



**TMMOB
ELEKTRİK
MÜHENDİSLERİ
ODASI**

1954

T.P. 1. 1. 1.

**35 kV. - 3 AWG (Swallow)
E. N. HATTI TİP PROJESİ
(1. BÖLGE)**

1. BÖLGE**En düşük Sıcaklık : -10 °C****En Yüksek Sıcaklık : +50°C****($0\sqrt{d}$)****Arazi Kotu : 600 m.**

	Adı Soyadı	Dip. No. Oda No.	İmza	
Hazırlayan				
Kontrol				
Çizen				
Ölçek	35-kV - 3 AWG (SWALLOW) E.N. Hattı TİP PROJESİ 1. Bölge $\sigma = 11 \text{ kg/mm}^2$			Resim No ANK-534 Bu yerine geçti Bunun yerine geçti Tarih 19 Eylül 1979

FIHRIST

BOLUM

- I Mekanik hesaplar
- II İletkenlerin tertibi
- III Direk ve Travers hesabı

BÖLÜM I

MEKANİK HESAPLAR

İLETKENLERİN ÖZELLİKLERİ

İletkenin cinsi	SWALLOW St. Al (Kanada normu)
Çelik telin kesiti	4,45 mm ²
Alüminyum telin kesiti	26,69 mm ²
Toplam kesit	31,14 mm ²
Çapı	7,14 -
Ağırlığı	0,108 kg/m
Isı uzama katsayısı	19,2 · 10 ⁻⁶ 1/°C
Elastikiyet modeli	8000 kg/mm ²
Maksimum cer kuvveti	11 × 31,14 = 342,54 kg < 45 × 1023 = 460,35 kg
Buzyükü (I.Bölge)	0 √d.
Caiz max.gerilme	11 kg/mm ²
Normal açıklık	150 m
Arazi kotu	600 m

KRİTİK AÇIKLIĞIN TAYİNİ :

$$a_{kr} = 2 \cdot T_{max} \sqrt{\frac{6 \cdot P_0 (t - t_0)}{P^2 - P_0^2}}$$

$$T_{max} = 342,54 \text{ kg}$$

$$\beta = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$t = -5^\circ\text{C}$$

$$t_0 = -10^\circ\text{C}$$

$$P_0 = 0,108 \text{ kg/m}$$

$$P_0 = \sqrt{0,108^2 + 0,377^2} = 0,392 \text{ kg/m} ; O_k = 75,57 < a_n = 150 \text{ m}$$

Maksimum gerilme + 5 °C + Rüz. yükü halinde meydana gelecektir.

$$\text{Rüzgar yükü } 1,2 \times 44 \times 7,14 \cdot 10^{-3} = 0,377 \text{ kg/m}$$

KRİTİK SICAKLIĞIN TAYİNİ :

$$t_{ks} = \frac{1}{E \cdot \beta} \cdot T_{max} \cdot \frac{P_{buz}}{P} - t_0$$

$$0,392 - 0,108 = 0,284$$

$$E = 8000 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_n = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = 19 \text{ kg/mm}^2$$

$$t_0 = +5^\circ\text{C}$$

$$t_{kr} = \frac{1}{8000 \cdot 19,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,284}{0,392} + 5$$

$$t_r = 56,88 > 50^\circ\text{C}$$

Maksimum sehîm + 5 °C + % 100_R da meydana gelecektir.

SEHİM SABLONUNUN ÇIKARILMASI :

$$f_{+50^\circ\text{C}} = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T_n + 50} = \frac{0,108}{8,99} = a^2 = 1,3636 \cdot 10^{-4} \cdot a$$

a (m)	f _{120°} (m)	a (m)	f _{120°} (m)
20	0.05	240	7.85
40	0.21	260	9.21
60	0.49	280	10.89
80	0.87	300	12.27
100	1.36	340	15.76
120	1.96	380	19.69
140	2.67	420	24.05
160	3.49	460	28.85
180	4.41	500	34.09
200	5.45	600	49.08
220	6.59		

