

ÖRNEK ÖDEV NUMARASINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞEN BÜYÜKLÜKLERİN TAMAMI HESAPLANMIŞ VE AŞAĞIDAKİ TABLOLARDA VERİLMİŞTİR. KALIN VE BOYALI OLAN DEĞERLER, ÖDEV NUMARASINA GÖRE HESAPLANMIŞTIR. DİĞERLERİ TÜM ÖDEV NUMARALARI İÇİN AYNIDIR.

	Birimi	Değeri		Birimi	Değeri
H _A	m	700	H _B	m	1005
x _A	m	0	x _B	m	40000
y _A	m	0	y _B	m	7500
x _{S1}	m	8000	x _{S2}	m	18200
y _{S1}	m	5600	y _{S2}	m	1400
R ₁	m	1150	R ₂	m	2100

	Birimi	Değeri
Proje hızı	km/saat	185
Konfor ivmesi	m/sn ²	0,92
Maks. dever	mm	150
Fazla dev. (Δd _f)	mm	90
μ _y (ray-tek.)	N/kN	$\frac{7500}{(160 + \frac{7500}{V+44})}$
μ _f (balata-tek.)	N/kN	12500/(50+V)

	Birimi	Değeri
α/ β/ γ	---	0,7 / 0,9 / 1,0
Kurp direnimi	N/kN	650 / (R - 55)
İstasyon eğimleri	‰	0
Yerçekimi ivmesi	m/sn ²	10
Yolcu ağırlığı	kg	70

	Birimi	YOLCU	YÜK
Maks. katar ağırlıkları	brüt ton	310	1120
Rejim hızı	km/sa	125	72
Lokom. (Otomotris) tipi	-----	B ₀ ' B ₀ '	C ₀ ' C ₀ '
Lok. (Otom.) gücü	kW	1700	3300
Lok. (Otom.) ağırlığı	ton	60 (Dara)	120
Lok. (Otom.) uzunluğu	m	24	24
Maks. Otom. kapasitesi	yolcu	40	----
Vagonların darası	ton	28	12
Maks.Vagon kapasitesi	yolcu -net ton	60	21
Vagonların uzunluğu	m	22	12,5
Katar kütle artış katsayısı	----	1,06	1,06
Seyir direnimi	N/kN	1,6 + (V ² /4000)	2,7 + (V ² /3000)
Trafik miktarı	Yolcu-ton/yıl-yön	5*10 ⁶	6*10 ⁶
Ortalama seyahat mesafesi	km	100	300
Toplam seyahat mesafesi	km	500	500
Maks. Trafik / ort. trafik	---	1,2	1,2
Katar kullanım katsayısı	---	1,0	0,9
Vagon kullanım katsayısı	---	0,8	0,8

$$\Delta_1 = 180 - \alpha - \beta = 180 - 55,01 - 67,62 = 57,37^\circ$$

$$180 - \Delta_2 + \gamma + \theta = 180 \Rightarrow \Delta_2 = \gamma + \theta$$

$$\gamma = 90 - \beta = 22,38^\circ \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{6100}{21800}\right) = 15,63^\circ \quad \Delta_2 = \theta + \gamma = 15,63 + 22,38 = 38,01^\circ$$

Müşveddelerde, yukarıdaki şekil taslak olarak ve elle çizilmelidir. Üzerinde bütün açılar gösterilmeli, bütün hesaplar açıkça verilmeli, sapma açılarının nasıl bulunduğu net olarak görülmelidir.

2) Yeni proje standartlarına göre minimum kurp yarıçapının hesaplanması:

$$R_{\min} = \frac{11,8 * V_p^2}{d_{maks} + 153 * \gamma_{maks}} = \frac{11,8 * 185^2}{150 + 153 * 0,92} = 1388,96m \Rightarrow R_{\min} = 1400m$$

3) Mevcut kurplardan gerekenlerin yarıçapının büyütülmesi

$R_1 = 1400$ metre olarak değişir ve $R_2 = 2100$ metre olarak aynı kalır. Eğer R_2 de 1400 metrenin altında olsaydı, o da 1400 metre olarak değiştirilecekti.

