

SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	B	VOLUME	27	NUMBER	2	1977
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



ORMAN YOLLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Ö. Bülend SEÇKİN 1)

GİRİŞ

Orman yolları, ormandan elde edilen ana ürünün (= odunun) tüke-
tim merkezlerine ya da fabrikalara taşınmasını, ormanın yetiştirilme-
si, korunması ve denetimi işlerinin kolaylıkla görülmesini, ormaniçi
ve bitişiği köylerin ulaşım sorunlarının çözümünün hızlandırılması ile
kırsal ve özellikle ormaniçi rekreasyonun gelişiminin sağlanmasını
mümkün kılan başlıca olanaklardan birisi ve en önemlisidir. Dolayısıyla
bu yollar üzerinde, örneğin kamyon, otomobil vb. gibi çeşitli tipteki
motorlu araçlardan oluşan bir orman trafiği söz konusudur. Bu trafi-
ğin hacmi, kuşkusuz, ormanın yıllık odun üretimine, ormanda sürdürü-
rülen gençleştirme ve bakım çalışmalarının entansitesine, dolayısıyla
bu amaçla gerekli malzeme, makine ve işçi taşıma faaliyetlerinin yo-
ğunluğuna, ormandan elde edilen yan ürünlerin çeşit ve miktarına, or-
manın yangın ve benzeri tehlikelere karşı eğilimlik durumuna, orman-
içi ve bitişiği yerleşme alanlarının sayısı ve nüfusuna, orman mıntika-
sının rekreasyonel kapasitesi vb. gibi özelliklerine bağlı olarak değişir.

Ormanda rekreasyonel eylemlerin sürdürülmesiyle, ormaniçi ve bi-
tişiği köylerin ulaşım gereksinmelerinin karşılanması sırasında oluşan
trafik, sosyal içerikli bir orman trafiği niteliğindedir. Bu trafik, yerel
ulaşım ve rekreasyona dayalı olduğundan, çoğunlukla belirli çizgiler
üzerinde etkinliğini sürdürür. Bu nedenle orman yol şebeke plânlama-
sında dengeli çözümlere ulaşabilmek için gerektiğinde bu trafiğinde

1) İ. Ü. Orman Fakültesi Orman İşletme İnşaatı Kürsüsü, İstanbul.

ayrıca incelenmesi ve isteklerinin ilgili yolların tasarımında gözönünde bulundurulması gerekir.

Ormanı işletmeye açmak amacıyla plânlanan şebeke yolları, genellikle I., II. ve III. sınıf yollar olarak sınıflandırılabilir. Bütün bu yollar üzerinde kamyon ve benzeri motorlu araçlarla taşıma yapılabilir. Bunlardan I. sınıf olanlar, ormandaki en önemli yolları oluşturur ve en büyük trafik hacmine sahiptir. Genellikle 6.0 m genişliğinde inşa edilen bu yollar, 5.0 m lik bir kaplama genişliğine sahip olup çift yönlü trafiğin geçişine elverişlidirler. II. sınıf yollar, kaplama genişliği 3.0 m olarak inşa edilirler. III. sınıf, yani yol şebekesinin yan kollarını oluşturan yollar ise 3.0 m genişliğinde, fakat kaplamasız olarak yapılırlar (Cornides ve Herpay, 1972). Bunlar genellikle sürekli ağır trafiğin seyrine elverişli değildirler.

Komple bir orman kamyon yolu şebekesini oluşturan bu farklı standardeki orman yollarının şebeke içindeki oranları değişiktir. Genel olarak bu konuda, yolun sahip olduğu trafik hacmi ile şebeke içindeki uzunluğu arasında ters bir orantının var olduğu söylenebilir. Bu ise, bir orman yol şebekesinde bu üç ayrı sınıftaki yollardan II. sınıf yolların I. sınıf ve III. sınıf yolların da II. sınıf yollardan daha fazla olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Yolun genişlik, eğim, kurp yarıçapı, kaplama durumu vb. gibi fiziksel özellikleri hem teknik, hem de ekonomik bakımlardan çok büyük öneme sahiptir. Örneğin teknik olarak uygun ve yeterli olan söz konusu özellikler, yol boyunca trafiğin rahat bir biçimde seyrine olanak sağlar ve ekonomik bakımdan uygunluk ise kârlı bir taşımacılığı mümkün kılar.

Bu öneminden dolayı bu yazıda, orman yollarının fiziksel özellikleri üzerinde durulmuştur.

1 Yol Genişliği

Orman kamyon yollarında, daha önce de belirtilmiş olduğu üzere yol genişliği I. sınıf yollarda 6.0 m, II. sınıf yollarda 4.0 m ve III. sınıf yollarda ise 3.0 m dir. Bu ifadeden kolaylıkla anlaşılacağı gibi, I. sınıf orman yolları çift şeritli, II. ve III. sınıf orman yolları ise tek şeritli yol niteliğindedir.

Tek şeritli yollarda motorlu araçların gidiş ve dönüşleri aynı şerit üzerinde olacağından, gidiş ve dönüşü yapan araçların birbirlerinin yanından çarpmadan geçebilmesi ya araçların bir tarafındaki tekerleklerinin banketler üzerine çekilmesi suretiyle ya da yol kenarlarında yer yer yapılmış olan özel geçme bantları (= kurvazman yerleri) aracılığıyla mümkün olur (Resim 1). Bu kurvazman yerlerinin teşkilinde, özellikle görüş koşullarını gözönünde bulundurmak gerekir.



Resim 1 Bir kurvazman yeri

Orman yol genişliği, yol üzerinden taşınacak odunun miktarı, dolayısıyla geçecek trafiğin hacmi ile ilgili olarak matematik usullerle belirlenir. Ancak günümüzün yaygın uygulaması, çift şeritli orman yolu yerine de genellikle tek şeritli orman yolu inşası biçimindedir. Bu durumda orman yolları boyunca yer yer kurvazman yerlerinin teşkili ayrı bir önem kazanmaktadır.

Öte yandan yol inşa alanı genişliğinin de belirli bir değerin altına düşürülmemesi gerekir. Bu alanın genişliğinin genellikle 9.0 m olması yeterlidir (Huggard 1958). Bu genişlik, orman yolları bakımından hayati öneme sahiptir. Zira bir yolun kuru kalabilmesi için güneşlenme ve havalanmaya gereksinmesi vardır. Gene bir yolun üzerine doğru sarkan ağaç ve dalların yola yaptığı zarar diğer birçok faktörünkünden daha yüksektir. Bu gibi ağaç ve dallar yol yüzeyinin sürekli olarak rutubetli kalmasına neden olur ve bu da yol zemininin taşıma gücünü önemli ölçüde azaltır. Bu nedenle yol yüzeyi, banketler ve şevlerin havalanabilmesi için, inşaat alanının yeterli genişlikte olması gerekir. Normal koşullarda bu genişliğin 9.0 m dolayında olması amaca uygun düşmekle birlikte, bazı durumlarda, özellikle önemli güzergâhlarda bu genişliğin 12.0 m ye kadar çıkarılması aşırı bir düşünce olarak kabul edilmelidir (Huggard, 1958).

