plant to the application on the road. The draindown of the bitumen causes disruption of the homogeneity in the pavement. In addition, as a result of laying the SMA mixture on the road with a paver and compacting it with a roller, the bituminous binder rises from the pavement to the surface and desorption. In this study, the effect of using different aggregates and bitumen for fiber and non-fiber SMA mixtures with constant gradation on the percentage of draindown was investigated. As a result of the Schellenberger bitumen draindown tests, it was observed that the increase in the specific gravity and softening point of the bitumen decreased the drain down percentage. In mixtures prepared from the same refinery bitumen with different aggregates, it was found that a decrease in bitumen absorption of aggregates increases the draindown percentage, but an increase in the peeling strength of aggregates and the use of aggregates from the Sedimentary Rock class in the fine aggregate part of the mixture reduces the draindown percentage.

¹ Halis Bahadır KASİL (Orcid ID: 0000-0002-6678-7868), Muhammed Yasin ÇODUR (Orcid ID: 0000-0001-7647-2424), Erzurum Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Halis Bahadır KASİL, e-mail: halis.kasil24@erzurum.edu.tr

Bu çalışma Halis Bahadır KASİL'in Doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Karayolları, ulaşım sistemlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Hükümetlerce sağlanan bütçeler de karayollarının ülkeler için önemini göstermektedir.

Türkiye’de genel olarak Marshall Karışım Dizayn yöntemi ile tasarlanan yoğun gradasyonlu Bitümlü Sıcak Karışımlar (BSK) uygulama alanı bulmaktadır. Farklı iklim koşulları ve trafik yükleri bazen TMA gibi özel imalatların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. TMA uygulamalarındaki avantajlar, endüstrinin ve araştırmacıların bu alana yönelmesine neden olmaktadır. TMA karışımları genellikle kalıcı deformasyona, yorulmaya karşı mükemmel bir dirence sahip ve bitüm açısından zengin karışımlar olması nedeniyle yüksek bir dayanıklılık sunmaktadır (Chissama and Picado-Santos, 2021). Bu kaplama türü Avustralya ve Yeni Zelanda’da geniş uygulama alanı bulmaktadır (Anonymous, 2000; Chegenizadeh et al., 2021). Trafiğin artması, kullanıcıları yüksek dayanımlı ve güvenli kaplamalar tasarlamaya yönlendirmektedir.

TMA karışımlar %70-80 kaba agregaya, %20-30 ince agregaya ve %6-7 gibi yüksek bitüm içeren kesikli gradasyona sahiptir (Oda et al., 2012; Chissama and Picado-Santos, 2021). TMA iskeletinin büyük kısmını kaba agregaların oluşturması kaplamada daha fazla boşluğa neden olmaktadır. Bu boşluklar ise mastik harç olarak da adlandırılan ince agregaya, filler, bitüm ve bitümün süzülmesine engel olan elyaf ile doldurulmaktadır (Anonymous, 2000; Şanlıer ve Pamuk, 2017; Chegenizadeh et al., 2021; Chissama and Picado-Santos, 2021). Elyaf katkısı genel olarak karışımın toplam kütlesine %0.3 oranında ilave edilmektedir (Jamieson and White, 2021).

Amerikan ve Avrupa standartları, bitümlü bağlayıcının süzülmesini önlemek, agregaya etrafında daha kalın bir film tabakası sağlamak, oksidasyonu ve nemin nüfuz etmesini önlemek, agregaların çatlamasını ve ayrılmasını geciktirmek için katkı ilavesini tavsiye etmektedir. Katkı türleri arasında selülozik elyaf, yüksek maliyetli olmasına rağmen sıklıkla kullanılmış ve iyi sonuçlar vermiştir (Oda et al., 2012; Chissama and Picado-Santos, 2021). Selülozik elyaflar nispeten düşük maliyet, geri dönüştürülebilirlik, sıfır karbon ayak izi ve mekanik özellikler (düşük yoğunluk ve iyi dengelenmiş sertlik, tokluk ve dayanıklılık) gibi bir dizi önemli avantajlar sunar. Selülozik elyafların esas amaçlarından biri, depolama ve nakliye sırasında bağlayıcının süzülmesine engel olmaktır (Anonymous, 2000; Afonso et al., 2017;).

Kesikli gradasyona ve yüksek bağlayıcı içeriğine sahip olan TMA tipi bitümlü karışımlarda süzülme %’sinin kontrolünün yapılması gerekmektedir (Chissama and Picado-Santos, 2021). TMA karışımlarında süzülme yüzdesinin tespiti için EN 12697-18 standardına göre yapılan Schellenberger testi Avustralya’da daha çok tercih edilmektedir (Anonymous, 2000; Chegenizadeh et al., 2021; Chissama and Picado-Santos, 2021).

Yüksek bağlayıcı içeriği, ek filler ve süzülme önleyici inhibitörlerin kullanılması gibi nedenlerle geleneksel karışımlardan yaklaşık %20 daha yüksek maliyetli olmasına rağmen TMA’nın uzun ömürlü ve geliştirilmiş performansa sahip olması ekonomik olmasını sağlamaktadır. TMA karışımlarındaki yüksek bitüm içeriği, yorulma ve yansıma çatlamasına karşı da yüksek direnç sağlamaktadır (Anonymous, 2000).

