

# Karayolları Üst Yapılarının Takviye Metodları

Yazan :

**İbrahim BULUTOĞLU**

İnş. Yük. Müh.



## Ö Z E T :

Bu yazımızda halen vazife görmekte olan üst yapıların defleksiyon tesbitine tabi tutularak nasıl muayene edildikleri ve çeşitli memleketlerde trafik ve çevre şartlarına göre ne şekilde takviye edildikleri ile memleketimizde durumun ne olduğu bahse konu edilmiştir.

## G İ R İ Ş :

Otomobil yirminci asrın başında icad edildi. Uzun yıllar daha önceden motorsuz vasıtalar için yapılmış yollar çok fazla değişmelere tabi tutulmadan bu vasıtanın şartlarına da cevap verdi. Ancak bilhassa İkinci Dünya Harbinden sonra bu vasıta memleketlerin sosyal ve ekonomik hayatında çok önemli bir yer tutmaya baş-

ladı. Bir taraftan şahsi arabaların alışılmamış seviyede artışlar göstermesi ve çok yüksek sür'at yapma temayülünün genelleşmesi yolların geometrik karakteristiklerinin de çok büyük ölçülerin kullanılmasını gerektirdi, diğer taraftan karayolu ulaşımının yük ve yolcu taşıması yönünden diğer ulaşım sistemlerinin yerini alması daha ağır tesirlere cevabı verecek kabiliyetle üst yapıların yapımını gerekli kılmaya başladı. Bir çok yollar geometrik karakteristik yönünden artan ihtiyaca uzun süre cevap vermeğe devam ettiği halde üst yapı yönünden durum aynı olmadı. Bu durum bütün memleketlerde karayolcuları yol sebekesini üst yapı yönünden takviye edilmesi problemi ile karşı karşıya bıraktı. İlk yıllar takviyelerde çok keyfi ve ampruk usullerle iktifa olundu. Ancak programlarda bu işlerin işgal ettiği yer büyüdükçe daha ilmi daha güvenilir metodların araştırılması mecburiyet haline geldi.

Yapılan teorik araştırmalar maalesef daima yetersiz kaldı. Halbuki gözlem ve denemelere istinad eden çalışmalar bu gün için tatbik edilebilecek bazı metodların ortaya konmasına imkân verdi. Bunlar içinde Kanada, Fransa, İsviçre, Macaristan, Romanya gibi bir çok memleketlerde geniş çapta tatbik edilen Benkelman kırışi ile ölçülen defleksiyonlara dayalı olanlar çok önemli bir yer tutmaktadır.

### Benkelman kırışinin tanımı :

Şekil 1 de Kanadalılar tarafından geliştirilen ve bizde de kullanılan bir Benkelman kırışini göstermektedir Şekil 2 defleksiyon tesbitinin nasıl yapıldığını Şekil 3 ise ön ayaklar defleksiyon çanağı içinde olduğu zaman defleksiyon mekanizmasını ve düzeltme hesabını göstermektedir. Gösterge de okunan değer bir düzeltme lüzumlu ise düzeltme yapıldıktan sonra 2 ile çarpılarak hakiki defleksiyon değeri bulunmuş olur.

### DEFLEKSİYONUN MÂNASI VE GEÇERLİLİĞİ :

Defleksiyon testleri bir performans çalışması olarak yapılmaya başlandı. Yani mevcut bir yolda defleksiyonlar ölçülerek onun yük taşıma kabiliyeti ile hizmet görme endisi tesbit edilmeğe çalışıldı.

AASHO nun yapmış olduğu deneme yolun da çeşitli üst yapıların bahar defleksiyonları ile tekerrür eden muayyen sayıda eş değer dingilden hareket ederek üst yapı ömür süresi arasında bir bağıntı kurulmaya çalışıldı.

Elde edilen regresyon denklemi şöyle fade edildi.

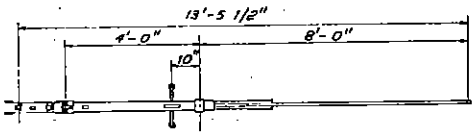
$$\text{Log } W_{2,5} = 9,40 + 1,32 \text{ Log } L_1 - 3,25 \text{ Log } d$$

Bu formülde :

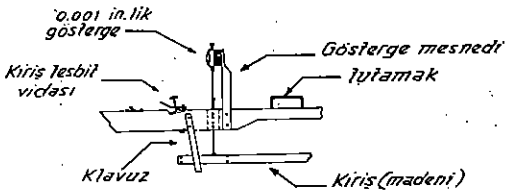
$W_{2,5}$  2,5 servis kabiliyeti indeksi için ömür süresi

$L_1$  Kips cinsinden dingil ağırlığı

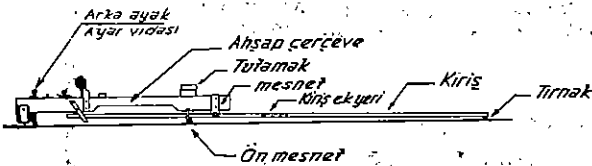
$d$   $L/2$  teker yükü altında inç'in  $\frac{1}{1000}$  i cinsinden ifade edilen defleksiyon



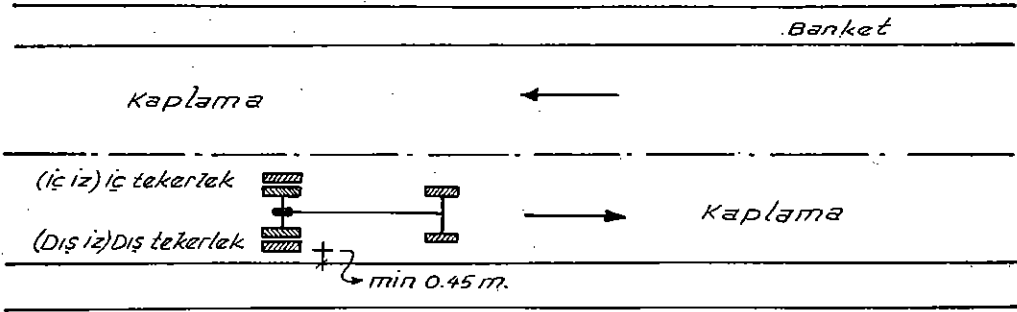
Kırışin üst görünüşü ve başlıca abattar.



