



**SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB)
VE
BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIM (BSK)
YOLLAR**

**TEKNİK VE EKONOMİK
ANALİZ RAPORU**

TÜRKİYE ÇİMENTO MÜSTAHSİLLERİ BİRLİĞİ
Ankara, 2018

**SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) YOLLAR
VE
BİTÜMLÜ SICAK KARIŞIM (BSK) YOLLAR**

**TEKNİK VE EKONOMİK
ANALİZ RAPORU**

**TÇMB
Ankara, 2018**

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
3. TANIMLAR	3-4
4. YOL SINIFLARI	4
4.1 I. SINIF YOLLAR	4
4.2 II. SINIF YOLLAR	5
4.3 III.SINIF YOLLAR	5
5. PROJE ÖMRÜ	5
6. TRAFİK	5
6.1 YILLIK ORTALAMA GÜNLÜK TAŞIT TRAFİĞİ [YOGT]	5
6.2 TAŞIT EŞDEĞERLİK FAKTÖRLERİ [TEF]	6
7. ŞERİT DAĞITMA FAKTÖRÜ [μ]	6
8. YÖN DAĞITMA FAKTÖRÜ [γ]	6
9. GÜVENİLİRLİK [R]	6
10. SSB PLAK BOZULMA ORANI [DR]	7
11. BSK TABAKALARI İÇİN İZAFİ MUKAVEMET KATSAYISI	7
12. SON SERVİS KABİLİYETİ	7
13. SSB ÜSTYAPI TABAN ZEMİNİ	7
13.1 KALİFORNİYA TAŞIMA ORANI [CBR]	7
13.2 ESNEKLİK MODÜLÜ [MR]	7-8
14. SSB DAYANIMI VE SINIFI	8
15. TEMEL	8
16. ALTTEMEL	8
17. ÜSTYAPILARIN PROJELENDİRİLMESİ	8
17.1 SSB ÜSTYAPILAR	8
17.2 BSK ÜSTYAPILAR	8
18. ÜSTYAPI KALINLIK TABLOLARI	9
19. MALİYET HESAPLARI	10
19.1 SSB ÜSTYAPI MALİYETLERİ	11-12
19.2 BSK ÜSTYAPI MALİYETLERİ	12
19.3 MALİYET KIYASLAMA TABLOLARI	13
19.4 GRAFİKLER	19
20. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	20
21. KAYNAKÇA	21

TABLÖLAR

TABLO 1	YOL SINIFLARI VE TRAFİK DEĞERLERİ	5
TABLO 2	TAŞIT EŞDEĞERLİK FAKTÖRLERİ	6
TABLO 3	GÜVENİLİRLİK [R] SEVİYESİ	6
TABLO 4	BSK TABAKALARI İZAFİ MUKAVEMET KATSAYILARI	7
TABLO 5	CBR VE ESNEKLİK MODÜLÜ [MR] DEĞERLERİ	8
TABLO 6	BSK VE SSB KARŞILAŞTIRMALI ÜSTYAPI KALINLIK TABLOLARI	9
TABLO 7	PLENTMİKS TEMEL VE ALTTEMEL BİRİM FİYATLARI	10
TABLO 8	SSB PLAK MALİYET HESAPLARINA ESAS BİRİM FİYAT ANALİZLERİ	11
TABLO 9	SSB PLAK BİRİM FİYATLARI	12
TABLO 10	BİNDER TABAKASI BİRİM FİYATI	12
TABLO 11	YOL SINIFLARI BAZINDA BSK VE SSB YOLLAR MALİYETLERİ [TL]	13
TABLO 12	YOL SINIFLARI BAZINDA SSB YOLLARIN BSK YOLLARA GÖRE EKONOMİKLİK ORANI	20
TABLO 13	TABAN ZEMİN ÖZELLİKLERİ BAZINDA SSB YOLLARIN BSK YOLLARA GÖRE EKONOMİKLİK ORANI	20

ŞEKİLLER

ŞEKİL 1	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (I.SINIF YOLLAR-ALTTEMELLİ)	14
ŞEKİL 2	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (I.SINIF YOLLAR-ALTTEMELSİZ)	14
ŞEKİL 3	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (II.SINIF YOLLAR-ALTTEMELLİ)	15
ŞEKİL 4	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (II.SINIF YOLLAR-ALTTEMELSİZ)	15
ŞEKİL 5	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (III.SINIF YOLLAR-ALTTEMELLİ)	16
ŞEKİL 6	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (III.SINIF YOLLAR-ALTTEMELSİZ)	16
ŞEKİL 7	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $3 < CBR < 8$ -ALTTEMELLİ)	17
ŞEKİL 8	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $3 < CBR < 8$ -ALTTEMELSİZ)	17
ŞEKİL 9	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $8 \leq CBR < 50$ -ALTTEMELLİ)	18
ŞEKİL 10	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $8 \leq CBR < 50$ -ALTTEMELSİZ)	18
ŞEKİL 11	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $CBR \geq 50$ -ALTTEMELLİ)	19
ŞEKİL 12	BSK-SSB MALİYET KARŞILAŞTIRMASI (TAŞIMA GÜCÜ: $CBR \geq 50$ -ALTTEMELSİZ)	19

1. GİRİŞ

Yolların tasarımında kullanılan üstyapılar genel olarak rijit ve esnek üstyapılar olarak ikiye ayrılmaktadır. Bununla birlikte rijit ve esnek üstyapı tabakalarının tasarım esasları dahilinde birlikte kullanıldığı yarı rijit üstyapılar (kompozit üstyapılar) da bulunmaktadır.

Ülkemizde genel olarak esnek üstyapılar yaygın bir şekilde kullanılmakla beraber, son yıllarda özellikle kırsal yollarda rijit üstyapılar da tercih edilmeye başlanılmış olup, başarılı uygulamalar yapılmaktadır.

Kırsal yollarda, geleneksel beton yol yanında, Belediye ve İl Özel İdareleri tarafından tercih edilen bir diğer beton yol uygulaması ise Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yol teknolojisidir.

Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yol, iri ve ince agreganın sürekli gradasyon verecek şekilde uygun oranda su ve çimento ile beton santralinde karıştırılmasıyla üretilen betonun, finişerle serilip, silindirlerle sıkıştırılmasıyla elde edilir.

Bitümlü Sıcak Karışım ise; iri agregası, ince agregası ve fillerin belirli bir gradasyonu sağlayacak şekilde bitümlü bağlayıcı ile uygun bir oranda karışımından ve yeterince sıkıştırılmasından elde edilen kaplama türüdür.

Bu yayın kapsamında Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar ile Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) Yolların aynı yol sınıfı, çevre ve iklim koşulları, trafik ve taban zemini taşıma gücü ve proje ömrü altında üstyapı tasarımları yapılarak üstyapı tabaka kalınlıkları belirlenmiştir.

Bunun yanında maliyet hesaplamaları da yapılarak teknik ve ekonomik analiz ortaya konulmuştur.

Çalışmanın Ülkemiz yol yapımının sektörüne faydalı olması düşüncesiyle çalışmada emeği geçenlere teşekkür ederiz.

TÇMB

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

2. GENEL BİLGİLER

Yol üstyapısı trafik yüklerini taban zeminine aktaran kaplama ve temel tabakalarından oluşan kademeli bir yapıdır. Yol üstyapısı yolun en önemli unsurudur ve yol kullanıcıları üstyapının kalitesinden doğrudan etkilenir. Bununla birlikte yol yapım maliyetlerinin de büyük bir kısmını yol üstyapısı oluşturmaktadır. Bu nedenlerle üstyapı tipinin seçimi, projelendirilmesi, yapımı ve bakımı son derece önemlidir.