DEĞİŞİK HALLER DENKLEMİ :

$$\frac{S \cdot a^2 \cdot E \cdot P_n^2}{24 \cdot T_n^2} - T_n = \frac{S \cdot a^2 \cdot E \cdot P_i^2}{24 \cdot T_i^2} = T_i + (t_a - t_i) S \cdot \beta \cdot E$$

$$T_i = 342,54 \text{ kg}$$

$$S = 31,14 \text{ mm}^2$$

$$a = 150 \text{ m}$$

$$E = 8000 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_i = 0,392 \text{ kg/m}$$

$$\beta = 19,2 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C} \quad P_{w100} = \sqrt{0,377^2 + 0,108^2} = 0,392 \text{ kg/m}$$

$$t_i = +5^\circ\text{C}$$

RÜZGAR KUVVETİ
 $W = 1,2 \cdot 44 \cdot 0,00714 = 0,377 \text{ kg/m}$
 % 100 Rüzgarlı haldeki yoğunluk

% 70 Rüzgarlı haldeki yoğunluk

$$P_{w70} = \sqrt{(0,7 \cdot 0,377)^2 + (0,108)^2} = 0,285 \text{ kg/m}$$

	$P_n (\text{kg/m})$	$P_n^2 (\text{kg/m})^2$
Çıplak tel	0,108	0,011664
Çıplak tel + % 100 W	0,392	0,153664
Çıplak tel + % 70 W	0,285	0,081225

$$\frac{S \cdot a^2 \cdot P_i^2 \cdot E}{24 \cdot T_i^2} = \frac{31,14 \cdot (150)^2 \cdot 8000 \cdot (0,392)^2}{24 \cdot (342,54)^2} = 305,86$$

$$(t_a - t_i) \cdot S \cdot \beta \cdot E = (t_a - 5) \cdot 31,14 \cdot 1,92 \cdot 10^{-5} \cdot 8000 = (t_a - 5) \cdot 4,783$$

$$\frac{S \cdot a^2 \cdot E \cdot P_n^2}{24 \cdot T_n^2} = \frac{31,14 \cdot (150)^2 \cdot 8000}{24} \cdot \frac{P_n^2}{T_n^2} = 2,3355 \cdot 10^8 \cdot \frac{P_n^2}{T_n^2}$$

$$2,3355 \cdot 10^8 \cdot \frac{P_n^2}{T_n^2} - T_n = (t_a - 5) \cdot 4,783 + 305,86 - 342,54$$

$$2,3355 \cdot 10^8 \cdot \frac{P_n^2}{T_n^2} - T_n = -36,68 - (t_a - 5) \cdot 4,783$$

$$1) t_a = +5^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, W = \% 100, P_a = 0,392 \text{ kg/m} \quad P_a^2 = 0,15366$$

$$f = \frac{0,392 \cdot (150)^2}{8 \times 342,54} = 3,21 \text{ m} \quad T_a = T_{\max} \quad f_{\max} = \frac{0,392 \cdot a^2}{8 \times 342,54} = 1,43 \cdot 10^{-4} \cdot a^2$$

$$2) t_a = +5^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, W = 0, P_a = 0,108 \text{ kg/m}$$

$$0,02724 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{T_n^2} - T_a = -36,68 \quad T_a = 153 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,108 \cdot (150)^2}{8 \times 153} = 1,98 \text{ m} \quad f_{\max} = 1,98$$

$$3) t_a = +5^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, W = \% 70, P_a = 0,285 \text{ kg/m}$$

$$0,1897 \times 10^3 \cdot \frac{1}{T_n^2} - T_a = -36,68 \quad T_a = 279,5 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,285 \cdot (150)^2}{8 \times 279,5} = 2,86 \text{ m}$$

$$4) t_a = +50^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, W = 0, P_a = 0,108 \text{ kg/m}$$

$$0,2724 \times 10^3 \cdot \frac{1}{T_n^2} - T_a = -178,55 \quad T_a = 99,00 \text{ kg}$$