İndikatörün monte edildiği yerin yandan görünüşü

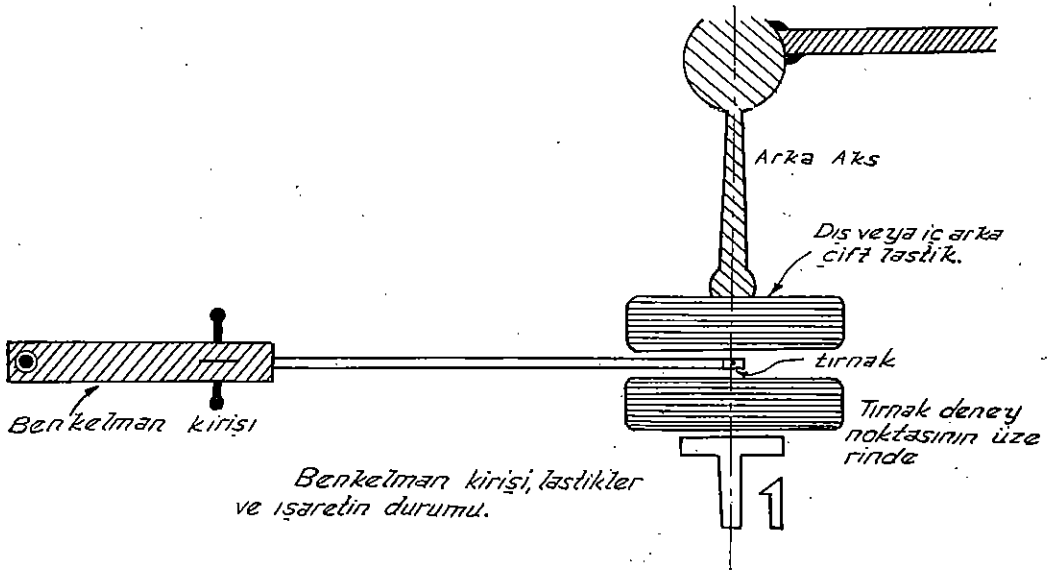


Şekil : 1 — Kırışin yandan görünüşü  
BENKELMAN KIRIŞI VE PARÇALARI  
(klâsik bir tip)

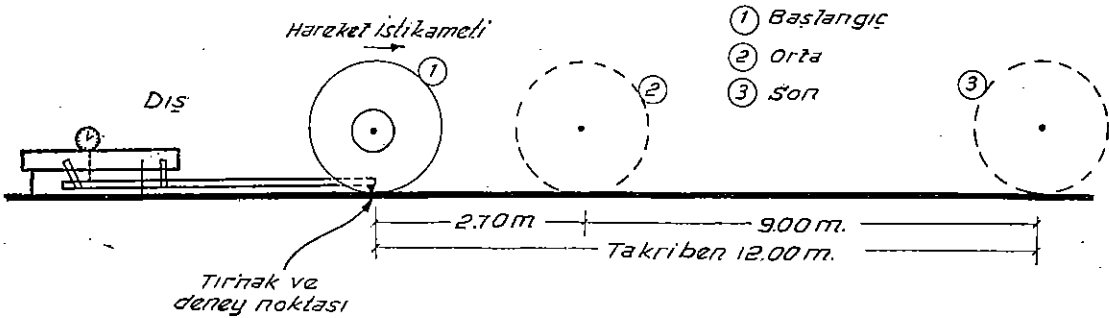


Not: Mümkünse orta tekerler en çok kullanılan trafik izleri üzerine yerleştirilmelidir.

Platform üzerinde kamyonun yerleştirilme şekli



Benkelman kirişi, lastikler ve işaretin durumu.



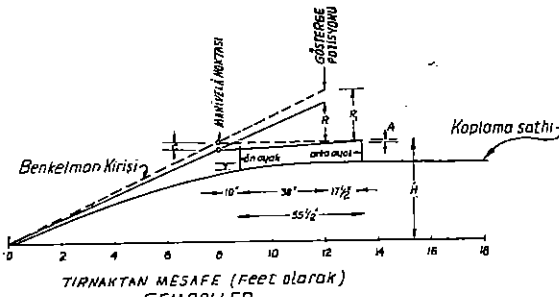
Şekil : 2 — Çalışmanın yandan görünüşü

Bu formülün sonuçları şöylece özetlenebilir :

1 —  $\frac{180}{100}$  mm. lik defleksiyona sahip olan bir üst yapı günde 50 adet 10 t. dingil sıklığında kamyon tesirine 10 yıl sürece cevap verebilir.

2 —  $\frac{70}{100}$  mm. ilk defleksiyona sahip bir üst yapı günde 1000 adet 10 t. dingil sıklığında kamyon tesirine 20 yıl sürece cevap verebilir.