Üstyapılar çevre, iklim ve trafik koşulları altında, proje ömrü boyunca hizmet vermek için tasarlanırlar. Üstyapılara temel teşkil eden yol tabanının şartnamelere uygun olarak, malzeme seçimi, serme ve sıkıştırma işlemlerinin tamamlanması, üstyapının performansını doğrudan etkiler.

Bu rapor kapsamında yapılan hesaplamalarda; AASHTO 93 "Rijit ve Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi" kriterleri esas alınmış olup,

BSK Yollar için; **"Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi-2008"**, SSB Yollar için **"Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar Tasarım Rehberi-2018"** kullanılmıştır.

SSB ve BSK Yolların teknik ve ekonomik analizinde kullanılan yayınlar ayrıca aşağıda verilmektedir.

- SSB Yollar Birim Fiyat Analizleri ve Tarifleri, MİGM, 2018
- Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar Tasarım Rehberi, MİGM, 2018
- Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar Teknik Şartnamesi, MİGM, 2017
- Yol, Köprü, Tünel, Bitümlü Kaplamalar, Bakım ve Trafik İşlerine Ait Birim Fiyat Listesi, KGM, 2018
- Karayolu Teknik Şartnamesi; KGM, 2013
- Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi, Sağlık A., Güngör A. G.; KGM, 2008

3. TANIMLAR

Alttemel

Üstyapı tabanı ile temel/kaplama arasında yeralan, malzeme ve karışım özellikleri tanımlanmış, yoğun gradasyonlu granüler malzemeden oluşan bir üstyapı tabakasıdır.

Bitümlü Sıcak Karışım

İri agrega, ince agrega ve fillerin belirli bir gradasyonu sağlayacak şekilde bitümlü bağlayıcı ile uygun bir oranda karışımından ve yeterince sıkıştırılmasından elde edilen kaplama türüdür.

Aşınma Tabakası

Bitümlü Sıcak Karışım üstyapı tabakalarının en üst yüzey tabakasıdır.

Binder Tabakası

Temel tabakası üzerine gelen bitümlü sıcak karışım tabakasıdır.

Bitümlü Temel Tabakası

Bağlayıcılı veya bağlayıcısız bir temel tabakası üzerine inşaa edilen bitümlü bağlayıcılı sıcak karışım tabakasıdır.

Esneklik Modülü [MR]

Taban zemini ve üstyapı tabakalarını oluşturan karışımların tekrarlı yükler altındaki davranışını tanımlayan mühendislik parametresidir.

Güvenilirlik [R]

Üstyapı tasarımının proje ömrü sonunda nasıl davranacağını bir ölçüsü olan güvenlik katsayısıdır.

Kaliforniya Taşıma Oranı [CBR]

Taban zemini ile alttemel vb. üstyapı tabakalarının taşıma gücünü belirleyen yüzde (%) cinsinden değerdir.

Plentmiks Temel

Belirli gradasyon limitleri içerisinde sürekli gradasyon verecek şekilde iri ve ince olmak üzere en az üç ayrı dane boyutu grubunun uygun oranda su ile bir plentte karıştırılmasıyla hazırlanan malzemenin projesinde belirtilen plan, profil ve enkesitlere uygun olarak bir ya da birden fazla tabakalar halinde serilip sıkıştırılmasıyla oluşturulan tabakadır.

Proje Ömrü

Yolun trafiğe açılmasından, son servis kabiliyeti değerine ulaşmaya kadar geçen zamandır.

Seçme Malzeme

Üstyapı taban zemininde şartnamelere göre kullanılması uygun olmayan malzeme yerine kullanılan, üstyapı taban zeminini teşkil etmek üzere serilip, sıkıştırılan uygun malzemedir.

Servis Kabiliyeti

Üstyapının belirlenen sürede trafiğe hizmet edebilme kabiliyetidir. "5" mükemmel bir üstyapı durumunu, "0" ise geçit vermez bir üstyapıyı tanımlamaktadır.

Silindirle Sıkıştırılmış Beton [SSB]

İri ve ince agreganın, sürekli gradasyon verecek şekilde, uygun oranda su ve çimento ile karıştırılmasıyla üretilen betonun finişerle serilip, silindirlerle sıkıştırılmasıyla yapılan üstyapı kaplama tabakasıdır.

Son Servis Kabiliyeti

Projelendirilen yol üstyapısının proje ömrü sonundaki servis kabiliyetidir.

Taşıt Eşdeğerlik Faktörü [TEF]

Otomobil, orta yüklü ticari taşıt, otobüs, kamyon veya treyler cinsinden bir taşıtın her bir geçişinin üstyapıya verdiği zarara eşit bir etki yaratan standart dingil yükü tekrür sayısıdır.

Üstyapı Taban Zemini

Üstyapı tabakalarına temel teşkil eden, trafik yükünün etkin olduğu derinliğe kadar devam eden, üstyapının hemen altında yer alan altyapı tabakasıdır.

Yıllık Ortalama Günlük Trafik [YOGT]

Yıllık Ortalama Günlük Trafik, yıl içerisindeki taşıt hacmi değişimleri dikkate alınarak hesaplanan ortalama tahmini bir değerdir. YOGT hesaplanırken yıl içerisindeki mevsimsel, aylık vd. trafik hacim değişimleri göz önünde bulundurulmalıdır.

4. YOL SINIFLARI

Bu analiz raporu, İl Özel İdareleri ve Belediyelere bağlı yol ağı için hazırlandığından yol sınıfları her iki üstyapı tipi için ilgili mevzuat gereği aşağıdaki gibi alınmıştır.

4.1 I. SINIF YOLLAR

4.1.1 Bulvar

Yerleşim yeri içindeki geniş, trafikte gidiş geliş yönleri ayrılmış caddedir.

4.1.2 Cadde

Yerleşim yeri içindeki geniş ve uzunca sokaktır.

4.1.3 Köyün veya bağlısının; il, ilçe ve belde belediyeleri ile devlet, il ve grup köy yoluna en uygun güzergâhla ulaşımını sağlayan yollar

4.1.3.1 Grup köy yolu,

4.1.3.2 Münferit köy yolu olup;

Köy veya bağlısını; il, ilçe ve belde belediyelerine bağlayan yol,

Köy veya bağlısını grup köy yoluna, il ve devlet yoluna bağlayan yol,

Bağlısını, köy merkezine bağlayan yol,

4.1.3.3 Köy içi yol

4.2. II. SINIF YOLLAR

4.2.1 Sokak

Bir veya iki tarafına binaların sıralandığı, yayaların ve/veya araçların geçmesi için ayrılan, başı ve sonu belirli bir yol

4.2.2 Köy veya bağlılarını; birinci derece öncelikli ana ulaşım yolu dışında, birden fazla bağlantı yolu ile bağlısına, köye, grup köy yoluna, devlet ve il yoluna bağlayan yollar

4.2.2.1 Grup köy yolu dışında kalan, köyü köye alternatif yol ile bağlayan yol,

4.2.2.2 Farklı köylerin bağlılarını birbirine bağlayan yol,

4.2.2.3 Bağlısını, köye (Birinci Derece Öncelikli Yol dışında) birden fazla yol ile bağlayan yol,

4.2.2.4 Köyün, farklı güzergâhtaki bağlılarını birbirine bağlayan yol,

4.3. III. SINIF YOLLAR

I. ve II. Sınıf yollar dışında kalan, köy içi yollardır.

5. PROJE ÖMRÜ

Proje ömrü yolun trafiğe açılmasından, son servis kabiliyeti değerine ulaşasıya kadar geçen zaman (yıl) dır. Bu rapor kapsamında, SSB ve BSK Yolların her ikisi için de **proje ömrü 20 yıl** alınmıştır.