$$f = \frac{0,108 \cdot (150)^2}{8,99} = 3,07 \text{ m} \quad f_{\max} = 3,07$$

$$5) t_a = +50^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, W = \% 42$$

$$P_a = \sqrt{(0,42 \times 0,377)^2 + 0,108^2} = 0,19166$$

$$0,08579 \times \frac{10^3}{T_n^2} - T_a = -178,55 \quad T_a = 159,4$$

$$f = \frac{0,19166 \times 150^2}{8 \times 15,49} = 3,38$$

$$6) t_a = +15^\circ\text{C}, \text{ buz} = 0, R = 0, P_a = 0,108$$

$$0,2724 \times 10^3 \cdot \frac{1}{T_n^2} - T_a = -11,15$$

$$T_{a+15} = 136,00 \text{ kg} < \% 15 \times 1023 = 153,45 \text{ kg}$$

SALINIM ACILARI HESABI :

+5 °c ve % 70 rüzgarlı durumdaki salınım açısı

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{0,70 \times 0,377}{0,108} = 2,4435 \dots \alpha_1 = 67^\circ 44'$$

α° SAPMA ACISI

$\alpha_1 > 62^\circ 30'$ olduğundan $\alpha_{\text{Sapma}} = \alpha_1 / 5$ açısal kayma alınacaktır.

BÖLÜM II

İLETKENLERİN TERTİBİ

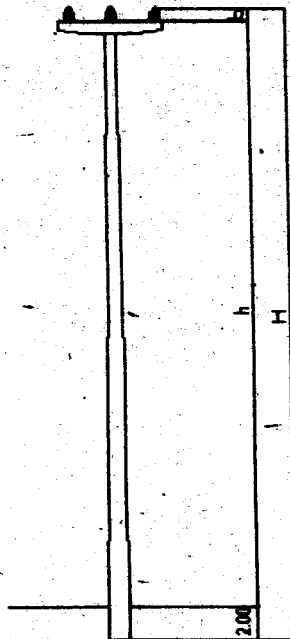
İletkenlerin direklere tesbiti, taşıyıcı direklerde mesnet izolatörleri, Durdurucu direklerde ÇİFT MESNET veya GERGİ ile yapılacaktır. Koruma teli olmadığından, en uygun tertip şekli tek travers üzerine üç iletkeni eşit aralıklarla yerleştirilmektedir.

Direk üzerindeki iletkenlerin yere mesafesi :

U (kv)	a (cm)
35	35

KLERANS (metre)

H	Taşıyıcı	DURDURUCU
(m)	35 kV	Gergi 35 kV
10	8,35	8
11	9,35	9
12	10,35	10
13	11,35	11
14	12,35	12
15	13,35	13
16	14,35	14
17	15,35	15



BÖLÜM III

DİREK ve TRAVERS HESABI

1) TASIYICI DİREKLER

$$W_1 = 12 \times 44 = 0,00714 = 0,377 \text{ kg/m}$$

$$3 W_1 = 1,131 \text{ kg/m}$$

$$\text{İzolatörlere rüzgar kuvveti (W}_{iz}) = 5 \text{ kg}$$

$$W_d \text{ TABLOSU (H = 17 m, h = 15,00m)}$$

Boy	TİP	10	11	12	13	14	15	16	17
2	29	31	36	50	--	--	--	--	--
2.5	29	31	36	50	--	--	--	--	--
3	36	39	44	59	66	73	79	--	--
3.5	36	39	44	59	66	73	79	--	--
4	36	47	53	59	66	73	79	87	--
5	36	47	53	59	66	73	79	87	--

$$a_w \leq 200 \text{ m için}$$

$$Z = 3 W_1 \times a_w + W_d + W_{iz}$$

$$Z = 1,131 a_w + W_d + 5$$

$$a_w = \frac{Z - W_d - 5}{1,131}$$

MAX RUZGAR MENZİLİ TABLOSU ($a_w < 200 \text{ m}$)