CBR abaklarına göre ebadlandırılmış ve grantler



SEMBOLLER

H = Toplam yükseklik A = Göstergenin dikey hareketi  
R = Zahiri okuma C = Manivela noktasının dikey hareketi  
Y = Ön ayakların alması R<sub>1</sub> = Hakiki okuma  
Ön ayakların kaplamanın defleksiyon sahasında olduğunu farzedin  
Kesikçizgiler, ön ayaklar orijinal kaplama sahasında olduğundan göre  
Kirişin pozisyonunu göstermektedir.

$$A = \frac{17.5}{55.5} Y \dots\dots ① \quad \frac{H}{H+R_1} = \frac{96}{144} \text{ veya } H = 2R_1 \dots\dots ③$$

$$C = \frac{65.5}{55.5} Y \dots\dots ② \quad \frac{H-C}{H-A+R} = \frac{96}{144} \dots\dots ④$$

1,2,3. eşitliklerini 4 nolu eşitliğe yerleştirirsek :

$2R_1 = 2R + 291 Y$   
Hakiki defleksiyon = Zahiri defleksiyon + 291 x ön ayakların çökmesi  
Ön ayaklar defleksiyon çanoğında olduğu takdirde zahiri defleksiyonu  
düzeltilmek için yapılacak işlem.

Şekil : 3

malzemelerle teşkil edilmiş bir üst yapı için M. Daubere isimli bir Fransızın verdiği sonuç :

Defleksiyon 10 t. dingil ağırlığında

$\frac{100}{100}$  mm ile  $\frac{120}{100}$  mm. arasında değişiyor.

SSCB. günden Prof. Ivanov'un verdiği değer 10 t. dingil ağırlığı ve çeşitli sayıda tekerrürler için defleksiyon

$\frac{60}{100}$  mm. ile  $\frac{130}{100}$  mm. arasında oluyor.

Road Research Laboratory (İngiltere) nin sonuçları :

Ağır trafikli bir yolda  $\frac{70}{100}$  mm. lik defleksiyona sahip bir üst yapı 10 ilâ 20 yıl arasında bir ömre sahip oluyor.

Kanadalıların (C.G.R.A.) sonuçları :

CGRA trafiği 1000'in üstünde bulunan yollarda yaptığı denemelerden şu sonuçlara vardı : 10 t. dingil ağırlığı altında yolun trafiğine göre

$\frac{140}{100}$  mm. den  $\frac{66}{100}$  mm. ye kadar değişen defleksiyonlar 20 yıl ömür süresi için kritik oluyor.

Bu sonuçları trafiği hafif orta ağır diye üç kısma ayırır şu şekilde bir tabloda özetleyebiliriz :

Trafik	Ağır	Orta	Hafif
Doubrère	—	120	—
Ivanov	60	—	130
A.A.S.H.O.	70	—	180
İngiltere	70	—	—
Kanada (CGRA)	60	150	—

Defleksiyonlar üst yapının ve taban toprağının mekanik özelliklerinin dışında bir takım başka faktörlere bağlı olarak da büyük değişimler gösterir. O halde takviye edilmesi düşünülen üst yapılarda bunların homojen olmaması yüzünden muayeneyi mümkün olduğu kadar kısa parçalar karakterize edilecek şekilde yapmak ve çevre şartları yönünden defleksiyonların en gayri müsaide olduğu peryod'a irca etmek gerekir.

Kanadalıların defleksiyon değişimleri hakkındaki gözlemleri :

1 — Mevsimlere bağlı olarak defleksiyon değişimi Nisan ayında don çözülmeci peryodunda bir maksimum, don mevsimi sonunda yani Mart ayında bir minimum ve genel olarak, Mayıs ayında önemli bir düşüş ve Haziranda yine nisbi bir yükselme ve ondan sonra Mart ayına kadar muntazam bir düşme gözleniyor. Hadisenin bu inkişafı Kanada şartlarına göredir. Türkiye şartlarında minimumlar sahil ve don olayı olmayan bölgeler hariç Mart, Nisan aylarında toplanmaktadır. Sonbahar ayları defleksiyonların en düşük olduğu aylardır. Kanadalılar sonbahar defleksiyonlarından nisan defleksiyonlarına geçmek için 2,5 katsayısını kullanıyorlar.

2 — Vasıtaların hızının ve taban toprağının karakterinin defleksiyonlar üzerindeki tesiri : Elâstik zeminler üzerinde defleksiyonlar yük hızında müstakildir. Halbuki visko elâstik karakterdeki topraklarda meselâ kilerde hızla bağlı olarak önemli düşüşler oluyor.

3 — Defleksiyon tatbik edilen yüklerle lineer olarak değişiyor.

4 — Defleksiyonlar ısı ile lineer olarak artıyor. Bu sonuçlar şekil 4 de özetlenmiştir.