4) Δ açlarına ve yeni kurp yarıçaplarına göre yeni yol uzunluğunun hesaplanması:

$$L_{AB} = \overline{AS_1} - t_1 + D_1 + \overline{S_1S_2} - t_1 - t_2 + D_2 + \overline{S_2B} - t_2$$

$$L_{AB} = \overline{AS_1} + \overline{S_1S_2} + \overline{S_2B} - 2t_1 - 2t_2 + D_1 + D_2$$

$$\overline{AS_1} = \sqrt{5600^2 + 8000^2} = 9765,24m$$

$$\overline{S_1S_2} = \sqrt{4200^2 + 10200^2} = 11030,87m$$

$$\overline{S_2B} = \sqrt{6100^2 + 21800^2} = 22637,36m$$

$$t_1 = R_1 * \tan \frac{\Delta_1}{2} = 1400 * \tan \frac{57,37}{2} = 766,00m$$

$$t_2 = R_2 * \tan \frac{\Delta_2}{2} = 2100 * \tan \frac{38,01}{2} = 723,29m$$

$$D_1 = 2 * \pi * R_1 * \frac{\Delta_1}{360} = 2 * \pi * \frac{57,37}{360} = 1401,81m$$

$$D_2 = 2 * \pi * R_2 * \frac{\Delta_2}{360} = 2 * \pi * \frac{38,01}{360} = 1393,14m$$

$$L_{AB} = 9765,24 + 11030,87 + 22637,36 - 2 * 766,00 - 2 * 723,29 + 1401,81 + 1393,14 = 43249,84m$$

5) A VE B NOKTALARI ARASINDAKİ ortalama eğimin hesaplanması:

$$s_{o,AB} = \frac{H_B - H_A}{(L_{AB} / 1000)} = \frac{1005 - 700}{43249,84 / 1000} = \%7,05$$

6) Yeni uygulama eğiminin hesaplanması:

Ödev föyünde, uygulama eğiminin istasyonlar ve palye dahil hesaplanması istenmektedir.

Uygulama eğiminin hesaplanmasında, $s_u = \frac{H_B - H_A + \sum \Delta h}{(L_{AB} / 1000)}$ formülü kullanılacaktır.

Önce kurplardan kaynaklı kot kayıplarını hesaplayalım:

$$w_{r_1} = \frac{650}{R_1 - 55} = \frac{650}{1400 - 55} = 0,48 N / kN \quad (1. \text{ kurptaki kurp direnimi değeri})$$

$$w_{r_2} = \frac{650}{R_2 - 55} = \frac{650}{2100 - 55} = 0,32 N / kN \quad (2. \text{ kurptaki kurp direnimi değeri})$$

$$\Delta h_{r_1} = w_{r_1} * \frac{D_1}{1000} = 0,48 * \frac{1401,81}{1000} = 0,67 m \quad (1. \text{ kurptan kaynaklı kot kaybı})$$

$$\Delta h_{r_2} = w_{r_2} * \frac{D_2}{1000} = 0,32 * \frac{1393,14}{1000} = 0,45 m \quad (2. \text{ kurptan kaynaklı kot kaybı})$$

$$\Delta h_{i+p} = s_u * \frac{L_A + L_B + L_P}{1000} = s_u * \frac{500 + 250 + 2000}{1000} = 2,75 s_u \quad (\text{İstasyonlar ve palyeden kaynaklı kot kaybı})$$

$$s_u = \frac{H_B - H_A + \sum \Delta h}{(L_{AB} / 1000)} = \frac{1005 - 700 + 0,67 + 0,45 + 2,75 s_u}{(43249,84 / 1000)} \Rightarrow s_u = \%7,56$$

7) Kontrol föyünde istenen noktaların kırmızı kotlarının hesaplanması:

P'den TO₁'e kadar tırmanışın uzunluğu (palye bitişi ile TO₁ arasındaki uzunluk)

$$(\overline{AS_1} - t_1) - L_A - L_{palye} = (9765,24 - 766) - 500 - 2000 = 6499,24 m$$

Bu tırmanışta kurp ya da tünel bulunmadığı için, uygulama eğimiyle tırmanılmaktadır.

$$KK_{TO_1} = KK_{A_2} + \frac{L_{tırmanış}}{1000} * s_u = 700 + \frac{6499,24}{1000} * 7,56 = 749,13 m$$

TO₁'den TF₁'e kadar olan tırmanışın uzunluğu ilk kurbun developman uzunluğu kadardır (1401,81 metre).