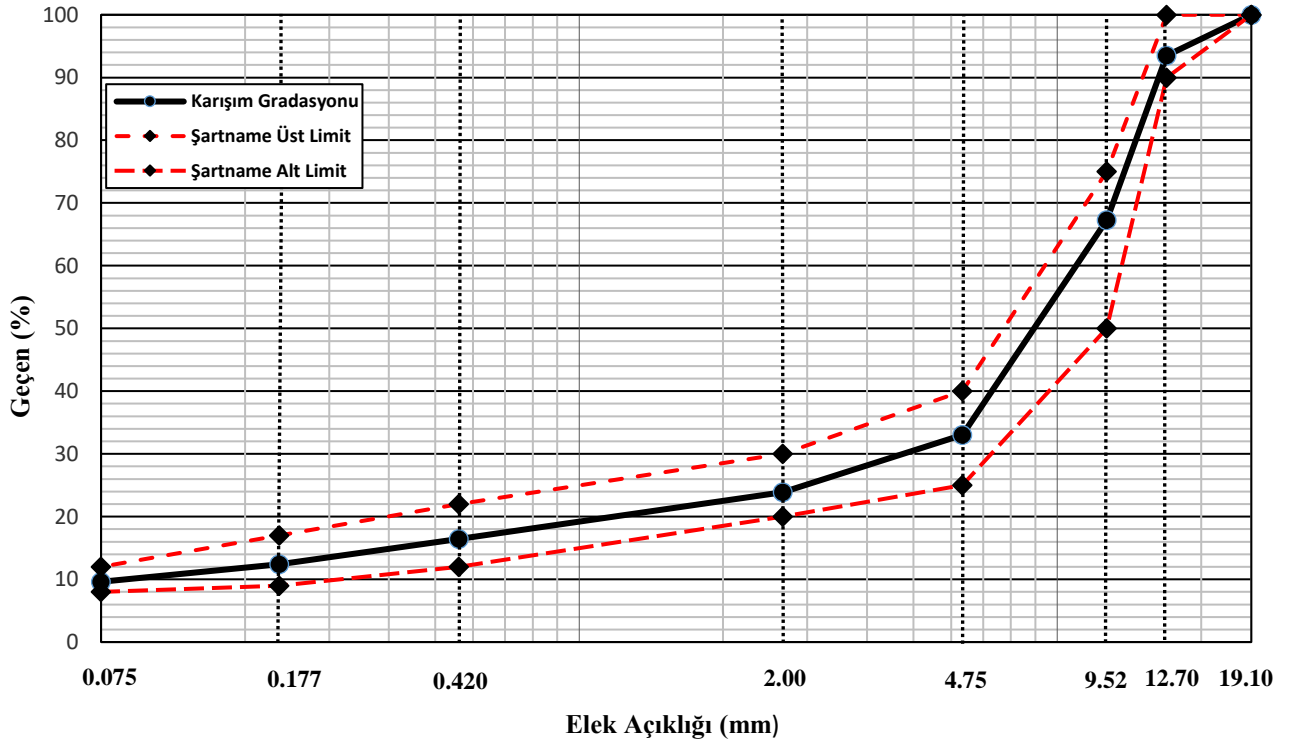
Literatürde, TMA’da bitüm yüzdesinin fazla olması nedeni ile bağlayıcının süzülme miktarının kontrol edilmesinin zorunlu olduğu ve özellikle selülozik elyaf kullanımının önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda literatürde çalışmaya konu olan süzülme yüzdesine etki edecek agregaya ve bitüm farkı ile ilgili çalışmalara rastlanmamıştır.

MATERYAL VE METOT

Geleneksel Bitümlü Sıcak Karışımlarda (BSK) hammadde olarak agregata ve bitüm kullanılmaktadır. Fakat TMA karışımlarında zengin bitümden dolayı meydana gelebilecek drenaja karşı direnç sağlamak ve esnek davranışı iyileştirmek için bitüm ve agregata elyaf ilave edilmektedir.

Agregata

TMA Aşınma Tabakası için Karayolu Teknik Şartnamesinde (KTŞ) belirtilen TMA Tip-I/A gradasyonu sınır değerlerine göre, kullanılan agreganın seçilen karışım gradasyonu Çizelge 1'de sayısal olarak ve Şekil 1'de grafik olarak gösterilmiştir (Anonim, 2013). Çalışmada Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde karasal iklimin yoğun olarak yaşandığı Erzurum il sınırları içinde bulunan 4 adet taşocağı tercih edilmiştir. Bu taşocaklarının üçü magmatik kökenli, biri ise sedimanter kökenlidir. Agregaların ortak özellikleri KTŞ'de belirtilen Los Angeles sınır değeri %25'in, Metilen Mavisini sınır değeri 1.5 g/kg'ın, MgSO₄ sınır değeri %14'ün, yassılık indeksi sınır değeri %25'in altındadır ve agregaların tüm yüzeyleri %100 kırılmıştır (Anonim, 2013).



Şekil 1. TMA karışım gradasyonu ve KTŞ limitleri (Anonim, 2013)

Çizelge 1. TMA karışım gradasyonu ve KTŞ limitleri (Anonim, 2013)

Elek Boyutları		Şartname Alt Limit Geçen, %	Karışım Gradasyonu Geçen, %	Şartname Üst Limit Geçen, %
İn, No	mm			
3/4"	19.10	100	100	100
1/2"	12.70	90	93.5	100
3/8"	9.52	50	67.3	75
No.4	4.75	25	33.0	40
No.10	2.00	20	23.9	30
No.40	0.420	12	16.4	22
No.80	0.177	9	12.4	17
No.200	0.075	8	9.6	12