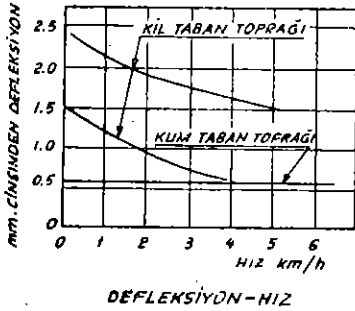
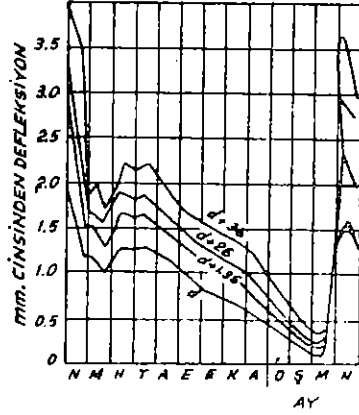
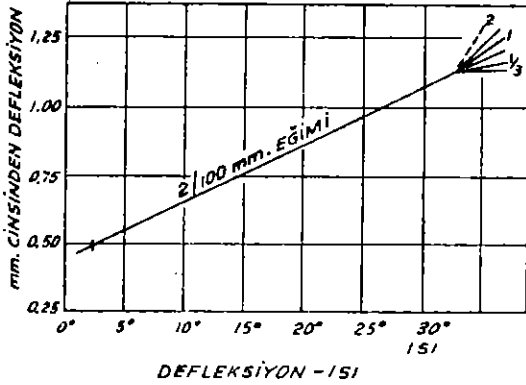
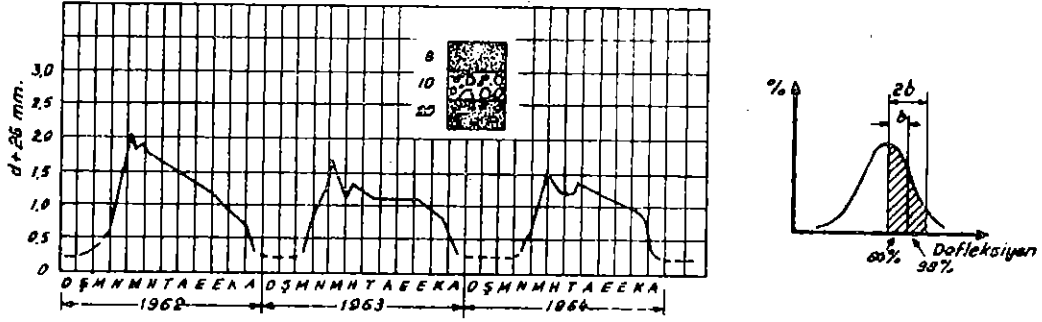
### TAKVİYE PROJELERİNDE KULLANILACAK DEFLEKSİYONLARIN TAYİN EDİLMESİ :

1 — Sosyalist memleketler 200 m. lik parçalarda 3 er adet defleksiyon tesbit ediyorlar. Fark  $\frac{20}{100}$  mm. den çok değilse ortalama alıyorlar.

2 — Kanada CGRA 300 m. lik parçalarda sağlı sollu 10 okuma yapıp dağılımın lineer bir kanuna bağlı olduğunu kabul ediyorlar.  $\bar{X}$  ortalama defleksiyonuna standart sapma  $\sigma$  nın 2 katını ilâve ederek % 95 ihtimal eşliğinde olayı karakterize eden defleksiyonu buluyorlar.

Türkiye'de kullanılan usul buna uygundur. Ancak standart sapma % 90 ihtimal eşliğine uygun gelen 1,1 katsayısı ile çarpılmaktadır. Şekil 6 bizdeki defleksiyon ölçme esasını gösteriyor.

3 — Fransa'da Lacroix deflektografi ile hareke halinde defleksiyon ölçümü yapılıyor. Kesimler 200 m olarak seçiliyor. Bir kesimde yaklaşık olarak 60 nokta vardır. Karakteristik defleksiyon değeri sapmaların lo garitmik bir kanuna uygun geldiğine göre hesaplanıyor



Şekil : 4 — Defleksiyon'un yılın periyoduna, vasıtanın hızına ve ısıya bağlı olarak değişimi.

## DEFLEKSİYON DEĞERLERİNDEN HAREKET EDİLEREK GELİŞTİRİLEN TAKVİYE METOTLARI :

1 — İvanov metodu :

Metod şu 4 esas doneye istinad eder :

- $d_0$  : Takviyeden önceki bahar defleksiyonu
- $d_1$  : Takviyeden sonra arzu edilen defleksiyon
- E : Takviyede kullanılacak bitümlü tabaka elâstik modülü
- h Takviye tabakası kalınlığı,

Başka yoldan elde edilmesine rağmen metod defleksiyon oranlarının logaritmesi ile kalınlık arasında iner bir bağıntı olduğunu ortaya koyuyor. Bu doğru

şekil 7 de A ile işaretlenen doğrudur. Bu şekildeki abak ordinat eksemine taşınmış defleksiyonu ile 10 t. a irca edilmiş kamyon adedine göre gerekli takviye kalınlığını veriyor.

2 — AASHO deneme yolundan çıkarılan metod :

Bu yolda istatistik'i menşeli iki bağıntı elde edildi.

— Birincisi kalınlığı D olan bir üst yapının takviyeden önceki defleksiyonu  $d_0$  ve h kalınlığında bir bitümlü malzeme ile takviye edildikten sonraki defleksiyonu  $d_1$  olduğuna göre :

$$\text{Log } d_0 = 3,30 - 4,6 \text{ Log } (D+1)$$

$$\text{Log } d_1 = 3,30 - 4,6 \text{ Log } (0,14 h + D + 1)$$

Bu denklemlerden D elimine edilerek  $d_0$ ,  $d_1$  ve h

arasındaki bağıntı bulunur.  $h = k \text{ Log } \frac{d_0}{d_1}$

— İkinci bağıntı yolun takviyeden sonra 2,5 servis kabiliyeti indeksine düşene kadar geçen sürede N vasıta sayısı ile defleksiyon arasında kuruldu.

$$N \times d_1 \cdot 3,25 = S_b$$

Şekil 8, sağ tarafta takviyeden önceki defleksiyon ile takviye tabakası kalınlığı arasındaki bağıntıyı, sol tarafta ise takviyeden sonraki defleksiyon ile ömür süresi arasındaki bağıntıyı veriyor. Bu şekil 3 faktörden hareket ederek takviye tabakası kalınlığının hesabına yarıyor.