Bu tırmanış kurp üzerinde olduğu için, $s_u - w_{r_1} = 7,56 - 0,48 = \%7,08$ 'lik bir eğim ile tırmanılmaktadır.

$$KK_{TF_1} = KK_{TO_1} + \frac{D_1}{1000} * (s_u - w_{r_1}) = 749,13 + \frac{1401,81}{1000} * 7,08 = 759,05 m$$

TF₁'den TO₂'ye kadar olan tırmanışın uzunluğu $\overline{S_1 S_2} - t_1 - t_2 = 9541,58 m$

Bu tırmanışta kurp ya da tünel bulunmadığı için, uygulama eğimiyle tırmanılmaktadır.

$$KK_{TO_2} = KK_{TF_1} + \frac{L_{tırmanış}}{1000} * s_u = 759,05 + \frac{9541,58}{1000} * 7,56 = 831,18m$$

TO₂'den TF₂'ye kadar olan tırmanışın uzunluğu ikinci kurbun developman uzunluğu kadardır (1393,14 metre). Bu tırmanış kurp üzerinde olduğu için, $s_u - w_{r_2} = 7,56 - 0,32 = \%7,24$ 'lük bir eğim ile tırmanılmaktadır.

$$KK_{TF_2} = KK_{TO_2} + \frac{D_2}{1000} * (s_u - w_{r_2}) = 831,18 + \frac{1393,14}{1000} * 7,24 = 841,27m$$

8a) Yolcu Katar Düzenlerinin Oluşturulması

Başlangıçta 1 otomotris kullanılacaktır.

VS : Vagon Sayısı MKA : Maksimum Katar Ağırlığı ODA : Otomotrisin Dolu Ağırlığı VDA: Vagonun dolu ağırlığı

$$VS = \frac{MKA - ODA}{VDA}$$

ODA = Otomotris ağırlığı (dara) + yolcu kapasitesi * yolcu ağırlığı = 60 + 0,07 * 40 = 62,8 ton

VDA = Vagon ağırlığı (dara) + yolcu kapasitesi * yolcu ağırlığı = 28 + 0,07 * 60 = 32,2 ton

MKA = 310 ton (ödev numarasına göre hesaplanır)

$$VS = \frac{310 - 62,8}{32,2} = 7,67 \Rightarrow VS = 7$$

Yeni katar ağırlığı hesaplanırsa:

$$G_L + G_W = ODA + VS * VDA = 62,8 + 32,2 * 7 = 288,20 \text{ ton.}$$

8b) Yük Katar Düzenlerinin Oluşturulması

YÜK KATARLARINDA OTOMOTRİS KULLANILMAZ. OTOMOTRİS YALNIZCA YOLCU KATARINDA KULLANILABİLECEK BİR TAŞIT TÜRÜDÜR. YÜK KATARLARINDA "LOKOMOTİF" KULLANILIR. LOKOMOTİFLER YOLCU YA DA YÜK TAŞIMAZLAR. YALNIZCA ÇEKİCİ ÖZELLİĞE SAHİPTİRLER. MÜSVEDELERİNİZİ HAZIRLARKEN, LÜTFEN YÜK KATARININ ÇEKİCİ TAŞITI İÇİN OTOMOTRİS YAZMAYIN!!!

Başlangıçta 1 lokomotif kullanılacaktır.