Bitüm

Bağlayıcı olarak B70/100 penetrasyon sınıfında 3 farklı bitüm kullanılmıştır. Bitümler Batman, İzmit ve Kırıkkale Tüpraş rafinerilerinden temin edilmiştir. Bu bitümler Türkiye'deki sıcak karışım asfalt endüstrisinde kullanılmaktadır. Bitüm penetrasyon dereceleri, TS EN 1426'ya göre elde edilmiştir (TS EN 1426, 2013). Bu uygulamada, deney sıcaklığı 25 °C, toplam uygulanan yük 100 g ve yükleme süresi 5 sn'dir. Deneyde kalibreli bir iğnenin bitüm örneği üzerinde ürettiği penetrasyon miktarı ölçülmektedir (Yüknü ve ark., 2021). B70/100 bitümlü bağlayıcılar için elde edilen penetrasyon dereceleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bitüm penetrasyon dereceleri

Rafineri Adı	İzmit Tüpraş		
Deney Adı	Deney Standardı	Deney Sonucu	Sınır Değer
Penetrasyon, (25 °C) 0.1 mm	TS EN 1426	74	$70 \leq *DS < 100$
Rafineri Adı	Kırıkkale Tüpraş		
Deney Adı	Deney Standardı	Deney Sonucu	Sınır Değer
Penetrasyon, (25 °C) 0.1 mm	TS EN 1426	74	$70 \leq *DS < 100$
Rafineri Adı	Batman Tüpraş		
Deney Adı	Deney Standardı	Deney Sonucu	Sınır Değer
Penetrasyon, (25 °C) 0.1 mm	TS EN 1426	72	$70 \leq *DS < 100$

*DS=Deney Sonucu

Elyaf

Bitümce zengin TMA karışımlarında, serme-sıkıştırma yapılırken fazla bitümün kusmasına ya da BSK'dan ayrılmasına engel olmak için karışıma (polimer esaslı selülozik) elyaf ilave edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bitümlü bağlayıcının süzülmesini engellemek için Türkiye'de sıkça kullanılan polimer esaslı selülozik elyaf tercih edilmiştir.

Deneysel Çalışmalar

Türkiye'de TMA karışımlarındaki bitümlü bağlayıcıların süzülme miktarını belirlemek için TS EN 12697-18'e göre Schellenberger bitüm süzülme deneyi yapılmaktadır (TS EN 12697-18, 2018). Bu yöntem özet olarak, beher içindeki 1 kg'lık TMA numunesinin bir saat boyunca sabit sıcaklıkta bekletildikten sonra beher ters çevrilerek boşaltılıp, iç cidarlarında kalan bitümün kütlesi, TMA numunesindeki ilk bitümün kütlesinin yüzdesi olarak hesaplanır ve bu değer süzülme yüzdesini gösterir (TS EN 12697-18, 2018; Gültekin ve ark., 2021). Genel olarak %0.3 minimum elyaf katkısı ilavesi tercih edilmektedir (Jamieson and White, 2021).

TMA uygulamalarında yüksek bitüm miktarı, magmatik kökenli kayalarda su absorpsiyonuna bağlı olarak karışımın bünyesinde kalmasını sağlayacak olan elyaf miktarında artış meydana getirmektedir. Elyaf miktarının artışı maliyeti artırdığı için bu çalışmada elyaf miktarını etkileyen faktörler konusunda çalışmalar yapılmış ve grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu bağlamda öncelikle Şekil 1'de gösterilen gradasyona uygun olarak hazırlanan magmatik kökenli taşocaklarından elde edilmiş agregalar ile farklı rafinerilere ait bitümlü bağlayıcılar karıştırılarak elyaf ve elyafsız olarak süzülme deneyleri yapılmıştır. Daha sonra yine Şekil 1'de gösterilen gradasyona uygun olarak hazırlanan kaba agregada kısmı magmatik kökenli, ince agregada kısmı ise sedimanter (tortul) kökenli kayalardan elde edilen agregada karışımları farklı rafinerilere ait bitümlü bağlayıcılar ile karıştırılarak

elyaflı ve elyafsız olarak süzülme deneyleri yapılmıştır. Süzülme deneyinde, TS EN 12697-18 standardı kullanılmıştır (TS EN 12697-18, 2018).