Ayrıca tek seritli orman yolları boyunca bir ölçüde kurvazman yerleri fonksiyonunu da yerine getirecek olan banketlerin, odunların istif edilmesi ve buralarda yapılacak yüklemelere olanak sağlaması bakımından geniş tutulması faydalıdır.

2 Eğim

Eğim, genellikle iki nokta arasındaki kot farkının gene bu iki nokta arasındaki yatay mesafeye oranıdır.

Orman yollarında eğim, çok büyük bir öneme sahiptir. Bir yolda boyuna ve enine olmak üzere iki ayrı eğim söz konusudur ve bunlar belirli sınır değerlere sahiptir. Normal koşullarda boyuna eğim en az % 2-3 ve en fazla % 10 olmalıdır (Hafner, 1972). Aksi takdirde, örneğin eğim değerinin minimal değer altına düşürülmesi durumunda yol boyunca yağmur sularının akarak yol yüzeyini terketmesi, dolayısıyla drenaj sisteminin normal çalışması engellenmiş ve yol yüzeyinin çamurlaşmış bozularak geçit vermeyecek ölçüde kötüleşmesine yol açılmış olur. Eğimin maksimal değer üstüne çıkarılması durumundaysa, gerek yolda, gerekse taşımayı yapan araçlarda çeşitli zararlara neden olunur. Kuşkusuz her iki durumda da yolun sürekliliği ve trafik güvenliği tehlikeli bir durum alır. Bu nedenle orman yollarının uygun eğim oranlarına göre plânlanıp inşa edilmesi, taşımanın sürekliliği ve ekonomisi bakımından büyük bir önem taşır. Ancak bazı hallerde bu sınır değerlerin aşılması zorunlu olabilir. Bu takdirde % 12, hatta pek az hallerde kısa doğru mesafeler içinde, fakat sadece orman yollarının uç kısımlarında % 14 eğime kadar çıkılabilir (Hafner, 1972). Ancak en iyisi, % 12 den daha yüksek eğim değerlerine iltifat etmemektir. Her ne kadar bu dik eğim değerlerine zorunluluk karşısında pek az hallerde ve kısa mesafeler dahilinde başvurulursa da, gene de daima uygun eğim oranlarının uygulanmasına ve maksimal değer aşılmasına, özellikle çıkış eğimlerinin % 9 dan fazla olmamasına özen gösterilmelidir. Ayrıca şu hususu da önemle belirtmek gerekir ki, kısa mesafelerdeki çok dik eğimler, daha az dik fakat uzun mesafelerde devam eden eğimlerden daha az tehlikelidir. Bu nedenle, mümkün olduğu takdirde uzun mesafeli bir eğim yerine birkaç yerde kısa mesafeli dik eğim uygulamak daha yerinde olur. Ancak dik eğimlerin de şu sakıncaları vardır Bunlar; güç kaybı, yüzey sularının oluşturacağı tahribat, araçların sürtünme nedeniyle yol yüzeyinde yapacağı

zararlar, frenlemenin yıkıcı etkileri, taşıma sonucu araçta ortaya çıkacak yıpranmalar, donlu mevsimlerde yolun trafiğe kapanması zorunluğu vb. gibidir.

Öte yandan orman yollarında % 2 den daha küçük eğim değerlerinin drenaj sorunu nedeniyle hiçbir zaman kullanılmaması gerekir. Bununla birlikte, pek zorunlu durumlarda bu değerın % 0,5 e kadar düşürülebileceği ileri sürülebilir. Ancak orman yollarında bu kadar küçük eğim değerlerini kullanmaktansa, normal minimal eğim değerini korumak suretiyle bu yolların hafif ters eğimli olarak inşası daha yerinde olur. Ayrıca, orman yollarında örneğin mücbir noktalara temas temini ve bataklık, kayalık, sahipli araziden kaçınma zorunluğu vb. gibi durumlar karşısında da ters eğim uygulaması söz konusu olur. Bu gibi zorunlu durumlarda uygulanacak ters eğim değerlerinin uzun mesafelerde en fazla % 6, kısa mesafelerde (500 m ye kadar) ise % 7 yi aşmaması gerekir (Bayoğlu, 1965).

Orman yolları, yağmur sularının yol gövdesinden en kısa zamanda uzaklaştırılması, dolayısıyla yolun drenajının sağlanması için ya bir ya da iki yanlı olarak eğimlendirilir. Bu amaçla % 6 ya kadar enine eğimler uygulanabilir. Yol yüzeyi ne kadar pürüzsüz ve ne kadar az geçirgen olursa, uygulanacak enine eğim değeri de o kadar küçük olur. Orman yolları genel olarak ne pürüzsüz ne de geçirimsiz olduğundan bu yollara uygulanan enine eğim değerleri de karayollarının kine oranla daha yüksektir. Ve bir yanlı olarak uygulanan enine eğimler çoğunlukla yamaca doğru akıntılı olur.

3 Kurblar

Görüş mesafesi, yoldan 1.2 m göz yüksekliğinde ve yolun orta kısmında yeralan bir sürücü ile aracın önündeki bir engel arasındaki görülebilen en uzak mesafe olarak tanımlanabilir. Tek şeritli bir yolda iki tip görüş mesafesi söz konusudur. Bunlardan birisi durma görüş mesafesi, diğeri ise karşılaşma görüş mesafesidir. Aracın önündeki engel ya duran başka bir araç, ya da yerde tesadüfen bulunan tomruk, taş vb. olabilir. Bu takdirde seyahat etmekte olan aracın durma mesafesine eşit bir uzaklıkta durması gerekir. Öte yandan engel hareketli ise, bu durumda en büyük tehlikeyi karşılıklı seyahat eden araçların birbirlerine çarpması teşkil edeceğinden, bu takdirde de görme mesa-

fesini, durma mesafesinin iki katı olarak almak yerinde olur (Boutet, 1949).

Durma görüş mesafesi, tepki mesafesi ile frenleme mesafesine bağlı minimal değerler olarak ifade edilebilir. Tepki (= reaksiyon) mesafesi (L_r), aracın hızı (v) ile engelin farkedildiği andan frene basıncaya kadar geçen tepki zamanı (t_r) nın bir fonksiyonudur. Yani:

$$L_r = v \cdot t_r$$

dir. Tepki zamanı, şahsa göre değişir. Bu konuda yapılan psikoteknik denemelerde bu zamanın en çok 2, en az 0.5 ve ortalama 0.9 saniye olabileceği tesbit edilmiştir (Boutet, 1949). Bu sonuçlar az veya çok tecrübesiz sürücüler için uygulanabilir. Ve orman kamyon yolları için söz konusu zaman (t_r), sürücülerin genellikle tecrübesiz olduğu gözönünde bulundurulursa 2 saniye olarak kabul edilebilir.

Frenleme mesafesi (L_b), aracın hızı (v), ivme (g), sürtünme katsayısı (f) ve eğim (s)'in bir fonksiyonudur. Yani:

$$L_b = \frac{v^2}{2g(f + s)}$$

dir (Skaar, 1972). Nemli ve gayrı muntazam çakıl kaplamalı bir orman kamyon yolunun sürtünme katsayısı 0.30-0.40 arasında değişir. Aslında bu katsayı çok değişkendir. Öncelikle aracın hızına bağlıdır ve bazen çok düşük hızlar için büyük değerlere ulaşabilir. Ancak belli bir hız değerinde, söz konusu katsayı ile lâstiklerin ve yol yüzeyinin durumu, özellikle yol yüzeyinin nemliliği arasında sıkı bir ilişki vardır.