VS : Vagon Sayısı MKA : Maksimum Katar Ağırlığı LA : Lokomotifin Ağırlığı VDA: Vagonun dolu ağırlığı

$$VS = \frac{MKA - LA}{VDA}$$

LA = 120 ton (sabit, lokomotif yolcu ya da yük taşımadığı için aynen alınır ve kullanılır)

VDA = Vagon ağırlığı (dara) + yük kapasitesi = 12 + 21 = 33 ton

MKA = 1120 ton (ödev numarasına göre hesaplanır)

$$VS = \frac{1120 - 120}{33} = 30,30 \Rightarrow VS = 30$$

Yeni katar ağırlığı hesaplanırsa:

$$G_L + G_W = LA + VS * VDA = 120 + 30 * 33 = 1110 \text{ ton.}$$

Bu noktadan itibaren yapılan hesaplarda, yük ve yolcu için bir yöntem farklılığı bulunmadığı için, hesaplar yalnızca yolcu katarları için anlatılacaktır. Ancak, müsveddelerde, hem yolcu hem de yük katarları için yapılan hesaplar açıkça gösterilmelidir.

9) Rejim hızıyla tırmanılacak maksimum eğimin bulunması:

$$Z_{motor} = \frac{3600 * N}{V_r * g * (G_L + G_W)} = a + \frac{V_r^2}{b} + S_{maks, rejim} \text{ (Büyük Z değil küçük z olduğuna dikkat)}$$

$$\frac{3600 * 1700}{125 * 10 * 288,2} = 1,6 + \frac{125^2}{4000} + S_{maks, rejim}$$

$S_{maks, rejim} = \%11,8 > s_u$ olduğundan koşul sağlanmıştır. Sağlanmasaydı, 8a numaralı aşamaya geri dönülmesi, 2 otomotris kullanarak yeniden katar düzeni oluşturulması ve bu eğimin yeni baştan hesaplanması gerekecekti. Böyle bir durumun meydana gelmesi halinde, müsveddelerde bu açıkça gösterilmelidir. 2. otomotrisin ya da lokomotifin eklenmesine neden gerek duyulduğunun hesapla gösterilmemesi, sonucun onaylanmamasına neden olacaktır.

10) 0,25 m/s² ivmeyle kalkış yapılabilir en büyük eğimin hesaplanması:

$$Z_{aderans} = \frac{\mu_y * G_a * g}{g * (G_L + G_W)} = a + \frac{V^2}{b} + w_d + S_{maks, kalkis} \text{ (Büyük Z değil küçük z)}$$

Kalkışta, demeraj direnimi dikkate alınır.

$w_d = \frac{1}{\rho} * \frac{dV}{dt} = \frac{1000}{g} * (1 + \xi) * \frac{dV}{dt} = 106 * 0,25 = 26,5 N / kN$ (Katar kütle artış katsayısı tablolarda 1,06 olarak verilmiştir).

$$\mu_y = 160 + \frac{7500}{V + 44} \text{ (tablolarda var)}$$

$$\frac{(160 + \frac{7500}{0 + 44}) * 62,8 * g}{g * 288,2} = 1,6 + \frac{0^2}{4000} + 26,5 + s_{maks,kalkis} \text{ (g'ler birbirini götürmektedir).}$$

$s_{maks, kalkış} = \%43,90 > s_u$ olduğundan, koşul sağlanmıştır. Sağlanmasaydı, 8a numaralı aşamaya geri dönülmesi, 2 otomotris kullanarak yeniden katar düzeni oluşturulması, 9 ve 10 numaralı aşamalardaki eğimlerin tekrardan hesaplanması gerekecekti. Böyle bir durumun meydana gelmesi halinde, müsveddelerde bu açıkça gösterilmelidir. 2. otomotrisin ya da lokomotifin eklenmesine neden gerek duyulduğunun hesapla gösterilmemesi, sonucun onaylanmamasına neden olacaktır.