Numune hazırlanması

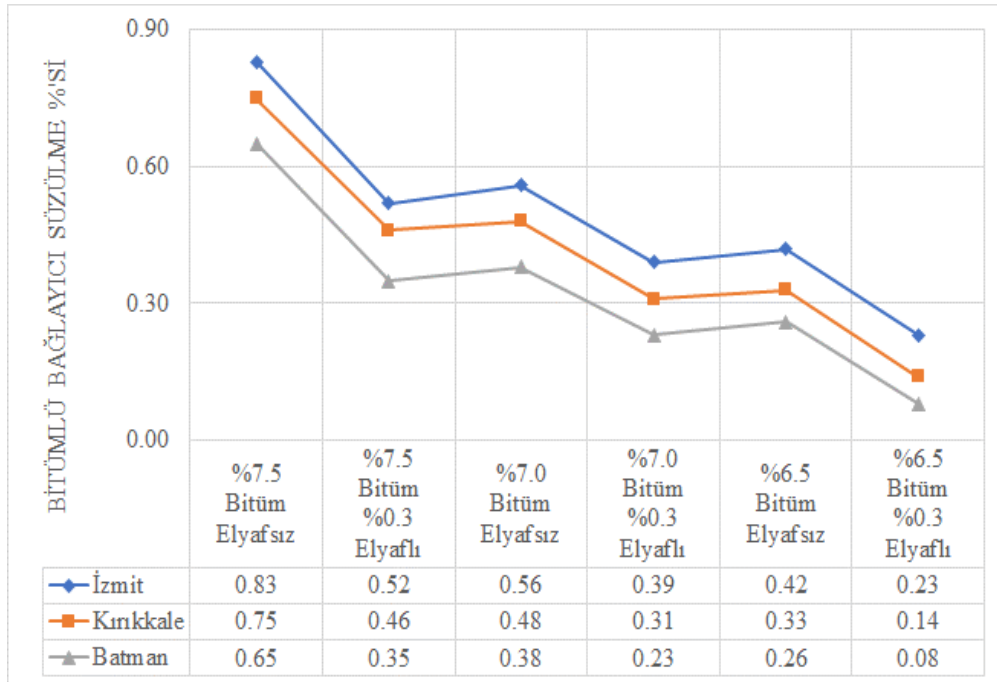
KTŞ'de TMA Aşınma tabakasında minimum optimum bitüm oranı %5.8 olarak belirtilmektedir (Anonim, 2013). Bu nedenle süzülme deneyinin yapılması için öncelikle deneyde kullanılacak optimum bitüm oranının belirlenmesi gerekmektedir. Bitümce zengin TMA karışımların süzülme yüzdelinde elyaf etkisini daha belirgin olarak görmek amacıyla karışımdaki bitüm oranı, agrega ağırlığının %7.5'i olarak alınmıştır. Deneyler ilerledikçe gerek görüldüğü durumlarda bitüm oranı %0.5 ile %1.0 kadar azaltılmıştır. Deney için agrega ve bitümlü bağlayıcı toplamı 1000 g olacak şekilde her grup için 3 adet karışım hazırlanarak tartılmış ayrı ayrı kaplara koyulmuş ve en az 8 saat 135 ± 5 °C etüvde bekletilmiştir. Numuneler dışında ayrıca karışımların koyulacağı beherler de etüvde ısıtılmışlardır. Karışımda kullanılacak elyaf tartımları da 1000 g'lık toplam agrega+bitüm miktarı üzerinden hesaplanmıştır (Anonim, 2013; TS EN 12697-18, 2018).

Metot

Etüvde bekleme süresi tamamlanan agrega ve bitümlü bağlayıcı 135 ± 5 °C'de karıştırılıp önce boş beher daha sonra numune dolu beher tartımları yapılarak kaydedilmiştir. Numune dolu beherler (60 ± 1 dakika) 170 °C etüvde bekletilmiştir. Süresi tamamlanan beher içindeki numuneler etüvden çıkarılarak ters çevrilip 10 saniye beklenip daha sonra boş beher tartımları yapılmış ve kaydedilmiştir. Aynı zamanda karışımın da sıcaklığı kaydedilmiştir. Beher içerisinde bitümlü bağlayıcı dışında agrega varsa 1 mm'lik elek üzerinde beherdeki kalıntılar çözücü ile yıkanarak elek üstünde kalan malzeme etüvde kurularak tartılmıştır. Her numune için aynı döngü uygulanmıştır. Bu deneye elyafsız olarak başlanarak elyaf eklemek suretiyle deneylere devam edilmiştir. %0.3 elyaf ilavesinden sonra uygun sonuç alınamaması durumunda bitüm miktarı %0.5 düşürülerek elyafsız ve elyaflı olarak deneylere devam edilmiştir (Anonim, 2013; TS EN 12697-18, 2018).

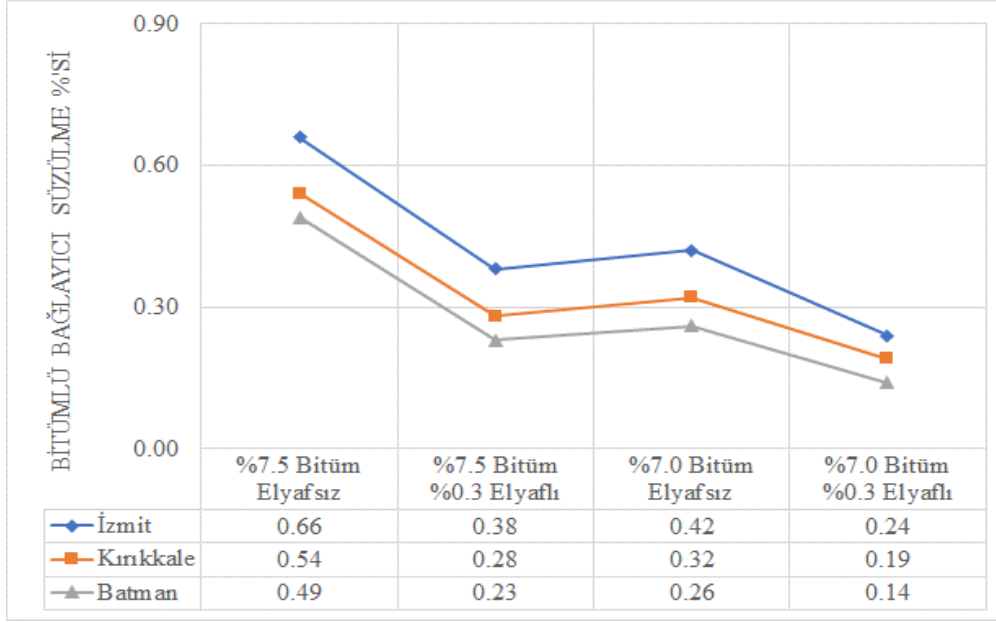
Deney sonuçları

TS EN 12697-18 standardına göre yapılan süzülme yüzdesi deney sonuçları Şekil 2 ile Şekil 7 arasındaki grafiklerde görülmektedir (TS EN 12697-18, 2018).