Boy	TİP	10	11	12	13	14	15	16	17
2	146	145	140	128	--	--	--	--	--
2.5	190	189	184	172	--	--	--	--	--
3	229	226	221	208	202	196	190	--	--
3.5	273	270	266	252	246	240	235	--	--
4	317	307	302	297	290	284	279	272	--
5	399	396	340	384	379	373	367	360	--

$$a_w \geq 200 \text{ m için}$$

$$Z = 1,131 (80 + 0,60 a_w) + W_d + W_{iz}$$
$$= 90,48 + 0,6786 a_w + W_d + 5$$

$$a_w = \frac{Z - (W_d + 95,48)}{0,6786}$$

$a_w \geq 200$ m. için MAX. RÜZGAR MENZİLİ Tablosu

BOI TİPİ	10	11	12	13	14	15	16	17
3	248	243	236	214	204	--	--	--
3.5	322	317	310	288	277	267	258	--
4	395	379	370	361	351	341	332	320
5	532	526	518	509	498	488	477	467

Varsayımı III

$T_{max} : 342,54$ kg

Pin tipi İzolatör (1/5) Burulma

$$T = \frac{342,54}{5} = 68,5 \text{ kg}$$

KÖSEDE TASIYICI DİREKLER

I. VARSAYIM :

$$P_d = Z \times 2 \cos \alpha / 2$$

$$Z = \text{Max Cer Kuvveti } (3 \times 342,54)$$

$$\cos \alpha / 2 = \frac{P_d}{2 \cdot Z}$$

$$Z = 1027,62 \text{ kg}$$

Tepe kuvveti	200	250	300	350
3 SWALLOW	168°50'	166°02'	163°12'	160°23'

VI. VARSAYIMI :

$$P = 3 T_s \quad 2 \cos \alpha / 2 + W_d + W_{iz} = 1,131 a_w$$

$$T_{s=100 R_{BZ}} = 342,54$$

$$W_{iz} = 5 \text{ kg}$$

TASIYICI DİREĞE UZANAN (Açortayı) kuvveti

$$T_R = 33,342 \cdot 54 \times 2 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$T_R = 2055,24 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$\alpha = 1^\circ \text{ için } (179^\circ)$$

$$T_R = 17,93 \text{ kg}$$

NETİCE Beher dcerece sapma için a_w 15,85 azalır.

$$1,131 a_w = 17,93$$

$$a_w = 15,85$$

Not: KT direği I ve VI Varsayımlarına göre ayrı ayrı tahkik edilecektir.

ÖRNEK

$$\alpha = 170^\circ (\alpha_s = 10^\circ)$$

$$a_w = 120 \text{ m}$$

$$H = 12 \text{ m}$$

I. Varsayımda direk tipi 12/2 dir.

$$\begin{array}{rcl} \text{VII Varsayımda direk tipi} & a_w (\text{munzam}) & = 15,85 \times 10 = 158,50 \text{ m} \\ & a_w & = 120,00 \text{ m} \end{array}$$

$$\text{Toplam} = 278,50 \text{ m}$$

Direk tipi : 12/4

DURDURUCU DİREKLER

I. VARSAYIM :

$$P_d = 0,75 \times 3 \times 342,54 = 770,7 \text{ kg (Direk Tipi : 8)}$$

SON DİREKLER

I. VARSAYIM :

$$P_d = 3 \times 342,54 = 1027,62 \text{ kg (Direk Tipi : 11)}$$

IV. VARSAYIM

$$R_1 = \frac{3}{2} W_i + W_d + W_{iz} = 0,5655 a_w + 62 + 5 =$$

$$W_d (12/11) = 62 \text{ kg}$$

$$R_2 = 3 T_{\%100 R} = 3 \times 342,54 = 1027,62 \text{ kg}$$

$$R_1 = 392,4 = 0,5655 a_w + 62 + 5$$

$$R = \sqrt{R_1^2 + R_2^2} = 1100 = \sqrt{R_1^2 + 1027,62}$$

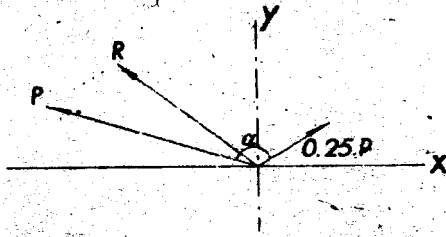
$$R_1 = 392,4 \text{ kg}$$

$$a_w = 575 \text{ m.}$$

NETİCE : Direk tipi için I. VARSAYIMI uygundur.