6. TRAFİK

6.1. Yıllık Ortalama Günlük Taşıt Trafiği [YOGT]

SSB ve BSK Yollar için YOGT değerleri ve trafik artış katsayısı, yol sınıflarına göre **Tablo 1**'de belirtildiği gibi alınmıştır.

Tablo 1: Yol Sınıfları ve Trafik Değerleri

Yol Sınıfı	Yıllık Ortalama Günlük Taşıt Trafiği (YOGT) Kategorileri			Trafik Artış Katsayısı [%]
1. Sınıf Yollar	≤ 1000	1000 - 3000	3000 - 5000	2
2. Sınıf Yollar	≤ 500	500 - 1000	1000 - 2500	2
3. Sınıf Yollar	≤ 20	20 - 100	100 - 750	2

Tablo 1'de belirtilen YOGT trafik değerlerinin %50 sinin ağır taşıt trafiği olduğu kabul edilmiş ve hesaplarda kullanılmıştır.

6.2. Taşıt Eşdeğerlik Faktörü [TEF]

Taşıt Eşdeğerlik Faktörü [TEF], Otomobil, orta yüklü ticari taşıt, otobüs, kamyon veya treyler cinsinden bir taşıtın her bir geçişinin üstyapıya verdiği zarara eşit bir etki yaratan standart dingil yükü tekerrür sayısıdır. Her iki üstyapı tasarımı için TEF değerleri **Tablo 2'** de verildiği şekilde alınmıştır.

Tablo 2: Taşıt Eşdeğerlik Faktörleri

Taşıt Grubu	Taşıt Eşdeğerlik Faktörü [TEF]
Treyler	4.10
Kamyon	2.90
Otobüs	3.20
Orta Yüklü Ticari Taşıt	0.60
Otomobil	0.0006

7. ŞERİT DAĞITMA FAKTÖRÜ [μ]

Yol üstyapı tasarım hesapları ağır taşıtların kullandığı trafik şeridi esas alınarak yapılmaktadır. Bu şeritteki trafik hesaplanırken tek yöndeki şerit sayısına bağlı şerit dağıtma faktörleri kullanılır.

Bu analiz raporu kapsamında hem SSB hem BSK yollar için yapılan hesaplamalarda, **Şerit Dağıtma Faktörü** [μ], **100** olarak alınmıştır.

8. YÖN DAĞITMA FAKTÖRÜ [Y]

Yön dağıtma faktörü, her iki yönden geçen trafiğin, şerit bazında dağılımının bir göstergesidir. Bu rapor kapsamında yapılan hesaplamalarda, her bir trafik yönü için trafik değerinin eşit olduğu kabul edilmiştir. SSB ve BSK yollar için; **Yön Dağıtma Faktörü** [Y], **% 50** olarak alınmıştır.

9. GÜVENİLİRLİK [R]

Güvenilirlik; genel olarak üstyapı kalınlık tasarımının güvenlik katsayısıdır. Projelendirme aşamasında kabul edilen tasarım kriterlerinin proje ömrü süresince geçerliliğini koruması amacıyla, yolun önemi, tasarım aşamasında kullanılan verilerin güvenilirliği vb. hususlar değerlendirilerek belirlenmelidir.

Rapor kapsamında belirtilen yol sınıflarına uygun Güvenilirlik Seviyeleri, SSB ve BSK yollar için aynı olup, **Tablo 3'** de verilmektedir.

Tablo 3: Güvenilirlik [R] Seviyesi

Yol Sınıfı	Güvenilirlik Seviyesi [%]
I. Sınıf Yollar	90
II. Sınıf Yollar	75
III. Sınıf Yollar	60

10. SSB PLAK BOZULMA ORANI [DR]

SSB Plakta servis ömrü sonunda öngörülen bozulma derecesini gösteren orandır. Güvenilirlik ile SSB Plak Bozulma Oranı birbiriyle ilişkili kavramlardır. Güvenilirlik %100 olduğunda, bozulma oranı % 0' dır. Güvenilirlik azaldıkça bozulma oranı artar. **StreetPave** programı kullanılarak yapılan tasarımda güvenilirlik seviyesi için **SSB Plak Bozulma Oranı [DR]**, %15 olarak belirlenmiştir.

11. BSK TABAKALARI İÇİN İZAFİ MUKAVEMET KATSAYILARI

Tablo 4: BSK Tabakaları İzafi Mukavemet Katsayıları

Tabaka Tipi	İzafi Mukavemet Katsayısı
Binder	0.40
Plentmiks Temel	0.15
Plentmiks Alttemel	0.13

BSK için yapılan hesaplamalarda kalınlıklar belirlenirken, aşınma, binder, bitümlü temel tabakaları bir bütün olarak değerlendirilmiş ve "**Binder Eşdeğer Kalınlığı**" olarak hesaplanmıştır. Binder için belirlenen kalınlıklar, yapılabilir tabaka kalınlıkları ve izafi mukavemet değerleri kullanılarak diğer tabakalara dönüştürülebilecektir.

12. SON SERVİS KABİLİYETİ

Servis kabiliyeti, yol üstyapısının yol kullanıcılarına verdiği hizmetin bir göstergesidir.

Son servis kabiliyeti değerleri, SSB ve BSK yollar için **2.0** olarak belirlenmiştir.

13. SSB ÜSTYAPI TABAN ZEMİNİ

13.1. KALİFORNİYA TAŞIMA ORANI [CBR]

Zemin taşıma gücünü karakterize etmek için kullanılan bir orandır. TS EN 13286-47 "Bağılıcsız ve hidrolik bağlayıcı karışımlar - Bölüm 47: Kaliforniya taşıma oranı, anlık taşıma indisi ve doğrusal şişmenin tayini için deney yöntemi" standardında belirtilen esaslar dahilinde belirlenir.

Rapor kapsamında verilen CBR oranları ilgili standarda göre yapılan deney sonucu elde edilen **yaş CBR** oranlarıdır.

13.2. ESNEKLİK MODÜLÜ [MR]

Esneklik modülü tabakanın tekrarlı yük altında (trafik yükü) gösterdiği davranışın bir ölçüsüdür. Esneklik modülü tek eksenli dinamik yükleme altında tabakada oluşan maksimum gerilmenin, maksimum birim şekil değiştirmeye oranıdır.

Her iki üstyapi tipi için CBR değerlerine göre kabul edilen Esneklik Modülü değerleri **Tablo 5'**de verilmektedir.

Tablo 5: CBR ve Esneklik Modülü [MR] Değerleri

CBR Değeri [%]	Esneklik Modülü [psi]
$3 < \text{CBR} < 8$	5 842
$8 \leq \text{CBR} < 50$	9 389
$\text{CBR} > 50$	28 251

14. SSB SINIFI VE DAYANIMI

Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) plak için hesaplarda kullanılan beton sınıfı **C30/37** ve beton sınıfıyla uyumlu Beton Eğilme Dayanımı, **4.5 MPa** (TS EN 12390-5) alınmıştır.

15. TEMEL

Temel tabakası, üstyapının ana yapısal elemanlarından biri olup, alttemel ve tabana gelen basınç gerilmelerini kabul edilebilir seviyeye düşürmek ve belirli bir esneklik sağlayarak kaplamanın kırılmasını önlemek gibi işlevleri vardır.