3 — Colas.deneysel metodu :

Colas yol firması AASHO sonuçlarından yararlanarak bir deneysel metod ortaya koydu. Metodun hareket noktası daha evvelden verilen şu bağıntı idi.

$$e = k \text{ Log } \frac{d_1}{d_2}$$

e = cm. cinsinden takviye kalınlığı

k = Takviye malzemesi ile ilgili bir katsayı

d<sub>1</sub> = Bir noktada takviyeden önceki defleksiyon

d<sub>2</sub> = Aynı noktada takviyeden sonraki defleksiyon

Formül ancak çok kalın olmayan takviyeler için geçerlidir. Kullanma limiti 20 - 25 cm. dir.

k katsayı sabiti kullanılacak takviye malzemesinin

karakterine bağlıdır.  $k = \frac{333}{P}$  dir. p malzemesinin tak-

viye kuvveti malzemenin granüler iskeleti ve tabii mekanik stabilitesine bağlı olarak büyüdüğü gibi kullanılan bitümün katılığına tabi olarak da büyür. Bu sebepten son yıllarda bitümlü karışımla yapılan takviyelerden içinde daha çok kırıklı malzeme ihtiva eden daha iyi granülometride malzemeler daha katı bitümlerle muamele edilerek hazırlanmaya başlandı. Bu şekilde kalınlıklardan büyük tasarruflar sağlamak mümkündür.

Colas metodu P nin hesabı için bir tecrübe planşı yapımını şart koşar.

4 — Fransa'da L.C.P.C. nin koyduğu metod :

Bu metod defleksiyonlara ve trafik ağırlığına bağlı olarak takviye kalınlıklarının tablolar halinde verir. Halen Fransız karayollarında kullanılan bu metoddur.

Tablo : II  
Ömür Süresi : 20 Yıl

Trafik d <sub>0</sub>	6000 V/gün	3000 6000 V/gün	1500 3000 V/gün	750 1500 V/gün
80—100	10			
100—120	15	10		
120—160	20	15	10	
160—200	25	20	15	10
200—240		25	20	15
240—280			25	20

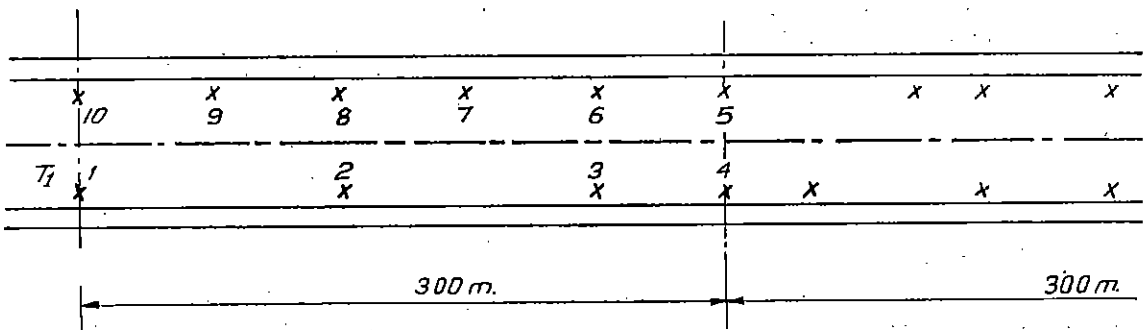
Tablonun hazırlanmasında ağır vasıtanın genel trafığe oranı % 15 olarak alınmıştır. Daha yüksek veya daha düşük oranlarda tablodaki trafik sınıfı değiştirilir.

Tablo : III  
Ömür Süresi : 10 Yıl

Trafik d <sub>0</sub>	6000 V/gün	3000 6000 V/gün	1500 3000 V/gün	750 1500 V/gün
80—100	8			
100—120	10	8		
120—160	15	10	8	
160—200	20	15	10	8
200—240	25	20	15	10
240—280		25	20	15

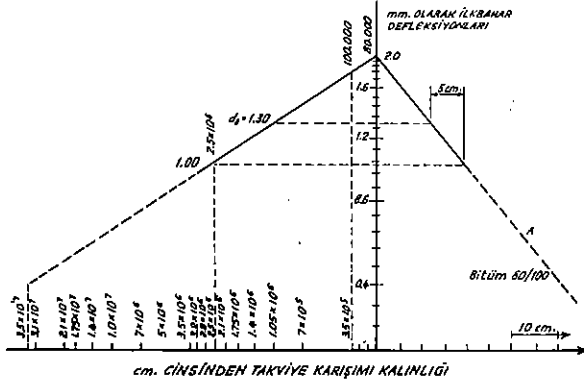
6 — Kanada da CGRA nin geliştirili kullanılmakta olduğu metod :

CGRA yollar üzerinde yaptığı çok uzun yıllara sâr gözlemleri 1962 yılında Ann Arbor Konferansına bir rapor halinde takdim etti. Defleksiyon ölçümlerini, çeşitli faktörlere bağlı olarak gösterdiği değişiklikleri, kritik



Şekil : 5 — Deneş noktalarının seçimi (CGRA metodu)





Şekil : 8 — AASHO deneme yoluna göre takviyeden evvel ilkbahar defleksiyonları ile, takviye bitümlü karışım kalınlığı ve takviyeden sonraki yük tekrerrüü arasındaki bağıntı

2 — 100 adet ağır vasıta için (dingil ağırlığı 3 t. dan büyük) AASHO eşdeğerlik katsayıları kullanılarak yapılan bir etüd bunun ortalama 80 adet 8 t. dingil ağırlığındaki vasıtaya eşdeğer olacağını gösterdi. Bunun 10 t. dingil sikletine sahip ağır vasıtalar cinsinden değeri 40 dir.

3 — Mukayese tabloları için ağır vasıta trafiği yönünden yollar orta, ağır, çok ağır olarak üç katagori de toplandı. 4 sınıfa ayrıldı.