Öte yandan yukarıdaki esastan hareket edildiğinde, durma görüş mesafesi (L_s) için aşağıdaki formül oluşturulabilir (Skaar, 1972):

$$L_s = 0.278 t_r \left(v - \frac{10 \cdot v}{100} \right) + \frac{\left(v - \frac{10 \cdot v}{100} \right)^2}{254.3 (f + s)}$$

Burada,

L_s = durma görüş mesafesi, m

v = hız (ıslak yüzeyler için % 10 azaltılır), km/saat

f = sürtünme katsayısı

s = eğim, %

t_r = tepki zamanı, san

Tablo 1 de, eğim ve aracın hızı ile ilgili olarak minimal görüş mesafeleri (m cinsinden) verilmektedir. Bu mesafelerin hesaplanmasında tepki zamanı (t_r) 2 saniye ve sürtünme katsayısı $f = 0.35$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1 Hız ve eğimle ilgili olarak durma görüş mesafeleri

Eğim, %	Hız, km/saat				
	20	30	40	50	60
— 10	15.0	26.0	40.0	57.0	76.0
— 7	14.5	25.0	38.0	53.5	71.0
— 5	14.0	24.5	37.0	51.5	68.0
0	13.5	23.0	34.5	48.0	63.0
5	13.0	22.0	33.0	45.0	59.0
10	13.0	21.5	31.0	43.0	55.5

Bu tablodaki minimal değerleri kar yolları için, lokal koşulları gözönünde bulundurarak % 10 - 20 oranında arttırmak yerinde olur.

Karşılama görüş mesafesi ise, aynı yol üzerinde karşıdan gelmekte olan 1.4 m yüksekliğindeki bir aracı serbestçe görmeyi sağlayan mesafe olarak tanımlanır. Ve bu mesafenin minimum değeri, aracı durma mesafesine 5 - 10 m lik bir emniyet mesafesi ilâve edilmek suretiyle hesaplanır (Skaar, 1972).

Öte yandan bir kurb içinde bir aracın seyahatı esnasında bu araç merkezkaç kuvvetin etkisiyle yolun dışına doğru itilmeğe çalışılır. Bu etkiyi gidermek için, kurlar, yolun dış kenarından iç kenarına doğru eğimlendirilir, yani yola dever verilir.

Kurb merkezinden aracı dışarıya doğru itmeğe çalışan merkezkaç kuvveti, aracın ağırlığına, yerçekimi gücüne, aracın hızına ve kurb yarıçapına bağlıdır. (R) yarıçaplı bir kurbta, yolda (i) enine eğimi varsa ve yol üzerinde (P) ağırlığındaki bir araç (v) hızı ile seyrediyorsa, aracın ağırlık merkezinde araca etki yapan yanal kuvvet, sadece yol

yüzeyi ile araç tekerlekleri arasındaki sürütme kuvveti ile karşılanır. Araçın stabilitesinin bozulmaması ve merkezkaç kuvvet etkisi ile yoldan dışarı doğru kaymaması için bu kuvvetin sürtünme kuvveti (P_{fk}) dan küçük olmaması gerekir. Dolayısıyla,

$$i + f_k > \frac{v^2}{127 R}$$

eşitsizliğini elde etmek mümkün olur (Sonuç, 1976).

Burada,

v = hız, km/saat

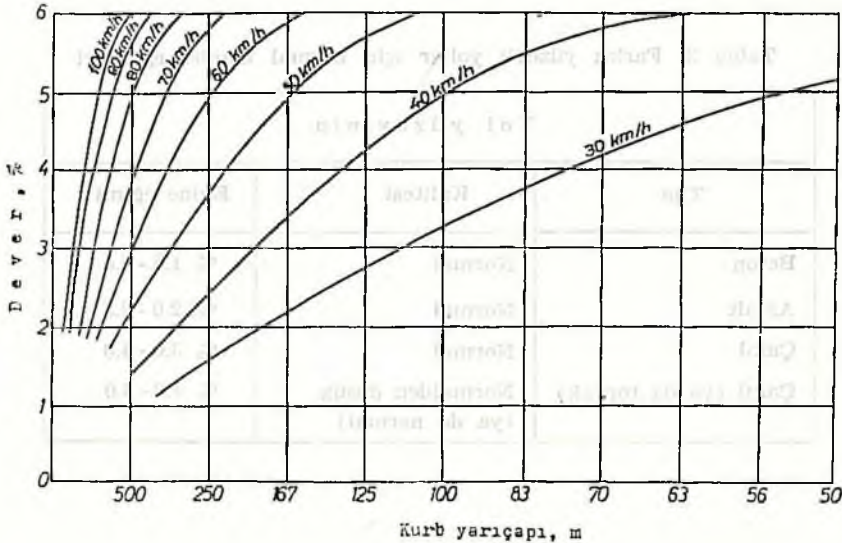
R = kurb yarıçapı, m

i = eğim (yolun deveri), %

f_k = yanal sürtünme katsayısı

Bu eşitsizlikten de kolaylıkla anlaşılacağı üzere, (R) minimal kurb yarıçapı, hıza, yol enine eğimine (yolun deverine) ve enine (yanal) sürtünme katsayısına bağlıdır.

Buradaki yanal sürtünme katsayısı (f_k), boyuna sürtünme katsayısı (f) den biraz farklıdır. Çünkü, lâstik yüzeyindeki dişlerin şekli, her yöne doğru aynı olmadığı gibi, dişlerin enine ve boyuna aşınma durumları da aynı değildir.



Resim 2 Hız ve kurb yarı çapına bağlı olarak dever

Resim 2 deki grafik, aracın hızına ve kurb yarıçapına bağlı olarak yol enine eğimlerini vermektedir, ancak pratikte dever eğimi, yol yüzeyinin tipine göre yolun doğru kısımlarına tatbik edilen bombe eğiminden daha az olmamalıdır. Bu eğim, havaileli yük taşıyan araç trafiğine, buzlanma nedeniyle kayma tehlikesine, kurb yarıçapına, aracın hızına vb. diğer faktörlere bağlı olarak duruma göre % 10 a kadar olabilir.

Tablo 2 de, kurb deveri yerine doğrularda uygulanan bombe eğimlerinin kullanılması gerektiği hallerde hız ile ilgili olarak minimal kurb yarıçapları görülmektedir.

Tablo 2 Kurb devri gerektirmeyen minimal kurb yarıçapları

Hız, km/saat	30	40	50	60	70	80
Deversiz minimal kurb yarıçapı, m	300	500	800	1200	1600	2500

Tablo 3 ise, yol yüzeyi farklı yollar için bu yolların doğru kısımları boyunca uygulanan normal bombe eğimlerini göstermektedir.