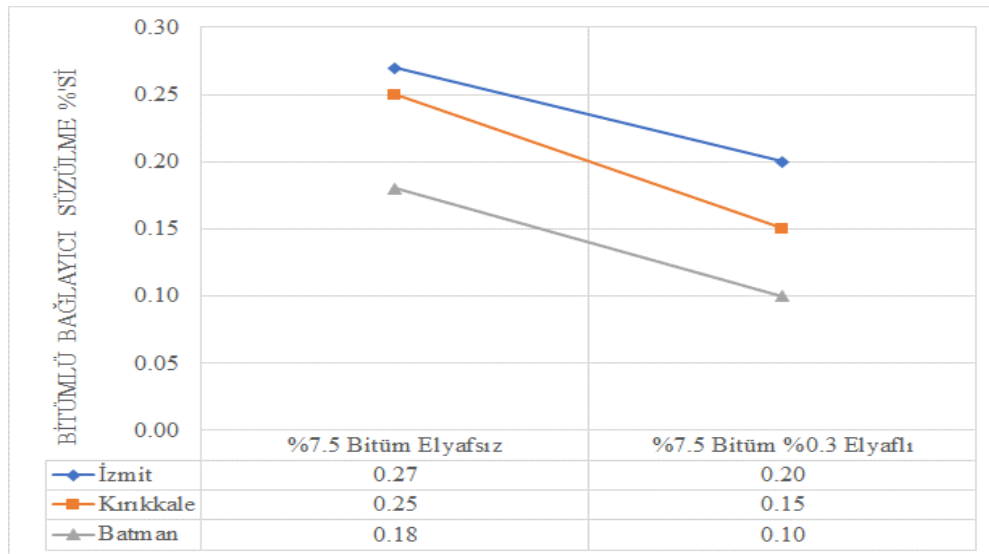
Şekil 2. İspir İkizdere taşoçağı ile farklı rafinerilere ait karışımların süzülme yüzdeleri

İspir İkizdere Taşocağına ait agregalar ile %7.5 oranında İzmit, Kırıkkale ve Batman Tüpraş Rafinerilerine ait bitüm ile yapılan karışımlara süzülme deneyleri yapılması sonucunda değerlerin yüksek olması nedeni ile bitüm oranı öncelikli olarak %7.0 ve daha sonra %6.5'a kademeli olarak düşürülerek deneylere devam edilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü üzere %6.5 bitümlü bağlayıcı kullanımı ve %0.3 elyaf miktarı ile KTŞ koşulları sağlandığından dolayı %0.3 elyaf kullanılmasına karar verilmiştir (Anonim, 2013).



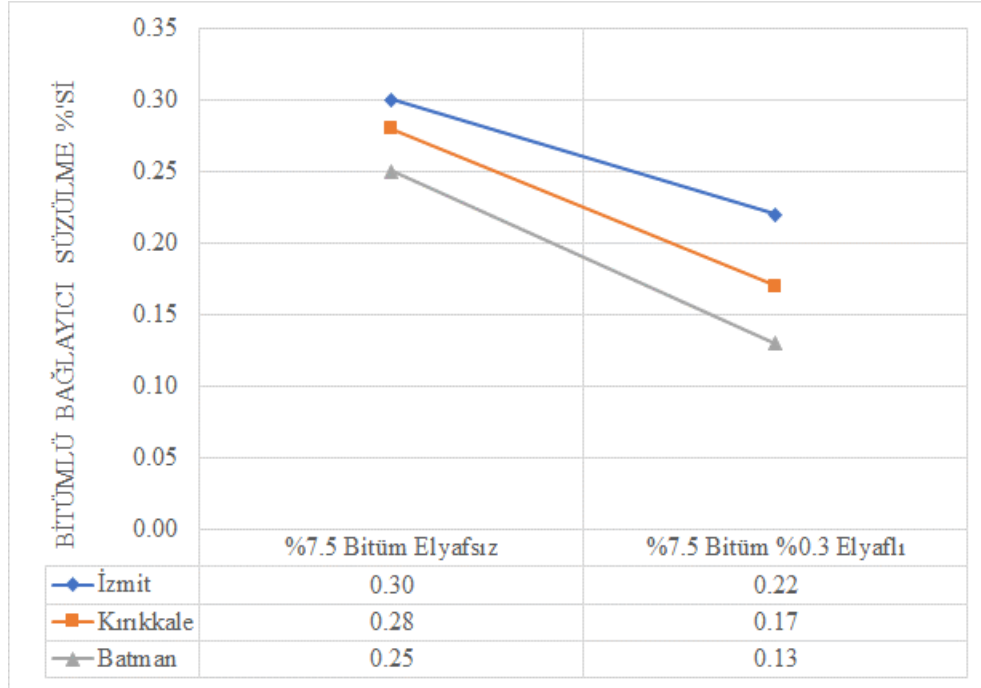
Şekil 3. Laleli taşocağı ile farklı rafinerilere ait karışımların süzülme yüzdeleri

Laleli Taşocağına ait agregalar ile %7.5 oranında İzmit, Kırıkkale ve Batman Tüpraş Rafinerilerine ait bitüm ile yapılan karışımlara süzülme deneyleri yapılması sonucunda değerlerin yüksek olması nedeni ile bitüm oranı %7.0'ye düşürülerek deneylere devam edilmiştir. Şekil 3'de görüldüğü üzere %7.0 bitümlü bağlayıcı kullanımı ve %0.3 elyaf miktarı ile KTŞ koşulları sağlandığından dolayı %0.3 elyaf kullanılmasına karar verilmiştir (Anonim, 2013).