11) Demeraj ve Frenleme Hesapları

Demeraj ve frenleme hesapları, hem yük hem de yolcu için ayrı ayrı yapılmalı ve müsveddelerde gösterilmelidir. Hesaplar için, bir sonraki sayfada bulunan tablo formatı ya da ders notlarında verilen tablo formatı kullanılacaktır. Demeraj tablolarında, aderans bölgesindeki tüm hesaplar ile motor bölgesindeki hesapları içeren satırlardan bir tanesindeki hesaplar, müsveddelerde gösterilmelidir (Bu belgede yapıldığı gibi). Frenleme tablolarında ise, sabit hızlı hareket evresine ait olmayan satırlardan bir tanesindeki hesaplar müsveddelerde gösterilmelidir. (Bu belgede yapıldığı gibi) Tabloların verilmesi ancak hesapların gösterilmemesi, sonucun onaylanmamasına neden olacaktır.

Geçiş Hızı Hesabı:

Geçiş hızı, aderansın sınırladığı çekim kuvvetinin, motor gücünün sınırladığı çekim kuvvetine eşit olduğu hızdır.

$$\frac{3600 * N}{V_g} = \mu * G_a * g \quad \frac{3600 * 1700}{V_g} = \left(160 + \frac{7500}{V_g + 44} \right) * 62,8 * 10$$

$$V_g = 38,91 \text{ km/sa}$$

Demeraj hesapları, kalkıştan geçiş hızına kadar bir hız aralığında, geçiş hızından rejim hızına kadarsa iki eşit hız aralığında yapılacaktır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Hız aralığı	ΔV (km / sa)	V_{ort} (km/sa)	Z (N)	z (N / kN)	w_0 (N / kN)	s (‰)	$w_0 \pm s$ (N / kN)	Δt (s)	ΔL (m)
2	0 – 38,91	38,91	19,46	174699,98	60,62	1,69	0	1,69	19,44	105,08
3	38,91 – 81,96	43,05	60,44	101257,45	35,13	2,51	0	2,51	38,86	652,42
4	81,96 – 125	43,04	103,48	59141,86	20,52	4,28	0	4,28	78,04	2243,22
								Σ	136,34	3000,72

Çekim kuvvetleri (Z), geçiş hızına kadar aderans formülünden, geçiş hızından sonra motor gücü formülünden hesaplanmaktadır.

$$\text{Satır 2 Sütun D} \rightarrow Z = \mu * G_a * g = \left(160 + \frac{7500}{V_{ort} + 44}\right) * G_a * g = \left(160 + \frac{7500}{19,46 + 44}\right) * 62,8 * 10 = 174699,98 \text{ N}$$

$$\text{Satır 3 Sütun D} \rightarrow Z = \frac{3600 * N}{V_{ort}} = \frac{3600 * 1700}{60,44} = 101257,45 \text{ N}$$

$$\text{Satır 2 Sütun E} \rightarrow z = \frac{Z}{g * (G_L + G_W)} = \frac{174699,98}{10 * 288,2} = 60,62 \text{ N/kN}$$

$$\text{Satır 2 Sütun F} \rightarrow w_0 = 1,6 + \frac{V_{ort}^2}{4000} = 1,6 + \frac{19,46^2}{4000} = 1,69 \text{ N/kN}$$

$$\text{Satır 2 Sütun I} \rightarrow \Delta t = \frac{1}{\rho} * \frac{\Delta V}{3,6 * (z - (w_0 + s))} = 106 * \frac{38,91}{3,6 * (60,62 - 1,69)} = 19,44 \text{ sn}$$

$$\text{Satır 2 Sütun J} \rightarrow \Delta l = \frac{V_{ort}}{3,6} * \Delta t = \frac{19,46}{3,6} * 19,44 = 105,08 \text{ m}$$

Toplam demeraj uzunluğu 3000,72 m olmuştur. Katar düzlükte (istasyon + palye = 500 + 2000 = 2500 m) rejim hızına ulaşamamaktadır. Katara bir otomotris daha eklenecek ve hesaplar tekrarlanacaktır. Ancak, düzlükte rejim hızına ulaşılabilmesi nedeniyle yeni katar düzeni oluşturuluyorsa, 9 ve 10. aşamalardaki eğim hesapları yeniden yapılmayacaktır.