Tablo 3 Farklı yüzeyli yollar için normal bombe eğimleri

Yol yüzeyinin		
Tipi	Kalitesi	Enine eğimi
Beton	Normal	% 1.5 - 2.0
Asfalt	Normal	% 2.0 - 2.5
Çakıl	Normal	% 3.0 - 4.0
Çakıl (ya da toprak)	Normalden düşük (ya da normal)	% 4.0 - 6.0

Yatay kurlar :

Yatay kurlarda minimal kurb yarıçapı şu formülle hesap edilebilir:

$$R = \frac{v^2}{127 (i + f_k)}$$

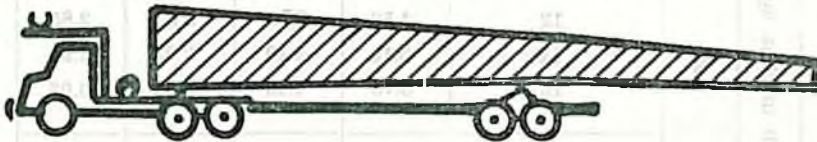
Bu formülden Tablo 4 de yer almış bulunan minimal kurb yarıçapları hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, yanıl sürünme katsayısının araç hızının 30 km/ saat olduğu durumdaki 0.16 değerinden, 80 km/ saat olduğu durumdaki 0.12' değerini arasında değiştiği (Skaar, 1972) hususu gözönünde bulundurulmuş ve $i = \% 5$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4 Hızla ilgili olarak kurb yarıçapı

Hız, km/saat	20	30	40	50	60	70	80
Minimal kurb yarıçapı, m	15	30	60	100	150	200	300

Öte yandan bir orman yolunun minimal kurb genişliği, kullanılacak kamyon, treyler ve yük kombinasyonunun tipine bağlıdır.

Tablo 5 de, kamyon ve treylerle uzun gövde taşımada farklı toplam uzunluklar için minimal yol genişlikleri (banketler hariç) verilmektedir (Resim 3). Bu kombinasyonda kamyonun ön dingili ile bogie merkezi arasındaki mesafe 4 m olup treylerin tesbit noktası, bu bogie merkezinden 1,5 m geride yer almaktadır. Kamyonun bogie merkezi ile treylerin bogie merkezi arasındaki mesafe de 24, 26 ve 28 m lik toplam uzunluklar için sırasıyla 9, 10 ve 11 m dir.



Resim 3 Kamyon, treyler ve yük kombinasyonu

Tablo 5 Kamyon ve uzun treylerle uzun tomruk taşımada gerekli minimal kurb genişlikleri (maksimal araç genişliği 2.4 m dir.)

Kurb merkez açısı, derece	Toplam araç ve yük uzunluğu, m	Kurb yarıçapı, m			
		15	25	50	100
		60	24	4.85	4.30
90	26	5.10	4.55	3.40	2.95
	28	5.60	4.80	3.70	3.10
	24	5.50	4.35	3.30	2.90
120	26	6.05	4.75	3.40	2.95
	28	6.55	5.15	3.70	3.10
	24	5.80	4.40	3.30	2.90
120	26	6.50	4.80	3.40	2.95
	28	6.90	5.20	3.70	3.10

Tablo 6 ve 7 de ise sırasıyla kamyon ve yarı treylerle, kamyon ve uzun treylerle kısa tomruk taşımada gerekli minimal kurb genişlikleri görülmektedir. Daha önce de belirtilmiş olduğu gibi bu genişliklere banket genişlikleri dahil edilmemiştir.

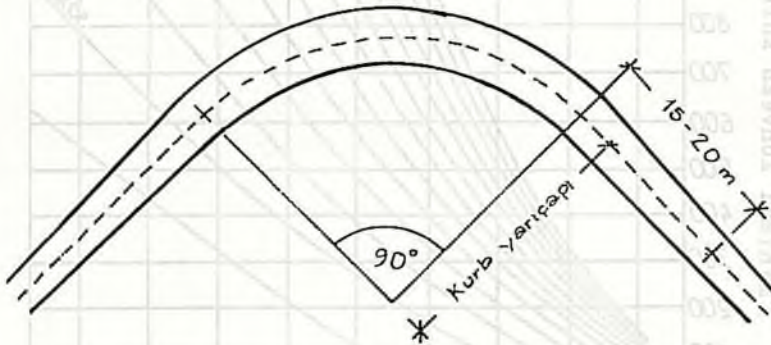
Tablo 6 Kamyon veya yarı treylerle kısa tomruk taşımada gerekli minimal kurb genişlikleri (maksimal araç genişliği 2.4 m dir.)

Kurb merkez açısı, derece	Toplam araç ve yük uzunluğu, m	Kurb yarıçapı, m			
		15	25	50	100
		60	12	4.40	3.65
90	14	5.00	4.00	3.20	2.95
	16	5.65	4.30	3.40	3.05
	12	4.50	3.70	3.05	2.85
120	14	5.10	4.10	3.25	2.95
	16	5.75	4.40	3.40	3.05
	12	4.50	3.70	3.05	2.85
120	14	5.10	4.10	3.25	2.95
	16	5.75	4.40	3.40	3.05

Tablo 7 Kamyon ve uzun treylerle kısa tomruk taşımada gerekli minimal kurb genişlikleri (maksimal araç genişliği 2.4 m dir).

		Toplam araç ve yük uzunluğu, m	Kurb yarıçapı, m			
			15	25	50	100
Kurb merkez açısı, derece	60	10	2.80	2.60	2.50	2.45
		12	3.20	2.95	2.65	2.55
		14	3.55	3.15	2.75	2.65
	90	10	2.90	2.65	2.55	2.50
		12	3.30	3.00	2.70	2.60
		14	3.65	3.20	2.80	2.70
	120	10	2.95	2.70	2.55	2.50
		12	3.35	3.05	2.70	2.60
		14	3.70	3.25	2.80	2.70

Kurb genişliği ile yol genişliği arasında genellikle bir fark meydana gelir. Bu fark kurbun başlama noktasından önce ve bitme noktasından sonra 15-20 m lik bir mesafe içinde kurb merkez açısı, kurb yarıçapı ve araç uzunluğuna bağlı olarak tedricen giderilmelidir. Resim 4 de bunun nasıl yapıldığı görülmektedir.



Resim 4 Uzun gövde taşınması için kullanılacak orman yollarında doğru şerit genişliği ile kurb genişliği arasındaki bağlantı