- 1 — I. Sınıf Yollar (2000 - 4000) Vasıta/gün
- 2 — II. Sınıf Yollar (1000 - 2000) Vasıta/gün
- 3 — III. Sınıf Yollar ( 100 - 1000) Vasıta/gün
- 4 — IV. Sınıf Yollar 100 Vasıta/gün

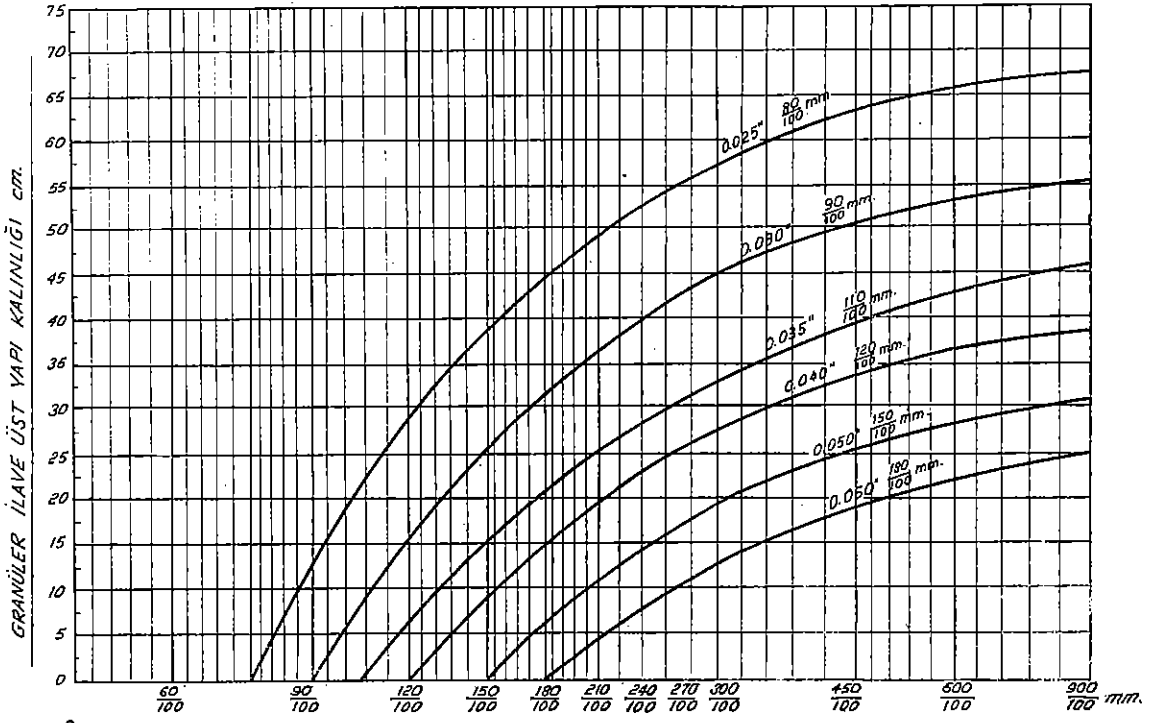
5 — Bu sınıflandırma esasına göre çok ağır trafikli yollar kategorisine I. sınıf yolların bazıları ile özel yollar girmektedir. I ve II. sınıf yolların büyük bir kısmı ağır trafikli, II. sınıf yolların geri kalanı orta trafikli olmaktadır.

### TAKVİYE ŞEKİLLERİ :

Genel olarak takviyeler trafik kesilmeden yapıldığı için bu duruma en uygun gelen bitümlü karışımlarla takviye yapmak günden güne daha genişleyen bir te-

mayül halindedir. Ancak defleksiyonların  $\frac{200}{100}$  mm. yi

geçtiği çok deforme olmuş ve heterojen bir bünye arzeden yollarda hidrolik bağlayıcılar kullanarak bünyeyi daha homojen ve daha rijid hale getirmek bir çok memleketlerde vazgeçilmez olarak görünüyor. Hafif ve Orta ağırlıkdaki yollarda granüler temel malzemesi ilâve edip sathı yeniden kaplamak bizim bünyemize uygun bir şekil olarak halen memleketimizde tatbik edilmektedir.



CGRA. BENKELMAN DEFLKSİYONLARI

Mevcut üst yapılarda defleksiyon miktarını muhtelif kabili tecviz değerlere indirmek için gerekli ilâve üst yapı kalınlıklarını tayine yarayan eğriler.