2. otomotris eklendikten sonra da, maksimum katar ağırlığı sınırı içinde kalınmalıdır.

$$V_S = \frac{MKA - 2 * ODA}{VDA} = \frac{310 - 2 * 62,8}{32,2} = 5,73 \Rightarrow 5$$

Yeni katar ağırlığının hesaplanması:

$$G_L + G_W = 2 * 62,8 + 32,2 * 5 = 286,60 \text{ ton.}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Hız aralığı	ΔV (km / sa)	V_{ort} (km/sa)	Z (N)	z (N/kN)	w_0 (N / kN)	s (‰)	$w_0 \pm s$ (N / kN)	Δt (s)	ΔL (m)
2	0 - 38,91	38,91	19,46	349399,96	121,91	1,69	0	1,69	9,53	51,51
3	38,91 - 81,96	43,05	60,44	202514,89	70,66	2,51	0	2,51	18,6	312,27
4	81,96 - 125	43,04	103,48	118283,73	41,27	4,28	0	4,28	34,26	984,78
								Σ	62,39	1348,56

Geçiş hızı otomotris sayısıyla değişmez. Katarda iki otomotris olduğu için, aderans ağırlığı ve otomotris gücü 2 katına çıkmıştır.

$$\text{Satır 2 Sütun D} \rightarrow Z = \mu * G_a * g = \left(160 + \frac{7500}{V_{ort} + 44} \right) * G_a * g = \left(160 + \frac{7500}{19,46 + 44} \right) * 2 * 62,8 * 10 = 349399,96 \text{ N}$$

$$\text{Satır 3 Sütun D} \rightarrow Z = \frac{3600 * N}{V_{ort}} = \frac{3600 * 2 * 1700}{60,44} = 202514,89 \text{ N}$$

$$\text{Satır 2 Sütun E} \rightarrow z = \frac{Z}{g * (G_L + G_W)} = \frac{349399,96}{10 * 286,6} = 121,91 \text{ N/kN}$$

$$\text{Satır 2 Sütun F} \rightarrow w_0 = 1,69 \text{ N/kN (Direnim değişmez.)}$$

$$\text{Satır 2 Sütun I} \rightarrow \Delta t = \frac{1}{\rho} * \frac{\Delta V}{3,6 * (z - (w_0 + s))} = 106 * \frac{38,91}{3,6 * (121,91 - 1,69)} = 9,53 \text{ sn}$$

$$\text{Satır 2 Sütun J} \rightarrow \Delta l = \frac{V_{ort}}{3,6} * \Delta t = \frac{19,46}{3,6} * 9,53 = 51,51 \text{ m}$$

Önemli Not: Demeraj uzunluğu nedeniyle yeni otomotris (lokomotif) eklenmek durumunda kalırsa, hem tek otomotris (lokomotif) hem de iki otomotris (lokomotif) ile yapılan hesaplar (demeraj tabloları ve ilgili hesaplar) müsveddelerde verilmelidir.

Frenleme hesabı, katarın frenlemeye ilk başladığı an ile katarın (B noktasında) durduğu an arasında yapılacaktır. Dolayısıyla, frenleme süresi süresi ve mesafesine, B istasyonunun içinde 30 km/sa sabit hızla yapılan hareket de dâhildir. Aslında, toplam frenleme mesafesi, katarın rejim hızından 30 km/sa hıza düşene kadar kat ettiği mesafe ile B istasyonunun uzunluğunun (250 metre) toplamı olmaktadır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Hız aralığı	ΔV (km / sa)	V_{ort} (km/sa)	w_f (N/kN)	w_0 (N / kN)	s (‰)	$w_0 \pm s$ (N / kN)	Δt (s)	ΔL (m)
2	125 – 77,5	47,5	101,25	52,07	4,16	7,56	11,72	21,93	616,78
3	77,5 – 30	47,5	53,75	75,9	2,32	7,56	9,88	16,3	243,37
4	30 – 30	0	30	0	Gerek yoktur.	0	Gerek yoktur.	26,4	220,04
5	30 – 0	30	15	121,15	1,66	0	1,66	7,19	29,96
							Σ	71,82	1110,15

$$\text{Satır 2 Sütun D} \rightarrow w_f = \frac{\alpha * \beta}{\gamma} \mu_f = \frac{\alpha * \beta}{\gamma} * \frac{12500}{50 + V_{ort}} = \frac{0,7 * 0,9}{1,0} * \frac{12500}{50 + 101,25} = 52,07 \text{ N/kN}$$

$$\text{Satır 2 Sütun E} \rightarrow w_0 = 1,6 + \frac{V_{ort}^2}{4000} = 1,6 + \frac{101,25^2}{4000} = 4,16 \text{ N/kN}$$