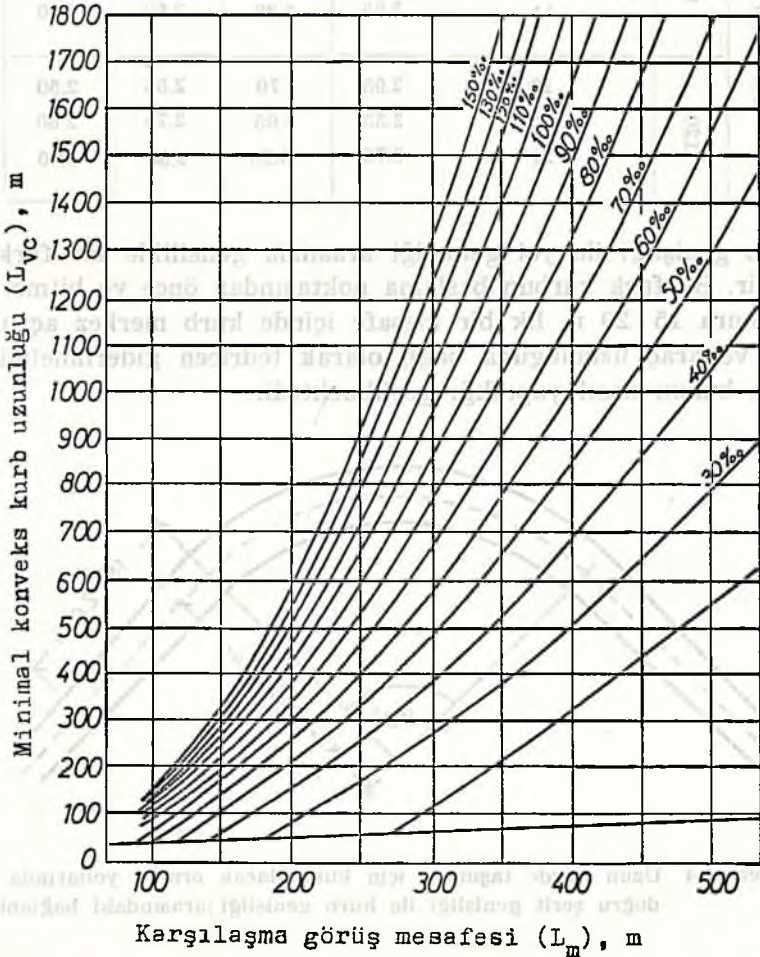
Düşey kurblar :

Düşey kurblar parabolik olarak yapılırlar. Yol eğim çizgilerinin kuramsal kesişme noktasının yol yüzeyi üstünde bulunması durumunda geçirilecek kurb, konveks düşey bir kurb; altında kalması durumunda ise konkav düşey bir kurbtur.

Minimal düşey kurb uzunluğu (L_{vc}) şu faktörlere bağlıdır:

- (1) Gerekli görüş mesafesi -durma görüş mesafesi (L_s) ya da karşılaşma görüş mesafesi (L_m)
- (2) Eğimdeki değişme $S_d = S_2 - S_1$
- (3) Konveks ya da konkav kurb
- (4) Seyahat hızı

Ana kamyon yolları için, konveks düşey kurbların minimal uzunluğu karşılaşma görüş mesafesine göre belirlenir.



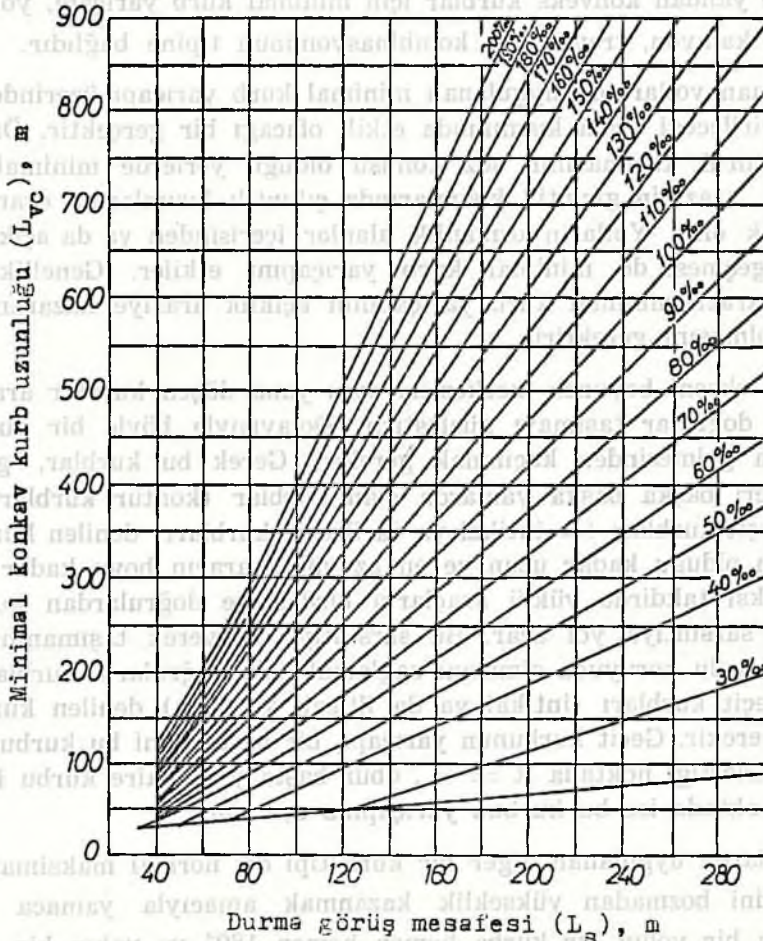
Resim 5 Karşılaşma görüş mesafesi ve eğimdeki değişmeye bağlı olarak minimal konveks kurb uzunluğu

Resim 5, karşılama görüş mesafesi ve eğimdeki değişmeye bağlı olarak konveks kurbur için müsaade edilen minimal uzunlukları vermektedir. Bu kurbur uzunlukları aşağıdaki formüller yardımıyla hesap edilir (Skaar, 1972):

$$L_{vc} = \frac{L_m^2 \cdot S_d}{9,6} \quad L < L_{vc} \quad \text{için}$$

$$L_{vc} = 2L_m - \frac{9,6}{S_d} \quad L > L_{vc} \quad \text{için}$$

Ana ve yan orman yolları üzerindeki bütün konkav düşey kurbur durma görüş mesafesine göre belirlenir.



Resim 6 Durma görüş mesafesi ve eğimdeki değişmeye bağlı olarak minimal konkav kurbur uzunluğu

Resim 6, durma görüş mesafesi ve eğim değişmesi ile ilgili olarak konkav kurblar için minimal kurb uzunluklarını vermekte, durma görüş mesafesi ve eğim değişmesi ile ilgili konveks kurblar için minimal kurb uzunlukları ise Resim 7 de görülmektedir. Bu kurb uzunlukları, aşağıdaki formüllerden hesap edilir (Skaar, 1972):

$$L_{vc} = \frac{L_s^2 \cdot S_d}{1.5 + 0.035 L} \quad L_s < L_{vc} \quad \text{için}$$