BSK üstyapıların tasarımında KGM Esnek üstyapılar Projelendirme Rehberi (2008) ile uyumlu şekilde temel tabakası hesaplamalara dahil edilmiştir.

SSB üstyapılar üzerine gelen yükleri tabanda geniş bir alana dağıttıklarından çok kalın bir temel/alttemel gerektirmezler. Bu nedenle SSB Plak altında temel tabakası kullanılmamış, gerekmesi halinde alttemel kullanılmıştır.

16. ALTTEMEL

Raporda hem BSK hem de SSB üstyapı tasarımında gerekmesi halinde alttemel tabakası kırmataş olması şartıyla 15 cm alınmıştır.

17. ÜSTYAPILARIN PROJELENDİRİLMESİ

17.1. SSB ÜSTYAPILAR

SSB üstyapıların projelendirilmesinde Amerikan Beton Üstyapılar Birliği tarafından hazırlanan ve uluslararası düzeyde kabul görmüş “**StreetPave**” yazılımı kullanılmıştır. Yazılım “**AASHTO 93 Rijit Üstyapılar Yapısal Tasarım Metodu**” kriterlerini baz alarak hazırlanmıştır.

17.2. BSK ÜSTYAPILAR

BSK üstyapıların projelendirilmesinde “**AASHTO 93 Esnek Üstyapılar Tasarım Metodu**” na göre hazırlanan “**Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi**” kriterleri esas alınmıştır.

18. ÜSTYAPI KALINLIK TABLOLARI

Proje ömrü boyunca ilgili yol kesiminden geçecek olan trafik değerleri, taban zemini mühendislik özellikleri ve raporda bahsedilen kriterler göz önünde bulundurularak %60, %75 ve %90 güvenilirlik seviyeleri için ayrı ayrı hesaplanan SSB ve BSK üstyapı tabaka kalınlıkları **Tablo 6'** da verilmektedir.

Tablo 6: BSK – SSB Karşılaştırmalı Üstyapı Kalınlık Tabloları

I. SINIF YOLLAR [R = %90]													
Trafik Kategorisi													
YOGT	≤ 1000					1000-3000					3000-5000		
ÜSTYAPI TIPI	BSK		SSB			BSK		SSB			BSK		SSB
Temel	SN	20	20	-	-	SN	20	20	-	-	SN	20	20
Alttemel [cm]		15	-	15	-		15	-	15	-		15	-
CBR [%]	Üstyapı Kalınlıkları (cm)												
3 < CBR < 8	11,91	18	22	18	20	13,08	21	25	19	20,5	14,32	24	28
8 ≤ CBR < 50	10,21	15	18	17	19	11,26	17	21	18	20	12,38	19	23
CBR ≥ 50	8,89	15	15	15	17	7,75	17	17	16,5	18	8,60	19	19
T _{8,2}	6 199 822					12 366 056					24 698 523		

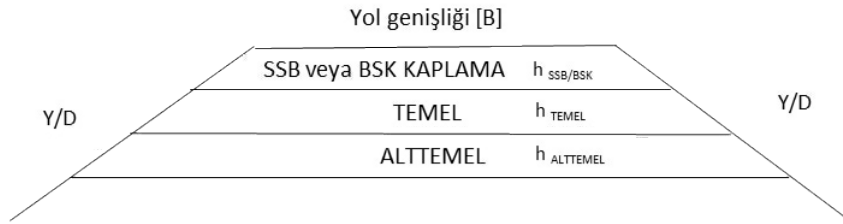
II. SINIF YOLLAR [R = %75]													
Trafik Kategorisi													
YOGT	≤ 500					500-1000					1000-2500		
ÜSTYAPI TIPI	BSK		SSB			BSK		SSB			BSK		SSB
Temel	SN	20	20	-	-	SN	20	20	-	-	SN	20	20
Alttemel [cm]		15	-	15	-		15	-	15	-		15	-
CBR [%]	Üstyapı Kalınlıkları (cm)												
3 < CBR < 8	9,90	13	17	16,5	18,5	10,49	14	19	16,5	18,5	11,80	17	22
8 ≤ CBR < 50	8,42	12	13	15,5	17,5	8,94	13	15	16	18	10,11	15	18
CBR ≥ 50	5,68	12	12	14	15,5	6,05	13	13	14,5	16	6,90	15	15
T _{8,2}	3 116 705					4 658 264					10 824 497		

III. SINIF YOLLAR [R = %60]													
Trafik Kategorisi													
YOGT	≤ 20					20-100					100-750		
ÜSTYAPI TIPI	BSK		SSB			BSK		SSB			BSK		SSB
Temel	SN	20	20	-	-	SN	20	20	-	-	SN	20	20
Alttemel [cm]		15	-	15	-		15	-	15	-		15	-
CBR [%]	Üstyapı Kalınlıkları (cm)												
3 < CBR < 8	5,89	6	7	14	16	6,83	8	10	14,5	16,5	9,08	11	15
8 ≤ CBR < 50	4,93	6	6	13	15	5,74	8	8	14	15,5	7,70	11	12
CBR ≥ 50	3,12	6	6	11,5	13,5	3,73	8	8	12	14	5,15	11	11
T _{8,2}	156 913					403 562					2 660 404		

19. MALİYET HESAPLARI

SSB ve BSK Yol üstyapılarının maliyet hesaplamaları [L]= 1 000 m uzunluğunda ve [B]= 7.0 m genişliğinde standart bir kırsal yol için yapılmıştır.

SSB / BSK YOLLAR İÇİN



Malzeme miktarları hesaplanırken aşağıda belirtilen değerler esas alınmıştır.

Binder Yoğunluğu	γ_{BINDER}	[t/m ³]	=	2.4
Temel Yoğunluğu	γ_{TEMEL}	[t/m ³]	=	2.3
Alttemel Yoğunluğu	γ_{TEMEL}	[t/m ³]	=	2.3
Şev Eğimi	[Y/D]		=	1/1
Taşıma Mesafeleri	[Km]		=	10

İmalat fiyatları belirlenirken resmi kurumların 2018 Yılı Birim Fiyatları baz alınmış olup, Plentmiks Alttemel ve Plentmiks Temel birim fiyatları detayları **Tablo 7'** de verilmektedir.

Tablo 7: Plentmiks Temel ve Alttemel Birim Fiyatları

PLENTMİKS TEMEL YAPILMASI						
Sıra No.	Poz No.	Poz. Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	6100/3	Plent-miks temel yapılması (kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	ton	1	37,63	37,63 ₺
2	07.005/K	Plent-miks temel karışımları için gerekli agreganın plente taşınması (M=10 km. ye kadar)	ton	0,957	5,91	5,65 ₺
3	07.005/K	Plent-miks temel karışımı için gerekli suyun plente taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	0,043	1,87	0,08 ₺
4	07.005/K	Plent-miks temel için gerekli suyun serim yerine taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	0,011	5,91	0,06 ₺
5	07.005/K	Plent-miks temel malzemesinin plentten serim yerine taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	1	5,91	5,91 ₺
Genel Toplam [Tl/Ton]						49,33 ₺

PLENTMİKS ALTTEMEL YAPILMASI						
Sıra No.	Poz No.	Poz. Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	6100/3-1	Plent-miks alttemel yapılması (kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	ton	1	33,01	33,01 ₺
2	07.005/K	Plent-miks alttemel karışımları için gerekli agreganın plente taşınması (M=10 km. ye kadar)	ton	0,957	5,91	5,65 ₺
3	07.005/K	Plent-miks alttemel karışımı için gerekli suyun plente taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	0,043	1,87	0,08 ₺
4	07.005/K	Plent-miks alttemel için gerekli suyun serim yerine taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	0,011	5,91	0,06 ₺
5	07.005/K	Plent-miks alttemel malzemesinin plentten serim yerine taşınması (M=10 Km, A=1)	ton	1	5,91	5,91 ₺
Genel Toplam [Tl/Ton]						44,71 ₺

19.1. SSB ÜSTYAPI MALİYETLERİ

SSB Plak maliyet hesapları için kullanılan analizler **Tablo 8'** de verilmektedir.