Satır 2 Sütun F $\rightarrow$ İstasyona henüz girilmediği için, eğim uygulama eğimine eşittir ve çıkış yönündedir.

$$\text{Satır 2 Sütun H} \rightarrow \Delta t = \frac{1}{\rho} * \frac{\Delta V}{3,6 * (w_f + (w_0 + s))} = 106 * \frac{47,5}{3,6 * (52,07 + 11,72)} = 21,93 \text{ sn}$$

$$\text{Satır 2 Sütun I} \rightarrow \Delta l = \frac{V_{ort}}{3,6} * \Delta t = \frac{101,25}{3,6} * 21,93 = 616,78 \text{ m}$$

Satır 4: Bu satır sabit hızlı hareket evresine ait olduğundan, direnir – ivme hesabı yapmaya gerek yoktur. 30 km/sa sabit hızla gideceği süreyi belirleyebilmek için, bu hızla gideceği mesafeyi belirlemek gereklidir. Bu mesafe, B istasyonunun uzunluğundan (250 metre), 30 – 0 km/sa frenleme mesafesi (satır 5 sütun l’da hesaplandı, 29,96 metre) çıkarılarak bulunmuştur.

Rejim uzunluğu = Toplam yol uzunluğu – (frenleme uzunluğu + demeraj uzunluğu) = 43249,84 – (1110,15 + 1348,56) = 40791,13 m.

Satır 5 Sütun F: 30 - 0 km/sa arasındaki frenleme B istasyonunun içinde yapılmaktadır. İstasyon eğimsiz olduğundan, eğim 0 alınmıştır.

$$\text{Rejim süresi} = \frac{L_{\text{rejim}}}{(V_{\text{rejim}}/3,6)} = \frac{40791,13}{(125/3,6)} = 1174,78 \text{ sn.}$$

Toplam seyir süresi = Rejim süresi + frenleme süresi + demeraj süresi = 1174,78 + 71,82 + 62,39 = 1308,99 sn.

12) Trafiğın Gerektirdiğı Katar Sayılarının Hesabı

$$\text{Yolcu trafiğı için:} \quad \frac{1}{2} \frac{T_v}{365} k_1 \lambda_v = N_v a_v k_2 k_3 L_v \quad (\text{yolcu-km/gün-yön})$$

$$\text{Yük trafiğı için:} \quad \frac{T_m}{365} k_1 \lambda_m = N_m a_m k_2 k_3 L_m \quad (\text{ton-km/gün-yön})$$

Bu eşitliklerde,

T_v : Yılda iki yöndeki yolcu sayısı (yolcu/yıl) (Yolcu trafiğı genellikle iki yönlüdür; yani, giden yolcu genellikle başlangıç noktasına geri döner.)

T_m : Yılda bir yöndeki yük miktarı (ton/yıl-yön) (Yük trafiğı genellikle tek yönlüdür. Fabrikaya giren hammadde üretim yerine geri dönmez ya da fabrikada üretilen ve pazara sunulan mamul fabrikaya geri dönmez.)