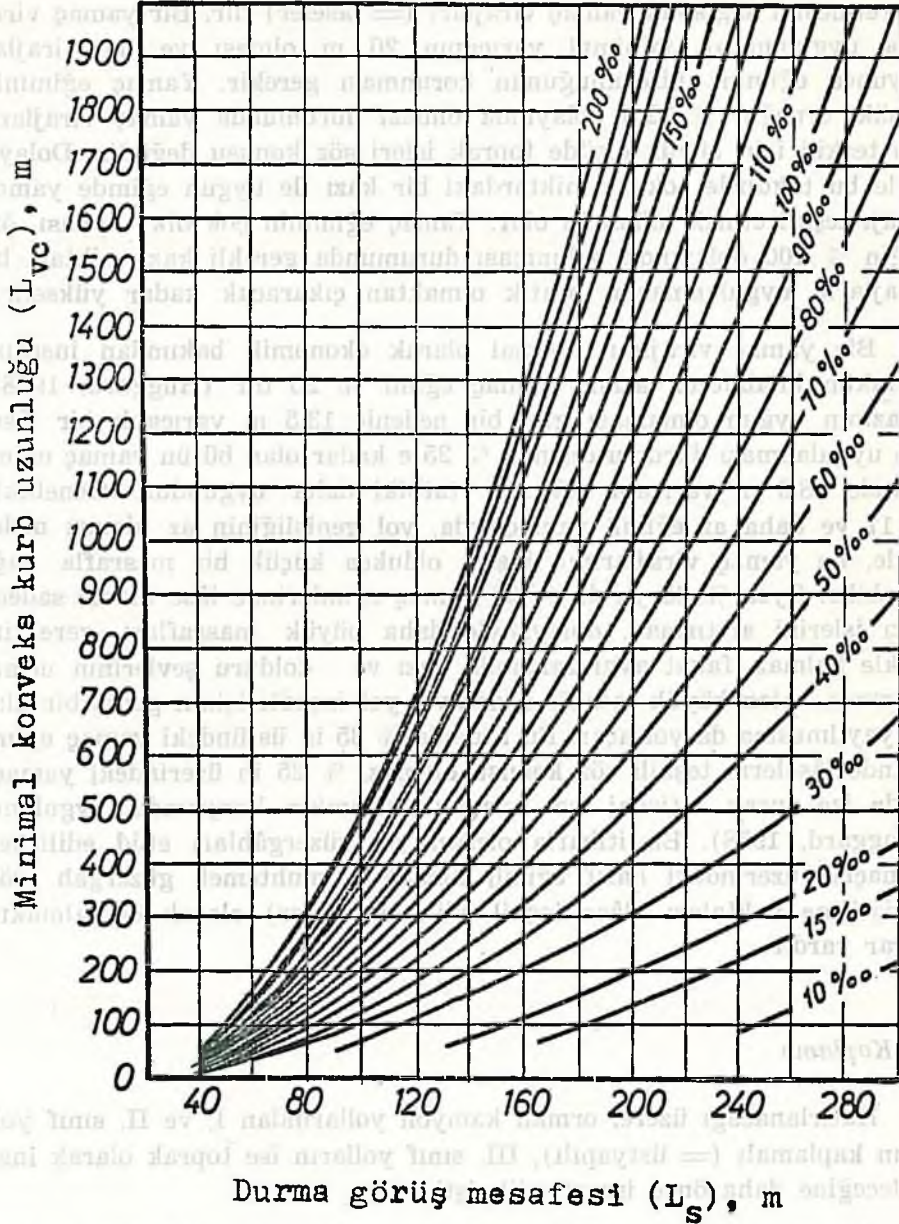
$$L_{vc} = 2L_s - \frac{1.5 + 0.035 L_s}{S_d} \quad L_s > L_{vc} \quad \text{için}$$

Öte yandan konveks kurblar için minimal kurb yarıçapı, yolu kullanan kamyon, treyler vs. kombinasyonunun tipine bağlıdır.

Orman yollarında uygulanan minimal kurb yarıçapı üzerinde, kurbun geçirileceği arazi kısmında etkili olacağı bir gerçektir. Örneğin, uzun tomruk taşımalarının söz konusu olduğu yerlerde minimal kurb yarıçapı, arazinin girintili kısımlarında çıkıntılı kısımlarına oranla daha büyük olur. Yolların ormanlık alanlar içerisinde ya da açık alanlardan geçmesi de minimal kurb yarıçapını etkiler. Genellikle ormanlık arazi, minimal kurb yarıçapının açıklık araziye nazaran daha büyük olmasını gerektirir.

Yol eksenini boyunca merkezleri aynı yana düşen kurblar arasındaki kısa doğrular taşımayı güçleştirir. Dolayısıyla böyle bir durumun meydana gelmesinden kaçınmak gerekir. Gerek bu kurblar, gerekse merkezleri başka başka yanlarda olan kurblar (kontur kurblar) arasında geçit kurbları (= intikal ya da iltisak kurbları) denilen kurbların mümkün olduğu kadar uzun ve en az yüklü aracın boyu kadar olmasıdır. Aksi takdirde yüklü araçların birdenbire doğrulardan kurblara girmesi sarsıntıya yol açar. Bu sarsıntıyı önleyerek taşımanın tehlikesiz ve yolu koruyucu olmasını sağlamak için doğrularla kurblar arasında geçit kurbları (intikal ya da iltisak kurbları) denilen kurbların ihdası gerekir. Geçit kurbunun yarıçapı, bir başta yani bu kurbun doğru ile birleştiği noktada $R = \infty$, öbür başta yani daire kurbu ile birleştiği noktada ise bu kurbun yarıçapına eşit olur.

Yollarda uygulanan diğer bir kurb tipi de, normal maksimal eğim değerlerini bozmadan yükseklik kazanmak amacıyla yamaca doğru yükselen bir yolun bir kurba hemen hemen 180° ye yakın bir açı ile



Resim 7 Durma görüş mesafesine ve eğimdeki değişmeye bağlı olarak minimal konveks kurb uzunluğu

yönünü değiştirerek ve fakat gene aynı yamaç üzerinde yukarı doğru seyretmesini sağlayan yamaç virajları (= laseler) dir. Bir yamaç virajına uygulanacak minimal yarıçapın 20 m olması ve bu virajlar boyunca eğimin uniformluğunun korunması gerekir. Yamaç eğiminin düşük, örneğin % 12,5 dolayında olması durumunda yamaç virajlarının teşkili için büyük ölçüde toprak işleri söz konusu değildir. Dolayısıyla bu takdirde çok az miktardaki bir kazı ile uygun eğimde yamaç virajı teşkil etmek mümkün olur. Yamaç eğiminin çok dik olması, örneğin % 100 dolayında bulunması durumunda gerekli kazı miktarı bu virajların uygulanmasını pratik olmaktan çıkaracak kadar yükselir.

Bir yamaç virajının normal olarak ekonomik bakımdan inşasını mümkün kılacak azami yamaç eğimi % 25 dir (Huggard, 1958). Arazinin uygun olmaması gibi bir nedenle 13,5 m yarıçaplı bir lâsenin uygulanması durumu dışında % 25 e kadar olan bütün yamaç eğimlerinde 18,0 m yarıçaplı lâsenin tatbiki daha uygundur. Genellikle % 17 ve daha az eğimli yamaçlarda, yol genişliğinin az olması nedeniyle, bu yamaç virajlarının inşası oldukça küçük bir masrafla sağlanabilir. Oysa % 35 ya da % 50 yamaç eğimlerinde lâse ihdası sadece kazı işlerini arttırmak, dolayısıyla daha büyük masrafları gerektirmekle kalmaz, fakat aynı zamanda kazı ve dolduru şevlerinin uçları arasında kalan büyük mesafe nedeniyle yol inşaatı işinin geniş bir alana yayılmasına da yol açar. Bu nedenle % 35 in üstündeki yamaç eğimlerinde lâselerin teşkili söz konusu olamaz, % 25 in üzerindeki yamaçlarda ise ancak istisnai ve zorunlu durumlar karşısında uygulanır (Huggard, 1958). Bu itibarla orman yol güzergâhları etüd edilirken yamaçlar üzerindeki hafif eğimli kısımları, muhtemel güzergâh yön değiştirme noktaları (lâse teşkil edilecek yerler) olarak ele almakta yarar vardır.