Şekil 4. Kırğındere taşocağı ile farklı rafinerilere ait karışımların süzülme %'leri

Kırğındere Taşocağına ait agregalar ile %7.5 oranında İzmit, Kırıkkale ve Batman Tüpraş Rafinerilerine ait bitüm ile yapılan karışımlara süzülme deneyleri yapılmıştır. Şekil 4'de görüldüğü



Şekil 7. Kaba agregata kısmı Kırğındere ve ince agregata kısmı Mustafa Bey taşocakları ile farklı rafinerilere ait karışımların süzülme yüzdeleri

Kaba Agregata kısmında Kırğındere, İnce Agregata kısmında Mustafa Bey taşocaklarına ait agregata ile %7.5 oranında İzmit, Kırıkkale ve Batman Tüpraş Rafinerilerine ait bitüm ile yapılan karışımlara süzülme deneyleri yapılmıştır. Şekil 7’de görüldüğü üzere %7.5 bitümlü bağlayıcı kullanımı ve %0.3 elyaf miktarı ile KTŞ koşulları sağlandığından dolayı %0.3 elyaf kullanılmasına karar verilmiştir (Anonim, 2013).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada magmatik kökenli agregata, sedimanter kökenli agregata ve farklı Tüpraş rafinerilerine ait bitümlü bağlayıcılar kullanılarak 18 ayrı karışım ile hazırlanan TMA karışımlarına farklı miktarlarda selülozik polimer esaslı elyaf katkısıyla bitüm süzülme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları değerlendirildiğinde süzülme miktarlarındaki değişimde rafineri farkı, kayacın cinsi, bitüm absorpsiyonu, agregataın soyulma yüzdeleri, karışımdaki kaba agregata kısmında magmatik kökenli, ince agregata kısmında sedimanter (tortul) kökenli agregata kullanılması gibi faktörler etkili olmuştur. Bu faktörleri tek tek ele alacak olursak;

Farklı Rafinerilerin Özgül Ağırlık ve Yumuşama Noktası Değerleri ile Süzülme Yüzdeleri Arası İlişki

Bitümlere TS EN 1427 ve TS EN 15326 standartlarına göre sırasıyla yumuşama noktası ve özgül ağırlık deneyleri yapılmıştır (TS EN 15326, 2010; TS EN 1427, 2015). Farklı rafineriler ile yapılan süzülme yüzdesi deney sonuçları değerlendirildiğinde İzmit Tüpraş rafinerisine ait süzülme yüzdesi Kırıkkale Tüpraş Rafinerisine göre daha yüksek ve Kırıkkale Tüpraş Rafinerisinin süzülme yüzdesi de Batman Tüpraş rafinerisinin süzülme yüzdesinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Farklı bitüm ile yapılan agregata ve elyaf kombinasyonlarından elde edilen karışımlara yapılan süzülme yüzdesi deneylerinden elde edilen değerler ile bitümlü bağlayıcı özgül ağırlığının ve yumuşama noktalarının ters orantılı olduğu Çizelge 3’de görülmektedir. Bu farklılığın temel sebebi bitümün ısıya karşı hassasiyetidir. Yumuşama noktası yüksek olan bitümlü bağlayıcının ısıya karşı hassasiyeti düşük olduğundan (Aytekin, 2018) dolayı Batman Tüpraş rafinerisinin süzülme yüzdesi daha az olmaktadır.

Çizelge 3. Farklı rafinerilerin özgül ağırlık ve yumuşama noktası değerleri ile süzülme %'leri arası ilişki

Yapılan Deneyler	Ocak Adı	Rafineri Adı		
		İzmit	Kırıkkale	Batman
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	-	1.034	1.038	1.040
Yumuşama Noktası (°C)	-	44.3	45.4	47.4
Süzülme (Elyafsız) % 'si	İspir İkizdere	0.83	0.75	0.65
	Laleli	0.66	0.54	0.49
	Kırgındere	0.27	0.25	0.18
	İspir İkizdere+Mustafa Bey	0.52	0.48	0.43
	Laleli+Mustafa Bey	0.46	0.35	0.28
	Kırgındere+Mustafa Bey	0.30	0.28	0.25

Bitüm Absorbsiyonunun Süzülme Yüzdesine Etkisi

Farklı taşocakları ile yapılan süzülme yüzdesi deney sonuçları değerlendirildiğinde İspir İkizdere taşocağına ait süzülme yüzdesi Laleli taşocağına göre daha yüksek ve Laleli taşocağına ait süzülme yüzdesi de Kırgındere taşocağının süzülme yüzdesinden daha yüksek olduğu Çizelge 5'te görülmektedir. Farklı taşocakları ile yapılan bitümlü bağlayıcı ve elyaf kombinasyonlarından elde edilen karışımlara yapılan süzülme deneylerinden elde edilen yüzdeler ile Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabı'na göre belirlenen agrega bitüm absorpsiyonları arasında ters orantı olduğu Çizelge 4'te görülmektedir (Gültekin ve ark., 2021). Bu farklılıkta esas etken agregaların bitüm absorpsiyonu arttıkça gözeneklerde bitümün emilimi artacağından (Lee ve ark., 1990) süzülme yüzdelere azalmasıdır. Bitüm absorpsiyonu yüksek olan agreganın süzülme yüzdesi daha az olmaktadır. Bu durumda Kırgındere taşocağının bitüm absorpsiyonu daha yüksek olduğu için süzülme yüzdesinde daha düşük olmaktadır.