Tablo 8: SSB Plak Maliyet Hesaplarına Esas Birim Fiyat Analizleri

BİRİM FİYAT NO	BİRİM FİYAT ADI	ÖLÇÜ
Y.SSB/01	SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) KARIŞIMININ HAZIRLANMASI, FİNİŞERLE SERİLMESİ VE SİLİNDİRLERLE SIKIŞTIRILMASI	M3
Poz No	GİRDİLER	Ölçü
	Malzeme	
04.042/06	Hazır Beton Harçları (TS EN 206) C 30/37 Beton Harcı (işbaşında)	m3
	Serme ve Sıkıştırma Karşılığı	
KGM/4466	Büyük Plent Ünitesi İle Hazırlanmış Olan Çimento Karışımının (Çimento Stabilizasyonu) Büyük FİNİŞERLE Serilmesi ve Silindirle Sıkıştırılması	ton
Toplam		181,66
Kâr ve Genel Masraf %25		45,41
1 m3 Fiyatı		227,07

BİRİM FİYAT NO	BİRİM FİYAT ADI	ÖLÇÜ
Y.SSB/02	SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) YOL YÜZEYİNE KİMYASAL KÜR YAPILMASI	M2
Poz No	GİRDİLER	Ölçü
	Malzeme	
04.379/C02	Akrilik Esaslı Kür Malzemesi (Sıvı)	kg
	İşçilik	
01.015	Betoncu Ustası (İnşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma dahil)	sa
Toplam		2,36
Kâr ve Genel Masraf %25		0,59
1 m2 Fiyatı		2,95

BİRİM FİYAT NO	BİRİM FİYAT ADI	ÖLÇÜ
Y.SSB/04	SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) YOL YÜZEYİNE DERZ YAPILMASI	M
Poz No	GİRDİLER	Ölçü
	Derz Kesme Karşılığı	
03.617/1(Y)	Derz kesme makinesi (maksimum kesme derinliği 160 mm-12 hp) (bıçağı, su deposu, vb.. dahil komple)	sa
	İşçilik	
01.501	Düz İşçi (İnşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma dahil)	sa
Toplam		1,37
Kâr ve Genel Masraf %25		0,34
1 m Fiyatı		1,71

Bu analizler kullanılarak oluşturulan SSB Plak İmalat Birim Fiyatları (2018 yılı) **Tablo 9'** da verilmektedir.

Tablo 9: SSB Plak Birim Fiyatları

SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) (SSB/01/P)						
Sıra No.	Poz No.	İŞİN ADI	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	SSB/01	Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) karışımının hazırlanması, finişerle serilmesi ve silindirlerle sıkıştırılması	m ³	1	227,07	227,07 ₺
2	07.005/K	Silindirle Sıkıştırılmış Betonun Tesisten Sahaya Taşınması	m ³	1	14,18	14,18 ₺
Genel Toplam [TL/m ³]						241,25 ₺

SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) KÜRÜ (SSB/02)						
Sıra No.	Poz No.	İŞİN ADI	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	SSB/02	SSB Yol Yüzeyine Kimyasal Kür Yapılması	m ²	1	2,95	2,95 ₺
Genel Toplam [TL/m ²]						2,95 ₺

SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETON (SSB) DERZ YAPILMASI (SSB/04)						
Sıra No.	Poz No.	İŞİN ADI	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	SSB/04	SSB Yol Yüzeyine Derz Yapılması	m	1	1,71	1,71 ₺
Genel Toplam [TL/m]						1,71 ₺

19.2. BSK ÜSTYAPI MALİYETLERİ

BSK hesaplamaları sadece binder tabakası üzerinden yapılmış olup, maliyeti (2018 yılı) **Tablo 10'** da verilmektedir.

Tablo 10: Binder Tabakası Birim Fiyatı

BİNDER TABAKASI YAPILMASI						
Sıra No.	Poz No.	İŞİN ADI	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	6320	Asfalt betonu binder tabakası yapılması (kırılmış ve elenmiş ocak taşı ile)	ton	1	69,64	69,64 ₺
2	07.005/K	Binder için gerekli agreganın plente taşınması (M=10 km. ye kadar)	ton	1,000	5,91	5,91 ₺
3	4300/1B	04.610/1B - Asfalt Çimentosu Penetrasyon Asfalt (Kırıkkale)	ton	0,045	1 800,00	81,00 ₺
4	07.006/K	Bitümlü malzemenin temin yerinden depo tankına kadar taşınması M=300 Km	ton	0,045	76,45	3,44 ₺
5	4358	Katı bitümlü malzemenin sarnıç veya tanklarda emiş derecesine kadar ısıtılması (Makine ile)	ton	0,045	42,54	1,91 ₺
6	07.005/K	Bitümlü Sıcak Karışımın (Binder) işbaşına taşınması	ton	1,000	5,91	5,91 ₺
Genel Toplam [TL/Ton]						167,81 ₺

19.3. MALİYET KIYASLAMA TABLOLARI

SSB ve BSK birim fiyatları kullanılarak yol sınıfları, trafik kategorileri, alt temel, temel durumu ve taban zemini taşıma gücüne bağlı olarak her iki üstyapı tipine ait maliyetler belirlenmiş olup, **Tablo 11'** de verilmektedir.

Tablo 11: Yol Sınıfları Bazında BSK ve SSB Yollar Maliyetleri [TL]

I. SINIF YOLLAR [R = %90]												
Trafik Kategorisi												
*YOGT	≤ 1000				1000-3000				3000-5000			
ÜSTYAPI TİPİ	BSK		SSB		BSK		SSB		BSK		SSB	
Temel	20	20	-	-	20	20	-	-	20	20	-	-
*Alttemel [cm]	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-
CBR [%]	MALİYETLER [TL]											
3 < CBR < 8	794 663	789 836	439 912	360 351	881 477	875 744	457 101	368 795	968 290	961 651	482 885	385 683
8 ≤ CBR < 50	707 850	675 292	422 722	343 464	765 725	761 200	439 912	360 351	823 601	818 472	465 695	368 795
CBR ≥ 50	707 850	589 384	388 344	309 689	765 725	646 656	414 128	326 577	823 601	703 928	439 912	335 020
T_{8,2}	6 199 822				12 366 056				24 698 523			

II. SINIF YOLLAR [R = %75]												
Trafik Kategorisi												
*YOGT	≤ 500				500-1000				1000-2500			
ÜSTYAPI TİPİ	BSK		SSB		BSK		SSB		BSK		SSB	
Temel	20	20	-	-	20	20	-	-	20	20	-	-
*Alttemel [cm]	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-
CBR [%]	MALİYETLER [TL]											
3 < CBR < 8	649 974	646 656	414 128	335 020	678 912	703 928	414 128	335 020	765 725	789 836	448 506	368 295
8 ≤ CBR < 50	621 036	532 112	396 939	318 133	649 974	589 384	405 533	326 577	707 850	676 292	439 912	351 908
CBR ≥ 50	621 036	503 476	371 155	284 358	649 974	532 112	379 749	292 802	707 850	589 384	414 128	326 577
T_{8,2}	3 116 705				4 658 264				10 824 497			