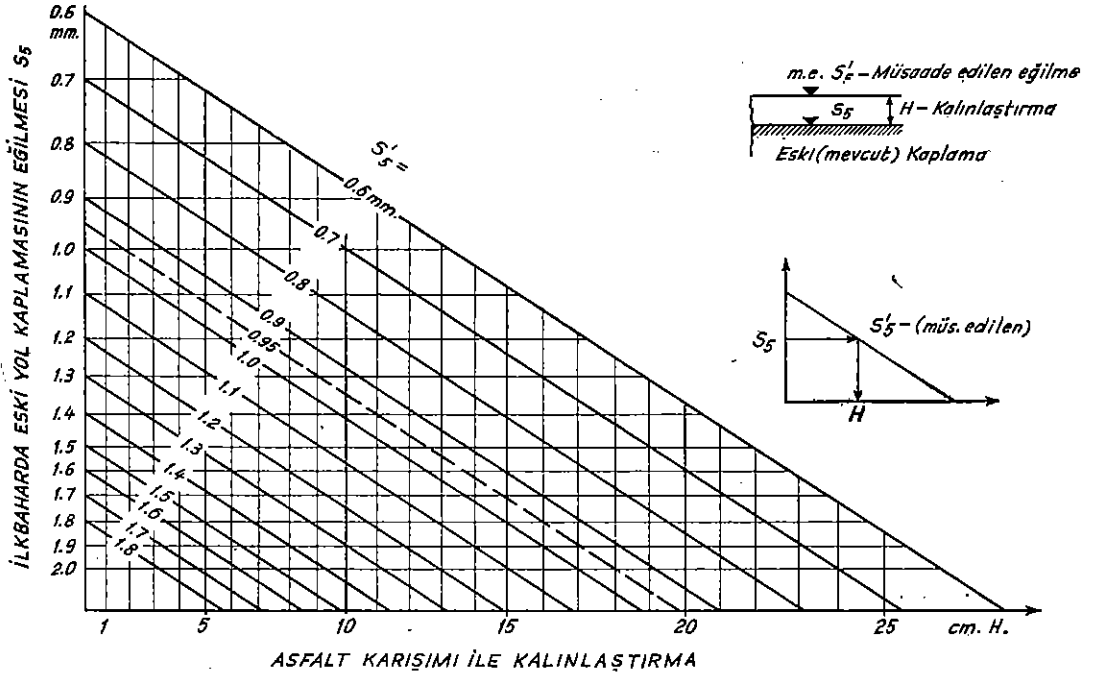
Şekil : 9

Tablo : V. Ömür Süresi 12 - 20 Yıl

Deflek- slyon d mm.	Günlük Ağır Vasıta Trafığı 500 - 1000 Trafik Kategorisi I				Günlük Ağır Vasıta Trafığı 1000 - 2000 Trafik Kategorisi II				Günlük Ağır Vasıta Trafığı > 2000 Trafik Kategorisi III			
	İvanov		Fransa		İvanov		Fransa		İvanov		Fransa	
	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.
100 100	—	—	—	—	5	5	7	—	10	10	10	10
125 100	5	5	8	—	8	10	12	10	13	15	15	15
150 100	8	8	12,5	10	12,5	12,5	15	15	15	19	20	20
175 100	12,5	11	16	15	18	16	20	20	22,5	22	25	25
200 100	14	12,5	18	15	20	18	22	20	25	24	25	25

Tablo : VI. Ömür Süresi 10 Yıl

Deflek- slyon d mm.	Günlük Ağır Vasıta Trafığı 500 - 1000 Trafik Kategorisi I				Günlük Ağır Vasıta Trafığı 1000 - 2000 Trafik Kategorisi II				Günlük Ağır Vasıta Trafığı 2000 Trafik Kategorisi III			
	İvanov		Fransa		İvanov		Fransa		İvanov		Fransa	
	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.	AASHO cm.	CGRA cm.	Sosyalist Blok cm.	Fransa cm.
100 100	—	—	—	—	3	—	—	—	6	5	8	8
125 100	—	—	5	8	8	8	10	10	10	10	10	10
150 100	8	10	12,5	12,5	12,5	10	15	15	15	15	15	15
175 100	10	10	15	15	15	15	17,5	17,5	17,5	17,5	20	20
200 100	15	10	17,5	17,5	17,5	15	20	20	20	20	20	20



Şekil : 10 — İlkbaharda, Benkelman aleti ile yolun S<sub>5</sub> bükülmesinin ölçülmesi ve mevcut eski kaplamanın kalınlaştırılması ölçüsünün bulunmasını gösterir grafik.

Bitümlü karışımlarla takviye projelerinin hazırlanmasında dikkat edilecek hususlar :

$$1 - e = k \log \frac{d_1}{d_2} \text{ formülünü daha önceden ver-$$

miş ve k ya bağlı olarak e kalınlığının azaltılıp artabileceğini ifade etmiştik. Mümkün merteye az bir kalınlıkla azami takviye kuvvetini elde etmek için karışım malzemesinin granüler iskeletinin donell olması, kırılmış malzeme yüzlerinin yüksek olması şarttır. Bu malzemeye yüksek bir iç stabilite sağlar. Karışımında kullanılan bitüm'ün katılığı arttıkça rijidlik dolayısıyla takviye kuvveti artmaktadır. Bu yönden bazı memleketler

Asfalt Çimentosu Penetrasyon derecesini 60 - 70 olarak tesbit temayülündedirler.

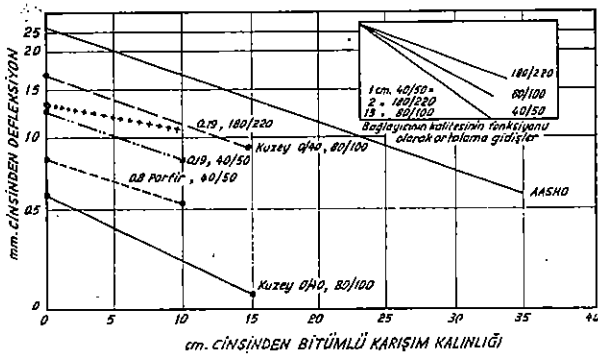
Şekil 11, 12 ve 13 Arjantin, Kalforniya ve Fransa da karışım ve bitüm karakterini bağlı olarak defleksiyonlar oranı logaritmesi - kalınlık münasebetini verer doğruların meyillerini dolayısıyla bu karakteristikleri olaya ne şekilde tesir ettiğini göstermektedir.

2 — Karışımları daha yumuşak bitümle ve mekanik stabilitesi daha düşük malzeme kullanılarak yapılmaları hallerinde bilhassa kalın takviye tabakaları getirilmesi felaâket halinde bir iz meydana gelme riski doğmaktadır. İze mani olmak için uygun sıkıştırma usulünün tatbik edilmesi de çok önemli bir şarttır.

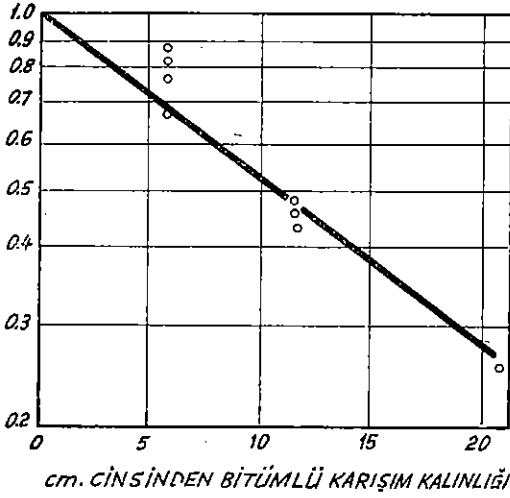
Hidrolik bağlayıcılar kullanılarak yapılan takviyeler (Çakıl - çimento, çakıl - letye)

1 — Çakıl - çimentolar trafik tesirinden hiç değilse bir kaç gün korunmalıdır. Ancak yine de ortaya çıkabilecek bozulmalara mani olmak için kırık malzeme yüzdesinin çok yüksek ve tabii mekanik stabilitesini yeterli bir seviyede olması şarttır.