4 Kaplama

Hatırlanacağı üzere, orman kamyon yollarından I. ve II. sınıf yolların kaplamalı (= üstyapılı), III. sınıf yolların ise toprak olarak inşa edileceğine daha önce işaret edilmişti.

Orman yollarında günlük ortalama, dolayısıyla yıllık toplam trafik sayısı genellikle oldukça düşük olduğundan bu yollarda daha çok hafif kaplama tipleri söz konusu olur. Bu kaplama tiplerini iki grupta

toplamak mümkündür. Bunlardan birisi, zemini basit bir biçimde ıslah edilerek inşa edilen yollarda tozla mücadele için yapılacak yağlama stabilizasyonu ve kalsiyum klorürle muamele gibi önlemlerle, zemine çimento karıştırmak suretiyle meydana getirilen kaplama tipleri; diğeri ise, alelâde kil-kum, çakıl ve kırmataş kaplamalardır. Bu tip kaplamalı yollarda trafiğe dayanıklı bir aşınma tabakası sağlayabilmek için:

— İki ya da daha fazla sayıdaki zemin toprağını karıştırmak suretiyle amaca uygun bir karışım elde etmek,

— Zemin toprağını bitümlü ya da başka bir bağlayıcı ile muamele etmek suretiyle hem daneciklerin birbirine bağlanması, hem de boşlukların doldurulması sağlanarak, böylece suyun nüfuzuna karşı dayanıklı bir yüzey meydana getirmek, ve

— Kumlu ya da gevşek zeminlerin portland çimentosu ile stabilize edilmesi ya da sertleştirilmesiyle dış etkilere dayanıklı bir yol inşa etmek gerekir (Aykut, 1977).

Öte yandan orman yollarında en çok şu kaplama tipleri söz konusu olur:

Kum-kil ve topsoil kaplama: Bunlar dış görünüşleri ve fiziksel özellikleri bakımından birbirinin aynıdır. Her iki kaplama tipi de belli oranlarda karışmış kil ve kumdan meydana gelir. Eğer karışımı teşkil eden öğeler daha önceden saptanmış olan oranlarda yol zemini üzerinde karıştırılarak serilirse kum-kil; ya da yolun civarındaki arazinin üst toprak tabakası uygun karışımda bir malzeme karakteri gösterir ve bu malzeme getirilerek yol üzerine serilirse topsoil kaplama elde edilmiş olur.

Çakıl kaplama: Bu kaplama doğal ya da konkasörle kırılarak elde edilen sunî çakıl ya da kırmataşların yol üzerine serilmesiyle elde edilir. Genel olarak doğal çakıl sağlanması olanağı varolduğu durumlarda bu tip inşaat ekonomik olur. Doğal malzeme ocaklarından elde edilen çakıllar çok iri olduğu takdirde elenerek ya da kırılarak, çok ince olduğu takdirde ise başka bir malzeme ile karıştırılarak kullanılabilir. Öte yandan temiz çakılda bağlanma iyi olmayacağı için karışıma az miktarda kil ve balçık ilâve etmek gerekir.

Stabilize kaplama: Çakıl kaplamalı yollarda trafik yoğunluğu fazlaştıkça bu yolların daha sık tesviye edilmesi gereği ortaya çıkar.

Ancak aynı malzemeye kil ve kalsiyum klorür ilâve edilerek yol yüzeyinin daha iyi bir biçimde stabilizasyonu sağlanabilir. Stabilize edilmiş yol yüzeyi, iri ve ince agrega ile bağlayıcı özelliğe sahip malzeme ve kalsiyum klorürün uygun oranlarda karıştırılması suretiyle elde edilir. Bu yüzey her türlü hava koşullarında en yüksek stabiliteyi sağlar.

Tabanın ya da doğal yol zemininin takviyesi: Bazen trafik yoğunluğu çok az olan yollarda bir üstyapı inşasına gereksinme duyulmadan, araçları doğrudan doğruya doğal zemin üzerinden geçirmek mümkündür. Ancak trafik etkisiyle yol yüzeyinde meydana gelen malzeme kaybı, çukurluklar ve tekerlek izleri gibi tahribatın önlenmesi için bunların takviye edilmesi gerekir. Bu takviye biçimleri, bitümle muamele, çakılla takviyeli yağlama ve Road Racker (RRP) ile muameledir.

Kaplamalı yolların ormancılıkta, özellikle kayın üretimi yapılan muntikalarda önemi büyüktür. Kaplamalı yollar genel olarak yılın her mevsiminde ormanda motorlu araç trafiğine olanak sağlar. Bu durum, ormancılıkla ilgili işlerin bütün bir yıla dağıtılarak daha rasyonel bir biçimde yürütülmesini mümkün kılacağı gibi rekreasyonel açıdan da ormanın kullanım kapasitesini genişletebilir. Çok yönlü yararlanma ve özellikle üretim plânlaması bakımından bu husus, olağanüstü bir öneme sahiptir.

ÖZET ve SONUÇ

Modern anlamda orman yol şebekesi, genel olarak karayollarından oluşur. Ormanın ekonomik olarak işletmeye açılmasını amaçlayan böyle bir yol şebekesinde I., II. ve III. sınıf olmak üzere genellikle üç ayrı tip orman yolu söz konusu olur. Bütün bu yollar motorlu araç trafiğine elverişlidir. Dolayısıyla bunların genişlik, eğim, kurb yarıçapı, kaplama durumu vb. gibi fiziksel özellikleri gerek teknik, gerekse ekonomik bakımdan çok büyük önem taşır. Örneğin her yol sınıfı için teknik olarak uygun ve yeterli olan bu özellikler, yol boyunca trafiğin rahat bir biçimde seyrine olanak sağlar; ekonomik bakımdan uygunluk ise kârlı bir taşımacılığı mümkün kılar. Bu itibarla, ormancılığın teknik ve ekonomik isteklerinin, kendine düşen payı ile iyi bir biçimde yerine getirilmesine olanak sağlayan bir orman yol şebekesi, rasyonel orman işletmeciliğinin vazgeçilmez bir ögesini teşkil eder.

Orman kamyon yollarında yol genişliği, I. sınıf yollarda 6.0 m, II. sınıf yollarda 4.0 m ve III. sınıf yollarda ise 3.0 m olarak kabul edilebilir. Buradan kolaylıkla anlaşılacağı üzere I. sınıf orman yolları iki şeritli, II. ve III. sınıf orman yolları ise bir şeritli yol niteliğindedir. Ancak ormaniçi motorlu araç trafiğinin akışı, gerek bir, gerekse iki şeritli bütün orman yolları üzerinde genellikle çift yönlüdür. Bu nedenle bir şeritli yollarda, gidiş ve dönüşü yapan araçların birbirlerinin yanından çarpmadan geçebilmeleri için yer yer kurvazman yerlerinin teşkili zorunlu olur.