λ_v : Bir yolcunun ortalama seyahat uzunluğu (km)

λ_m : Bir ton yükün ortalama taşınma mesafesi (km)

N_v : Bir günde ve bir yönde işletilmesi gereken yolcu katarı sayısı (katar/gün-yön)

N_m : Bir günde ve bir yönde işletilmesi gereken yük katarı sayısı (katar/gün-yön)

a_v : Bir yolcu katarının kapasitesi (yolcu/katar)

a_m : Bir yük katarının kapasitesi (ton/katar)

L_v : Bir yolcu katarının uç terminaller arasındaki toplam seyahat uzunluğu (km)

L_m : Bir yük katarının uç terminaller arasındaki toplam seyir uzunluğu (km)

k_1 : En büyük trafik yüzdesi: (günlük maks. yolcu sayısı ya da yük miktarı / günlük ort. yolcu sayısı ya da yük miktarı) $\geq 1,00$

k_2 : Vagon kullanım katsayısı: (katardaki ort. yolcu sayısı ya da yük miktarı / katarın yolcu ya da yük kapasitesi) $\leq 1,00$

k_3 : Katar kullanım katsayısı: (katarda hizmet veren (dolu) vagon sayısı / katardaki toplam vagon sayısı) $\leq 1,00$

Yolcu Trafiğı:

$$\frac{1}{2} * \frac{2 * 5 * 10^6}{365} * 1,2 * 100 = N_v * 380 * 0,8 * 1 * 500 \quad N_v = 10,81 \approx 11 \text{ (katar/gün-yön)}$$

Yük Trafiğı:

$$\frac{6 * 10^6}{365} * 1,2 * 300 = N_m * 546 * 0,8 * 0,9 * 500 \quad N_m = 30,11 \approx 31 \text{ (katar/gün-yön)}$$

13) Eş Aşınma Koşuluna Göre Dever Yüksekliklerinin Hesaplanması

Eş aşınma koşuluna göre ortalama hız (iç ve dış rayın eşit miktarda aşınma koşulu):

$$V_o^2 = \frac{\sum n_i G_i V_i^3}{\sum n_i G_i V_i} \text{ (km/sa)}^2$$

Burada, n_i : i grubundaki katarların bir gün içinde kuptan geçiş sayısı (katar/gün)

V_i : i grubundaki katarların kurptan geçiş hızı (km/sa)

G_i : i grubundaki katarların ağırlığı ($G_L + G_W$) (ton/katar)

	n_i	V_i	G_i	V_i^3	$n_i * G_i * V_i^3$	$n_i * G_i * V_i$
Yolcu	11	125	286,60	1.953.125	6.157.421.875	394.075
Yük	31	72	1098	373.248	12.704.615.424	2.450.736
				Σ	18.862.037.299	2.844.811

$$V_o^2 = \frac{18.862.037.299}{2.844.811} = 6630,33 \rightarrow V_o = 81,43 \text{ km/sa}$$

$$d_u = \frac{11,8 V_o^2}{R} \text{ (mm)}$$

$$d_1 = \frac{11,8 * 6630,33}{R_1} = \frac{11,8 * 6630,33}{1400} = 55,88 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{11,8 * 6630,33}{R_2} = \frac{11,8 * 6630,33}{2100} = 37,25 \text{ mm}$$

Max-Min Dever Değerleri

$$d_{\min(\text{yolcu})} = \frac{11,8 V_{\max(\text{yolcu})}^2}{R} - 153 \gamma_{\max} \text{ (mm)} \quad d_{\max(\text{yük})} = \frac{11,8 V_{\min(\text{yük})}^2}{R} + \Delta d_f \text{ (mm)}$$

$$d_{1\min} = \frac{11,8 * 125^2}{R_1} - 153 * 0,92 = \frac{11,8 * 15625}{1400} - 153 * 0,92 = -9,06 \text{ mm}$$

$$d_{2\min} = \frac{11,8 * 125^2}{R_2} - 153 * 0,92 = \frac{11,8 * 15625}{2100} - 153 * 0,92 = -52,96 \text{ mm}$$

$$d_{1\max} = \frac{11,8 * 72^2}{R_1} + 90 = \frac{11,8 * 5184}{1400} + 90 = 133,69 \text{ mm}$$

$$d_{2\max} = \frac{11,8 * 72^2}{R_2} + 90 = \frac{11,8 * 5184}{2100} + 90 = 119,13 \text{ mm}$$

1. Kurp için $\rightarrow -9,06 < 55,88 < 133,69$
2. Kurp için $\rightarrow -52,96 < 37,25 < 119,13$

Hesaplanan deverler yolcu ve yük katarları için uygundur.