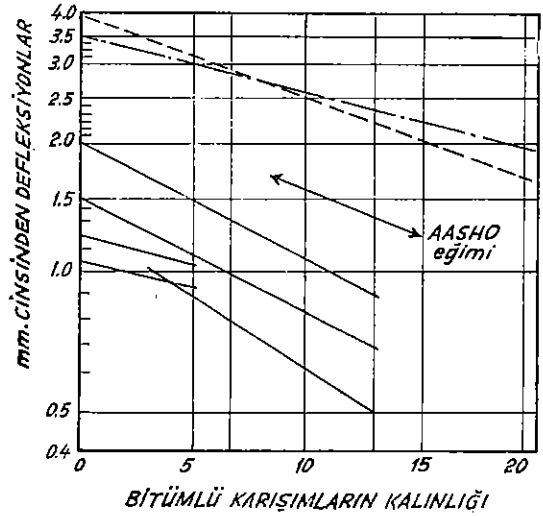
Çakıl - çimentolar için bir ikinci risk çatlama olayıdır. Çatlamanın bu tip takviyeler'in mukavemeti üzerinde menfi etkisi olacağı kabul edilmese bile üstün getirilecek olan kaplamaya sirayeti kaçınılmaz telâkk ediliyor. Üzerine ancak 10 cm. den daha kalın bitümlü karışımlar getirilmesi halinde uzun süre çatlaklar sathı intikal etmez. Çatlakları ince tutmak yönünden çimento yüzdesini 5 in üstüne çıkarmamak soğuk mevsimlerde inşaatı terk etmek bazı memleketlerin kabu ettiği usuller arasındadır.



Şekil : 11 — Fransız denemesi



Şekil 12 — 5 t luk çift teker altında Arjantin deneyi



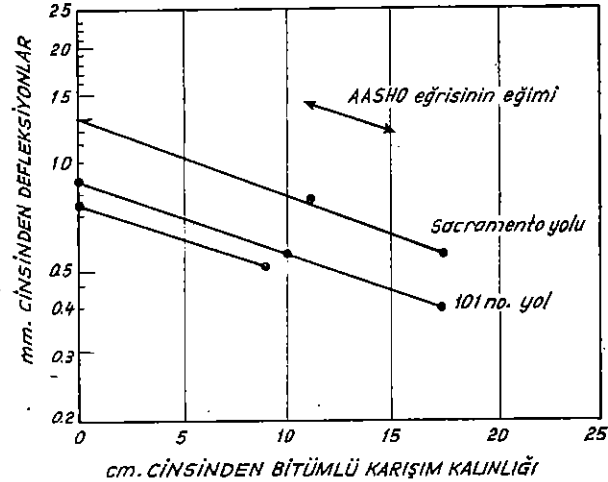
2 — Çakıl-Letyeler trafiktten müteessir olmazlar ve trafik altında inşa edilebilirler. Ancak trafik tesiri ile bozulmaması için malzemenin tabii mekanik stabilitesinin yüksek olması gerekir.

### SONUÇ :

Defleksiyon değerlerine bakılarak bir üstyapının takviyeye ihtiyaç gösterip göstermediğine, takviyeye ihtiyaç varsa nasıl bir takviyenin yapılması gerektiğine

taya koyuyor. Bu durum önümüzdeki yıllarda üstyapı takviye işlerinin programlarımızda çok daha yüksek nisbette yer işgal etmesini gerektirecek niteliktedir. Ancak yol işleri için tefrik edilebilen imkânların sınırlı olması çok iyi bir öncelik sırası tesbitinin kaçınılmazlığı sonucunu doğuruyor. Şebekede asfaltlanmış yol uzunluğunun büyük çapta artırılması temayülü mevcut kaplama yapılmış yolların takviye problemlerinin gereği ile paralel olarak yürütülmezse kısa bir süre içinde kara-

(Not : Eşdeğerlik faktörü ile ilgili şekil 24. sayfada)



Şekil 13 — California denemesi

karar vermek dünyada çeşitli memleketlerde kullanılmakta, Türkiyede de 1965 den beri uygulama safhasına girmiş bulunmaktadır. Yapılan testler yollarımızda genel olarak bir eksik kalınlık durumunun mevcudiyetini or-

### BOBLİYOGRAFİ

- 1 — RENFORCEMENT des CHAUSSE - Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers. Special H. J. P. ROLLAND, J. DURRIEU, R. DESVIGNES, G. LANGUMIEIZ, PH. LEGER, J. BONNOT.
- 2 — Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers Juillet - Août 1967 No. 26
- 3 — G. M. DORMOW - The extension to practice of a fundamental procedure for the design of flexible pavements (International conference of the structural design of asphalt pavements - Ann Arbor 1962)
- 4 — C. G. R. A. - Pavement evaluation studies in Canada - Ann Arbor 1962)
- 5 — H. R. B. - The A. A. S. H. O. Rodd Test Report 5 - Pavement research.
- 6 — C. G. R. A. - A giude to the structural design of flexible and rigid pavements in Canada (Septembre 1965)
- 7 — MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS - Recommendation pour le dimensionnement des chaussées d'utoroutes et des chaussées atrafic lourd.