Öte yandan yol genişliği, yamaç eğimi, ağaç türü, arazi yapısı vb. gibi etkenlere bağlı olarak değişen yol inşaat alanı genişliğinin ise 8.0 - 9.0 m dolayında olması genellikle maksada kâfi gelir. Ancak, bazı durumlarda daha geniş inşaat alanları da söz konusu olabilir, örneğin önemli güzergâhlarda bu genişlik 12.0 m ye kadar çıkarılabilir.

Bir yolda boyuna ve enine olmak üzere iki ayrı eğim söz konusudur. Bunlar, belirli sınır değerlere sahiptir. Normal koşullarda orman yollarında uygulanan boyuna eğim değerleri en az % 2-3 ve en fazla % 10 dur. Ancak bazı hallerde bu sınır eğim değerlerinin aşılması zorunlu olabilir. Örneğin söz konusu maksimal değer % 12 ye, hatta pek ender durumlarda kısa doğru mesafeler içinde ve fakat sadece orman yollarının uç kısımlarında % 14 e kadar çıkarılabilir. Kuşkusuz en iyisi, koşullar ne olursa olsun % 12 den daha yüksek eğim değerlerine iltifat etmemektir. Öte yandan bazı durumlar, yollarda minimal eğim değerlerinden daha küçük eğimlerin kullanılmasını zorunlu kılabilir. Ancak hiçbir zaman boyuna eğim değerini, drenaj sorunu nedeniyle % 2 nin altına düşürmemek gerekir. Ayrıca, söz konusu yolların örneğin mücbir noktalara temasının sağlanması ve bataklık, kayalık, sahipli arazi vb. sibi yerlerden geçmesinin önlenmesi için bu yollarda ters eğim uygulamasına yer verilir. Bu ters eğim değerleri, uzun mesafeler içinde en fazla % 6, kısa mesafelerde ise % 7 ye kadar olabilir.

Yollar, yolüstü drenajın sağlanması için duruma göre bir ya da iki yanlı olarak eğimlendirilir. Bu enine eğimlendirme, yolun doğru kısımlarında genellikle iki yanlı olarak gerçekleştirilir ve böylelikle de yol yüzeyi bombelendirilmiş olur. Orman yollarında bombe eğimi % 3-6 arasında değişir. Yine burada da % 2 lik eğim değeri ihlâl edilemez alt sınır olarak kabul edilebilir. Aksi takdirde drenaj mesafesi başbaşa bir sorun olur. Bazı durumlarda doğrularda da yol yüzeyi bir yan-

lı olarak eğimlendirilebilir, örneğin yamaçlar üzerinde seyreden orman yollarının yüzeyine genellikle yamaca doğru eğim verilir. Kurblarda enine eğimlendirme ise daima bir yanlı ve kurb merkezine doğru akıntılı olur. Kurblarda bu olgu dever olarak isimlendirilir. Ve duruma göre yolun deveri % 10 a kadar olabilir. Büyük ölçüde merkezkaç kuvvet etkisi ile kurb yarıçapına bağlı bulunan dever, matematik usullerle belirlenebilir, ancak bu konuda yapılan hesaplar bazen % 10 dan daha büyük sonuçlar verebilir. Fakat % 10 dan daha büyük değerlere iltifat etmemek gerekir. Aksi takdirde kurb içinde seyreden aracın seyahat emniyeti tehlikeye düşürülmüş olur.

Bir şeritli bir yolda durma ve karşılama görüş mesafesi olmak üzere iki tip görüş mesafesi söz konusudur. Bunlardan durma görüş mesafesi, tepki mesafesi ile frenleme mesafesine bağlı minimal değerler olarak ifade edilebilir. Ve aracın önündeki engel hareketsiz bir cisim olduğunda seyahat eden vasitanın, durma mesafesine eşit bir uzaklıkta, ya da engel hareketli örneğin karşıdan gelen başka bir araç ise bu durumda da durma mesafesinin iki katı uzaklıkta durması gerekir. Yani görüş hattı üzerindeki engel eğer hareketli ise durma mesafesi, hareketsiz engele göre belirlenen mesafenin iki katına eşittir. Öte yandan karşılaşma görüş mesafesi de durma görüş mesafesine 5-10 m lik bir emniyet mesafesinin eklenmesiyle elde edilir.

Orman yollarında, minimal kurb yarıçapı ve minimal kurb genişliğinin önemi büyüktür. Yatay kurblarda minimal kurb yarıçapı, aracın hızı, yanal sürtünme katsayısı ve yolun deveri ile sıkı sıkıya ilgilidir. Minimal kurb genişliği ise kullanılacak taşıma aracı ile taşınacak yükün örneğin kamyon, treyler ve yük kombinasyonunun tipine bağlıdır. Öte yandan düşey kurblarda minimal kurb uzunluğu önemli olup bu uzunluk görüş mesafesi, eğimdeki değişme, kurbun konveks ya da konkav olması ve seyahat hızı ile ilgilidir.

Yollarda uygulanan diğer bir kurb tipide yamaç virajlarıdır. Bunların inşasında yamaç eğimi önemli bir sınırlayıcı faktördür. Bu virajların inşasını ekonomik kılan yamaç eğimi sınırları büyük ölçüde minimal kurb yarıçapına göre belirlenir. Örneğin 18.0 m yarıçapındaki bir yamaç virajının ekonomik olarak teşkili ancak % 25 eğime kadar mümkün olabilir.

Orman yollarında genellikle hafif kaplama tipleri söz konusudur. Bu tip kaplamalar daha çok yerel malzemelerin bazı bağlayıcı madde-

lerle karıştırılıp yol üzerine serilmesi suretiyle elde edilir. Ve kaplamalı yollar ormancılıkta büyük bir öneme sahiptir. Bu yolların faydası, bir yandan yılın her mevsiminde ormanda motorlu araç trafiğine imkân vermesi, öte yandan üretim ve ormancılıkla ilgili diğer işlerin bütün yıla dağıtılarak yapılmasını olanaklı kılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aykut, T. 1977 : Kastamonu Mintıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Sayı 1.
- Bayoğlu, S. 1965 : Türkiye'de Orman Yol Şebekesinin Tanzimine Ait Esaslar. T. C. Tarım Bakanlığı OGM Yayınlarından No. 425/24.
- Boutet, D. 1949 : Yol Tekniğinin Bugünkü Durumu (Çev: Tevfik, Taylan) Cilt I, İ. T. Ü. Kütüphanesi, Sayı 180.
- Cornides Gy., Herpay, I. 1972 : Traffic on and Dimensioning of Forest Roads, LOG/SYMP. 6/38.
- Hafner, F. 1972 : Surveying Techniques Appropriate to Forest Road Work LOG/SYMP. 6/4.
- Huggard, E. R. 1958 : Foresters' Engineering Handbook. W. Heffer and Sons, Ltd, Cambridge.
- Skaar, R. 1972 : Sight Lines, Superelevation and Curve Radil of Forest Trucks Roads. LOG/SYMP. 6/7.
- Seçkin, Ö. B. 1975 : Demirköy Karamanbayırı Devlet Orman İşletmesi Çakmaktepe Bölgesi Yol Şebekesinin Plân-lama Tekniği Bakımından Araştırılması. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Sayı 1.
- Tavşanoğlu, F. 1973 : Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınlarından No. 1744/182.