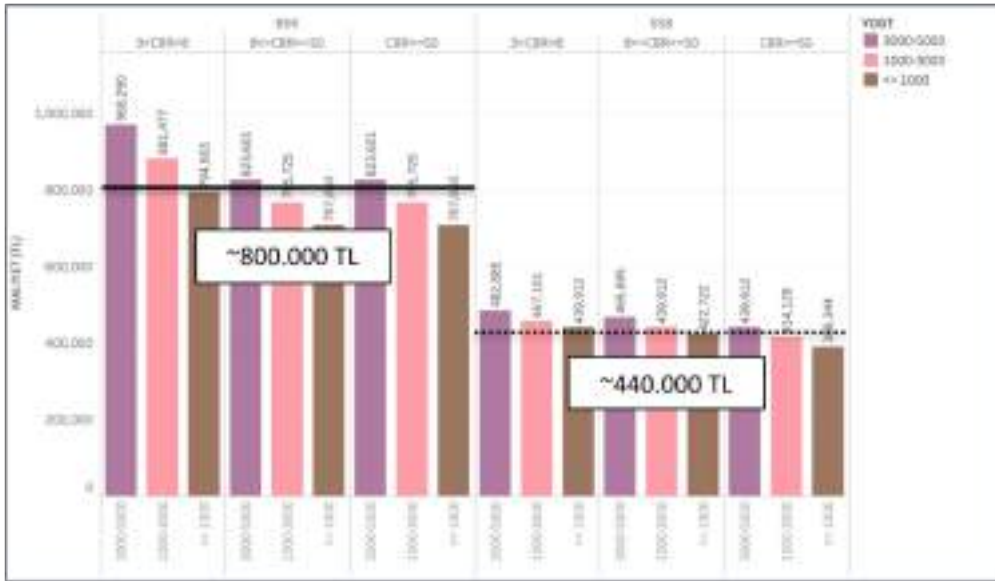
III. SINIF YOLLAR [R = %60]												
Trafik Kategorisi												
*YOGT	≤ 20				20-100				100-750			
ÜSTYAPI TİPİ	BSK		SSB		BSK		SSB		BSK		SSB	
Temel	20	20	-	-	20	20	-	-	20	20	-	-
*Alttemel [cm]	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-	15	-
CBR [%]	MALİYETLER [TL]											
3 < CBR < 8	447 410	360 296	371 155	292 802	505 285	446 204	379 949	301 246	592 099	589 384	405 533	318 133
8 ≤ CBR < 50	447 410	331 660	353 966	275 915	505 285	388 932	371 155	284 358	592 099	503 476	388 344	309 689
CBR ≥ 50	447 410	331 660	328 182	250 584	505 285	388 932	336 777	259 027	592 099	474 840	362 560	275 915
T_{8,2}	156 913				403 562				2 660 404			

19.4. GRAFİKLER

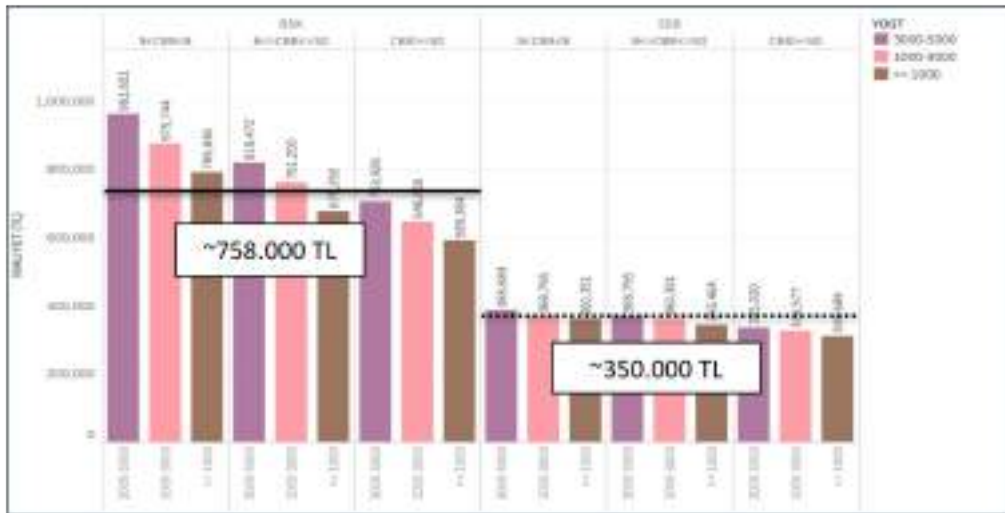
Tablo 11'deki veriler farklı yol sınıfı, trafik yükleri ve zemin koşulları için incelenecek olursa;

Şekil 1'den görüleceği üzere birinci sınıf yollarda her türlü zemin ve trafik yükünde SSB yollar BSK yollara kıyasla ortalama **%45** daha ekonomik olarak imal edilebilmektedir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran **%54'**lere kadar çıkabilmektedir (**Şekil 2**).

Şekil 1: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (I. Sınıf Yollar-Alttemelli)



Şekil 2: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (I. Sınıf Yollar-Alttemelsiz)

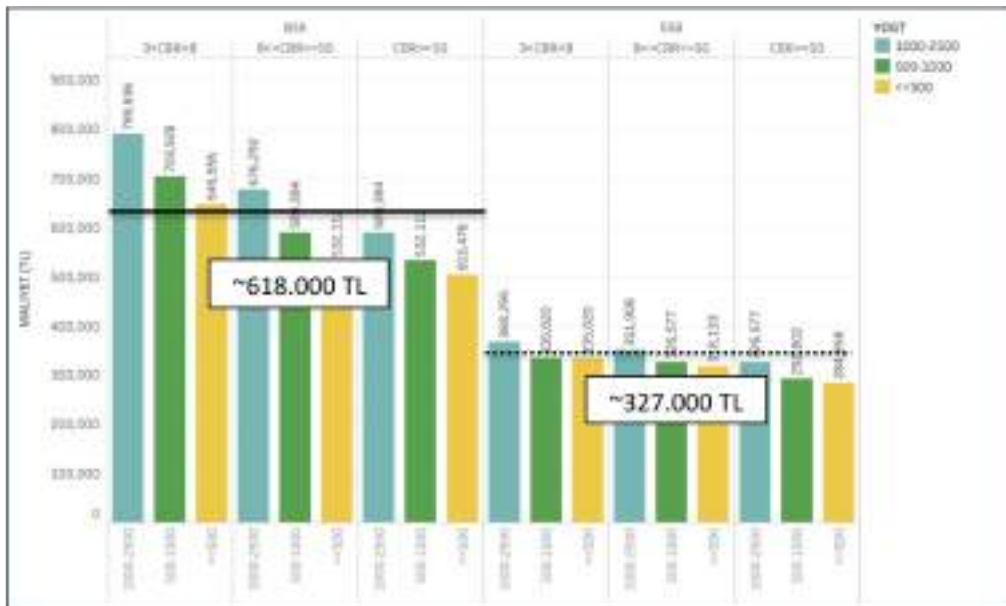


Şekil 3' den görüleceği üzere ikinci sınıf yollarda her türlü zemin ve trafik yükünde SSB yollar BSK yollarla kıyasla ortalama **%40** daha ekonomik olarak imal edilebilmektedir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran **%47**'lere kadar çıkabilmektedir (**Şekil 4**).