Çizelge 4. Agregada su absorpsiyonları (Gültekin ve ark., 2021; TS EN 1097-6, 2022) ve TMA karışımlarına ait bitüm absorpsiyonları (Gültekin ve ark., 2021)

Ocak Adı	İspir İkizdere	Laleli	Kırgındere	İspir İkizdere + Mustafa Bey	Laleli + Mustafa Bey	Kırgındere + Mustafa Bey
Kaba Agregada Su Absorpsiyonu, %	0.56	0.98	1.23	0.56	0.98	1.23
İnce Agregada Su Absorpsiyonu, %	0.74	1.12	1.35	0.62	0.62	0.62
Bitüm Absorpsiyonu, %	0.31/0.32/0.35*	0.49/0.52/0.53*	0.62/0.63/0.65*	0.29/0.31/0.32*	0.43/0.45/0.46*	0.49/0.52/0.55*

*Bitüm absorpsiyon değerleri sırasıyla İzmit, Kırıkkale ve Batman Tüpraş Rafineri Bitümlerine ait değerlerdir

Çizelge 5. Magmatik kökenli agregaların bitüm absorpsiyonu ile süzülme yüzdelere arası ilişki

Rafineri Adı	Ocak Adı		
	İspir İkizdere	Laleli	Kırgındere
	Bitüm Absorpsiyonu, % / Süzülme (Elyafsız), %		
İzmit	0.31 / 0.83	0.49 / 0.66	0.62 / 0.27
Kırıkkale	0.32 / 0.75	0.52 / 0.54	0.63 / 0.25
Batman	0.35 / 0.65	0.53 / 0.49	0.65 / 0.18

Agregada Soyulma Mukavemetinin Farklı Olmasının Etkisi

Bitümlü karışıma TS EN 12697-11 ve KTŞ'ye göre soyulma mukavemeti deneyi yapılmıştır (Anonim, 2013; TS EN 12697-11, 2020). Farklı taşocakları ve bitüm rafinerileri ile yapılan soyulma mukavemeti deney sonuçları Çizelge 6'da görülmektedir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde İspir

İkizdere-Laleli-Kırgındere taşocaklarının İzmit Tüpraş rafinerisi bitümü ile yapılan soyulma mukavemeti deney sonucu %30, Kırıkkale Tüpraş rafinerisi bitümü ile yapılan soyulma mukavemeti deney sonucu %40, Batman Tüpraş rafinerisi bitümü ile yapılan soyulma mukavemeti deney sonucu %50 olarak tespit edilmiştir. İspir İkizdere taşocağına ait süzülme yüzdesi Laleli taşocağına göre daha yüksek ve Laleli taşocağına ait süzülme yüzdesinin de Kırgındere taşocağının süzülme yüzdesinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Farklı taşocakları ile yapılan bitüm ve elyaf kombinasyonlarından elde edilen karışımlara yapılan süzülme deneylerinden elde edilen yüzdeler ile soyulma mukavemeti arasında ters orantı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkta esas etkenin agregaların bitüm ile adezyon ilişkisinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Kök, 2007). İzmit Tüpraş rafinerisine ait bitümlü bağlayıcı adezyonu daha düşük olduğu için en yüksek süzülme yüzdesi İzmit Tüpraş rafinerisinde daha sonra Kırıkkale Tüpraş Rafinerisi ve en sonda Batman Tüpraş rafinerisinde meydana gelmiştir.

Çizelge 6. Soyulma mukavemet ile süzülme yüzdeleri arası ilişki

Rafineri Adı	Ocak Adı		
	İspir İkizdere	Laleli	Kırgındere
	Soyulma Mukavemeti, % / Süzülme (Elyafsız), %		
İzmit	30/0.83	30/0.66	30/0.27
Kırıkkale	40/0.75	40/0.54	40/0.25
Batman	50/0.65	50/0.49	50/0.18

Karışımın İnce Agregada Kısmında Sedimanter (Tortul) Kökenli Kayaç Kullanılmasının Etkisi

Çalışma kapsamında İspir İkizdere-Laleli-Kırgındere magmatik kökenli taşocaklarına ait agregaların karışımında kaba agregada olarak kullanılması ve Mustafa Bey sedimanter kökenli taşocağına ait agregaların karışımında ince agregada olarak kullanılması ile oluşturulan agregada karışımı ile farklı bitüm rafinerileri ile yapılan süzülme yüzdesi deney sonuçları değerlendirildiğinde sedimanter kökenli agregaların süzülme yüzdesini azalttığı (İzol, 2021) Çizelge 5 ve Çizelge 7 karşılaştırıldığında gözlenmektedir. Bunun sebebinin ise sedimanter kökenli agregaların bitümle aderansının daha iyi olması sonucu bu durumun meydana geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 7. Karışımın ince agregada kısmında sedimanter kökenli kayaç kullanımında bitüm absorpsiyonu ile süzülme yüzdeleri arası ilişki

Rafineri Adı	Ocak Adı		
	İspir İkizdere	Laleli	Kırgındere
	+ Mustafa Bey		
	Bitüm Absorpsiyonu, % / Süzülme (Elyafsız), %		
İzmit	0.29 / 0.52	0.43 / 0.46	0.49 / 0.30
Kırıkkale	0.31 / 0.50	0.45 / 0.35	0.52 / 0.28
Batman	0.32 / 0.47	0.46 / 0.23	0.55 / 0.25

SONUÇ

Bu çalışmada TMA kaplamalarda bitümlü bağlayıcı ve agreganın elyaf miktarına etkisi incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

- Genel olarak bitüm özgül ağırlığı ve yumuşama noktası artarken süzülme ve elyaf yüzdesi azalmıştır.
- Farklı agregaların aynı bitümlerle süzülme yüzdeleri kıyaslandığında agregaların bitüm absorpsiyonları arttıkça süzülme ve elyaf yüzdesi azalmıştır.
- Türkiye’de en çok kullanılan bitümlerden bazıları analiz edilmiştir. Bunların arasında Batman Tüpraş Rafinerisinin süzülme yüzdesi genel olarak düşük sonuç vermiştir.