Şekil 3: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (II. Sınıf Yollar-Alttemelli)

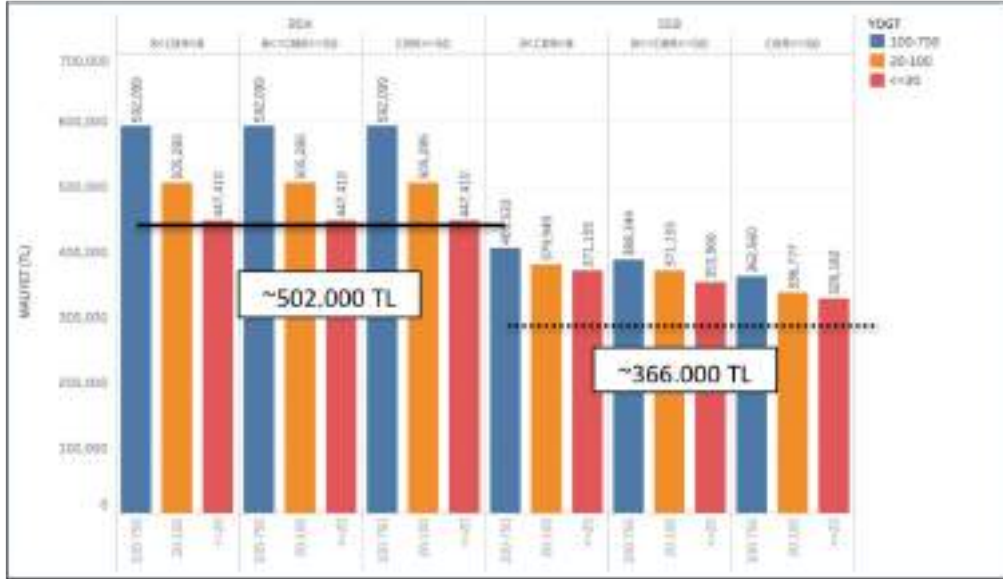


Şekil 4: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (II.Sınıf Yollar-Alttemelsiz)



Şekil 5' den görüleceği üzere üçüncü sınıf yollarda her türlü zemin ve trafik yükünde SSB yollar BSK yollara kıyasla ortalama **%27** daha ekonomik olarak imal edilebilmektedir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran **%29'**lara kadar çıkabilmektedir (**Şekil 6**).

Şekil 5: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (III.Sınıf Yollar-Alttemelli)



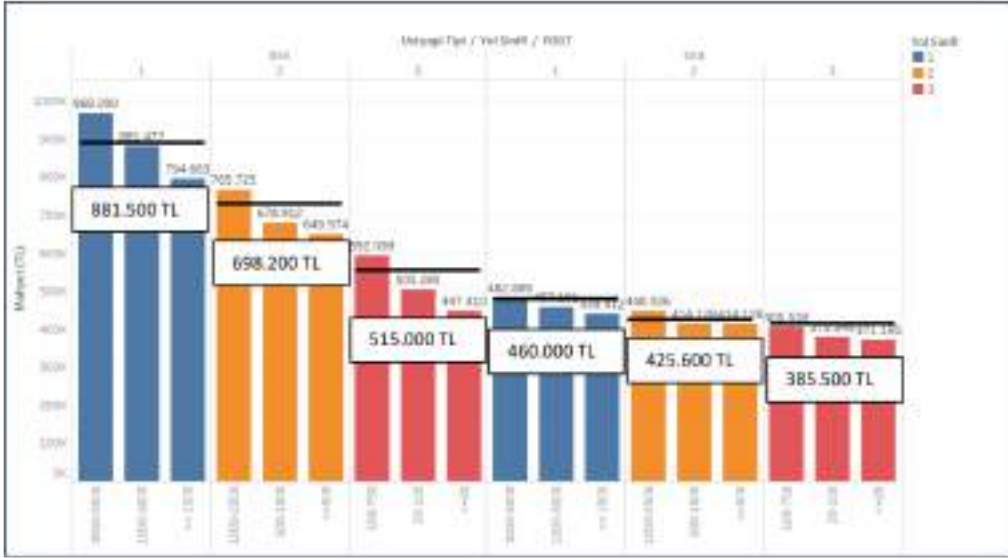
Şekil 6: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (III.Sınıf Yollar-Alttemelsiz)



Şekil 7-12 arasında ise, farklı taşıma güçlerine sahip taban zeminlerinde, BSK ve SSB Yol üstyapılarının maliyetleri karşılaştırılmıştır.

Şekil 7' den görüleceği üzere zayıf taşıma gücüne sahip ($3 < \text{CBR} < 8$) taban zemini baz alınarak yapılan değerlendirmelerde; her yol sınıfında ve trafik koşulunda SSB yollar BSK yollara kıyasla daha ekonomik olmakla beraber, bu oran I. Sınıf yollarda **%41.5**, II.Sınıf yollarda **%39.1** ve III.Sınıf yollarda **%25.2** dir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran I. Sınıf yollarda **%57.6**, II. Sınıf yollarda **%51.4** ve III. Sınıf yollarda **%34.6** ya çıkmaktadır (**Şekil 8**).

Şekil 7: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $3 < \text{CBR} < 8$ – Alttemelli)



Şekil 8: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $3 < \text{CBR} < 8$ – Alttemelsiz)

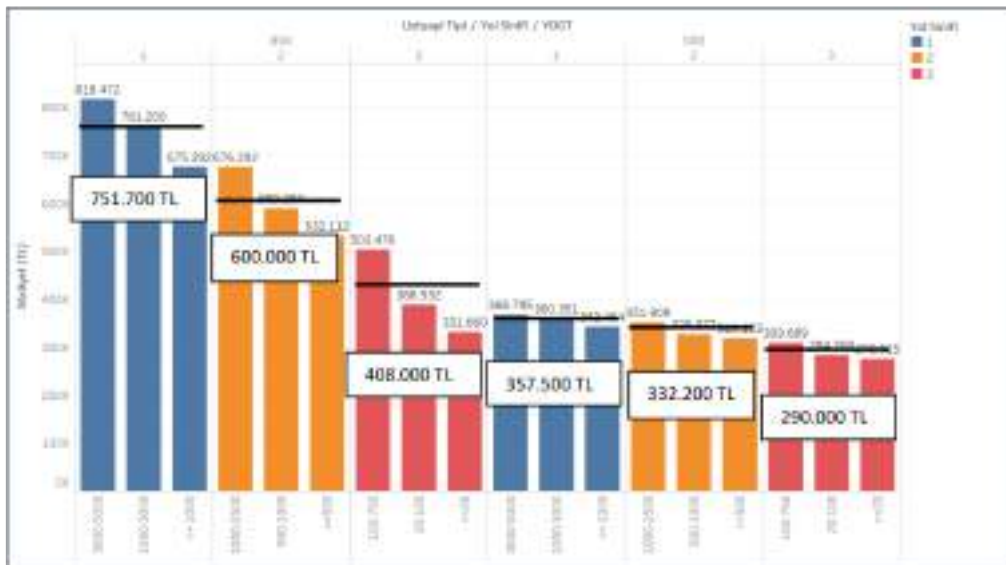


Şekil 9' dan görüleceği üzere orta düzey taşıma gücüne sahip ($8 \leq \text{CBR} < 50$) taban zemini baz alınarak yapılan değerlendirmelerde; her yol sınıfında ve trafik koşulunda SSB yollar BSK yollara kıyasla daha ekonomik olmakla beraber, bu oran I. Sınıf yollarda **%42.1**, II. Sınıf yollarda **%37.3** ve III. Sınıf yollarda **%28.0** dir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran I. Sınıf yollarda **%52.4**, II. Sınıf yollarda **%44.6** ve III. Sınıf yollarda **%29.0** a çıkmaktadır (**Şekil 10**).