- Agregalarda soyulma mukavemetleri arttıkça süzülme ve elyaf yüzdeleri azalmıştır.
- TMA karışımlarının ince agrega kısmının sedimanter kayaç sınıfından agregalar kullanılarak teşkil edilmesi süzülme ve elyaf yüzdesini azaltmıştır.

Bu sonuçlar yürütülen sınırlı sayıda deneyler ile elde edilmiştir. Bu sonuçları desteklemek ve genelleştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Özellikle sedimanter kökenli kayaç sınıfı agregaların TMA uygulamalarında ince agrega kısmında kullanılmasının bitüm süzülme ve elyaf yüzdesini azaltma etkisini analiz etmek için farklı taşocaklarının araştırılması gereklidir. Yapılacak araştırmalar sonucunda sedimanter kökenli kayaçların TMA'nın ince agrega kısmında kullanılmasının olumlu etkisi tespit edilebilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar desteklerinden dolayı Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerini sunarlar.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Afonso, M. L., Dinis-Almeida, M., Fael, C. S., 2017. Study of the porous asphalt performance with cellulosic fibres. *Construction and Building Materials*, 135, 104–111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.222>
- Anonim, 2013. Karayolu Teknik Şartnamesi. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü.
- Anonymous, 2000. Stone Mastic Asphalt Design & Application Guide. Access address: <https://www.afpa.asn.au/wp-content/uploads/2017/12/AAPA-IG-4-Stone-Mastic-Asphalt.pdf>
- Aytekin Ş. (2018). *İlk Asfalt Üretiminde Kullanılan Katkıların Performans Değerlendirmeleri ve Bu Katkılarla KGM Şartnamelerine Göre Asfalt Kaplama Dizaynları (Yüksek Lisans Tezi)*. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Chegenizadeh, A., Tokoni, L., Nikraz, H., Dadras, E., 2020. Effect of ethylene-vinyl acetate (EVA) on stone mastic asphalt (SMA) behaviour. *Construction and Building Materials*, 272, 121628. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121628>
- Chissama, K. S. S., Picado-Santos, L. G., 2021. Assessment of crumb rubber Stone Mastic asphalt potential to be used in Angola. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00598. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00598>
- Gültekin, M., Nayır, N., Ziya, N., Çalışkan, K. K., Öztürk, A., Tutan, S. N., Komut, M. (2021). Bitümlü Karışımlar Laboratuvar El Kitabı. Erişim adresi: <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Baskanliklar/BaskanliklarTeknikArastirma/BitumluKarisimlerLaboratuvarElKitabi.pdf>
- İzol E. (2020). *Taş Mastik Asfalt Yapımında Mineral Filler Olarak Mermer Tozunun Kullanılması (Yüksek Lisans Tezi)*. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Jamieson, S., White, G., 2021. Laboratory Evaluation of the Performance of Stone Mastic Asphalt as an Ungrooved Runway Surface. *Materials*, 14, 502. doi: <https://doi.org/10.3390/ma14030502>

- Lee, D. Y., Guinn, J. A., Khandhal, P. S., and Dunning, R. L. (1990). "Absorption of asphalt into porous aggregates." *Strategic Highway Research Program (SHRP) Rep. No. SHRP-A/UIR-90-009*, National Research Council, Washington, DC. Erişim adresi: <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/shrp/SHRP-90-009.pdf>
- Kök B.V. (2007). *Bitümlü Sıcak Karışımların Üretiminde Yeni Bir Karıştırma Yönteminin Araştırılması* (Doktora Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Oda, S., Jr. J. L. F., Ildefonso, J. S., 2012. Analysis of use of natural fibers and asphalt rubber binder in discontinuous asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 26, 13–20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.030>
- Şanlıer, İ., Pamuk, İ., 2017. Kuzey Marmara Otoyolu Projesi Kapsamında Taş Mastik Asfalt (TMA) Uygulamaları ve Performanslarının Karşılaştırılması. *5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, Bakü/Azerbaycan.
- TS EN 1097-6, 2022. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 1426, 2015. Bitüm ve bitümlü bağlayıcılar-İğne batma derinliği tayini. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 1427, 2015. Bitüm ve bitümlü bağlayıcılar-Yumuşama noktası tayini-Halka ve bilye yöntemi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12697-11, 2020. Bitümlü karışımlar-Test yöntemleri-Bölüm 11: Agregata ve bitüm arasındaki benzeşmenin belirlenmesi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12697-18, 2018. Bitümlü karışımlar-Deney metotları-Sıcak karışımli asfalt için-Bölüm 18: Bağlayıcının süzülmesi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 15326+A1, 2010. Bitüm ve bitümlü bağlayıcılar-Yoğunluk ve özgül kütle tayini-Kapiler kapaklı piknometre yöntemi. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Yüknü, K., Öztürk, T., Komut, M. (2021). Bitümlü Bağlayıcılar Laboratuvar El Kitabı. Erişim adresi: <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Baskanliklar/BaskanliklarTeknikArastirma/BitumluBaglayicilarLaboratuvarElKitabi.pdf>