Şekil 9: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $8 \leq \text{CBR} < 50$ – Alttemelli)

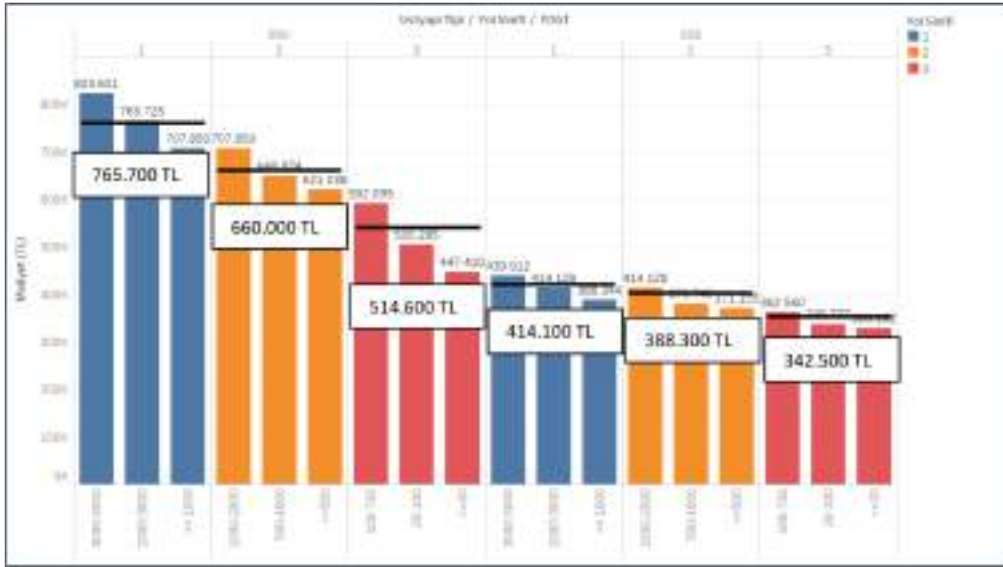


Şekil 10: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $8 \leq \text{CBR} < 50$ – Alttemelsiz)



Şekil 11' den görüleceği üzere yüksek taşıma gücüne sahip ($CBR \geq 50$) taban zemini baz alınarak yapılan değerlendirmelerde; her yol sınıfında ve trafik koşulunda SSB yollar BSK yollara kıyasla daha ekonomik olmakla beraber, bu oran I. Sınıf yollarda **%46.0**, II. Sınıf yollarda **%41.2** ve III. Sınıf yollarda **%27.8** dir. Eğer alttemel imal edilmeyecek olursa bu oran I. Sınıf yollarda **%50.0**, II. Sınıf yollarda **%44.3** ve III. Sınıf yollarda **%34.3** e çıkmaktadır (**Şekil 12**).

Şekil 11: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $CBR \geq 50$ - Alttemelli)



Şekil 12: BSK-SSB Maliyet Karşılaştırması (Taşıma Gücü: $CBR \geq 50$ - Alttemelsiz)



20. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kitapçık kapsamından Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) ve Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar teknik ve maliyet açısından aynı proje ömrü ve zemin koşulları ile aynı trafik ve aynı yol sınıflarında karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken kaynakçada belirtilen ve Ülkemizde genel olarak kullanılan resmi rehberler ile 2018 yılı Birim Fiyatları esas alınmıştır.

Tasarımlar üç farklı zemin sınıfı, üç güvenilirlik seviyesi (Yol sınıfları) ve farklı trafik kategorileri esas alınarak yapılmıştır.

Bu kapsamlı araştırma Ülkemiz kırsal yolları için BSK ve SSB üstyapı alternatiflerinin kalınlık ve maliyetler açısından karşılaştırılan ilk çalışma niteliğindedir. Çalışma sonuçları aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Tüm yol sınıflarında, tüm trafik kategorileri ve taban zeminlerinde; SSB yollar BSK yollara göre daha ekonomiktir. Bu oranlar yol sınıflarına göre aşağıda tablo halinde verilmektedir.

Tablo 12: Yol Sınıfları Bazında SSB Yolların BSK Yollara Göre Ekonomiklik Oranı
(Tüm Zemin ve Trafik koşullarında ortalama olarak)

Yol Sınıfı	SSB Yolların BSK Yollara Göre Ekonomiklik Oranı	
	<i>Alttemelli</i>	<i>Alttemelsiz</i>
I. Sınıf Yollar	% 45	% 54
II. Sınıf Yollar	% 40	% 47
III. Sınıf Yollar	% 27	% 29

- Farklı taşıma gücüne sahip taban zeminleri üzerine yapılan BSK ve SSB üstyapılar karşılaştırıldığında ise; tüm yol sınıfları ve trafik kategorilerinde; SSB yollar BSK yollara göre daha ekonomiktir. Ekonomiklik oranları farklı taban zemini taşıma güçlerine bağlı olarak aşağıda tablo halinde verilmektedir.

Tablo 13: Taban Zemin Özellikleri Bazında SSB Yolların BSK Yollara Göre Ekonomiklik Oranı
(Tüm Yol Sınıfı ve Trafik koşullarında ortalama olarak)

Taban Zemini	SSB Yolların BSK Yollara Göre Ekonomiklik Oranı					
	I. Sınıf Yollar		II. Sınıf Yollar		III. Sınıf Yollar	
	Alttemelli	Alttemelsiz	Alttemelli	Alttemelsiz	Alttemelli	Alttemelsiz
3<CBR<8	41.5	57.6	39.1	51.4	25.2	34.6
8≤CBR<50	42.1	52.4	37.3	44.6	28.0	29.0
CBR≥50	46.0	50.0	41.2	44.3	27.8	34.3

- Kitapçık kapsamında yapılan maliyet analizlerinin tamamı ilk yapım maliyetleridir. Proje ömrü boyunca SSB ve BSK yollara yapılacak bakım ve onarım faaliyetlerinin miktar ve maliyetleri ayrıca değerlendirilmelidir. Bu amaçla yapılacak uzun dönem maliyet hesaplamalarında SSB yolların BSK yollara göre maliyet etkinliğinin daha da artacağı öngörülmektedir.

21. KAYNAKÇA

- SSB Yollar Birim Fiyat Analizleri ve Tarifleri, MİGM, 2018
- Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar Tasarım Rehberi, MİGM, 2018
- Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yollar Teknik Şartnamesi, MİGM, 2017
- Yol, Köprü, Tünel, Bitümlü Kaplamalar, Bakım ve Trafik İşlerine Ait Birim Fiyat Listesi, KGM, 2018
- Karayolu Teknik Şartnamesi; KGM, 2013
- Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi, Sağlık A., Güngör A. G.; KGM, 2008

Notlar

Notlar

Notlar

[illegible]



Tepe Prime A Blok Kat: 18-19
Eskişehir Devlet Yolu 9. km
No: 266 06800 Ankara
info@tcma.org.tr
www.tcma.org.tr