KÖŞEDE DURDURUCU DİREKLER

I. VARSAYIM



$$R = P \sqrt{0.5625 + \cos^2 \alpha} / 2$$

$$P = 3 T_{max} = 1027,62$$

IV. VARSAYIM

$$R = 3 W_i \cdot a_w + W_d + W_{iz} + 3 T_{max} \cdot 2 \cos \alpha / 2$$

$$W_d = 110 \text{ kg}$$

$$a_w = \cong 200 \text{ m için}$$

$$R = 1,131 \times 200 + 110 + 5 + 2055,24 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$R = 3 W_i + W_d + W_{iz} + 6 \times 342,54 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$R = 3 W_i + W_d + W_{iz} + 2055,24 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$R = 226,2 + 115 + 2055,24 \cdot \cos \alpha / 2$$

$$R = 341,20 + 2055,24 \cdot \cos \alpha / 2$$

V. VARSAYIM

$$R = 3 T_{max} \times 2 \cos \alpha / 2$$

$$R = 3 \times 342,54 \times 2 \cos \alpha / 2$$

$$R = 2055,24 \cos \alpha / 2$$

Daha ağır şart veren I. ve IV. Varsayıma göre KD direkleri seçilecektir.

DİREK TİPİ	KÖŞE AÇISI		NETİCE
	I.	IV.	
8	156°	154°	154°
9	126°	148°	148°
10	103°	142°	142°
11	80°	136°	136°
12	53°	130°	130°
13	—	124°	124°
14	—	118°	118°
15	—	111°	111°
16	—	104°	104°
17	—	97°	97°
18	—	89°	89°

İASİYİCİ TRAVERSİLER

Momaj yuku	100 kg
İletken ağırlığı	5 kg
İletken ağırlığı	0,108 kg

$$G = 0,108 a_{\text{tr}} + 105$$

İLETKENLER ARASI MESAFE

$$\textcircled{1} \quad D = 0,50 \sqrt{f_{\text{max}} + \lambda_o} + \frac{U}{150}$$

$$U = 35 \text{ kV}$$

$$f_{\text{max}} = 1,430 \cdot 10^{-4} \cdot a^2$$

$$l_o = 0 \text{ (mesnet)}$$

$$D = 0,50 \sqrt{1,430 \cdot 10^{-4} \cdot a^2} + \frac{35}{150}$$

$$\textcircled{2} \quad D_s = \frac{U}{150} + 2 f_s \sin \frac{\alpha}{10} \quad \alpha = 67^\circ 44'$$

$$D_s = \frac{35}{150} + 2 \times 0,88235 \cdot 10^{-4} \cdot a^2 \times 0,11795 f_s = \frac{0,108 \cdot a^2}{8 \times 153} = 0,88235 \cdot 10^{-4} \cdot a^2$$

$$\sin \alpha / 10 = 0,11795$$

$$0,5979 \cdot 10^{-2} \cdot a + \frac{35}{150} = \frac{35}{150} + 0,20814 \cdot a^2 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{0,5979}{0,20814} \times 100 = a \quad a = 287 \text{ m}$$

287 m. için formül daha büyük açıklıklar için salınım değerleri alınacaktır.

TRAVERS BOYU

$$L_s = 0,20 + 2d = 0,20 + \sqrt{1,43 \cdot 10^{-4} \cdot a^2} + \frac{70}{150} = 0,666 + 1,196 \cdot 10^{-2} \cdot a$$

$$L = 0,20 + 2 \times (0,5 \sqrt{1,430 \cdot 10^{-4} \cdot a^2} + \frac{35}{150}) = 0,666 + 1,196 \cdot 10^{-2} \cdot a$$

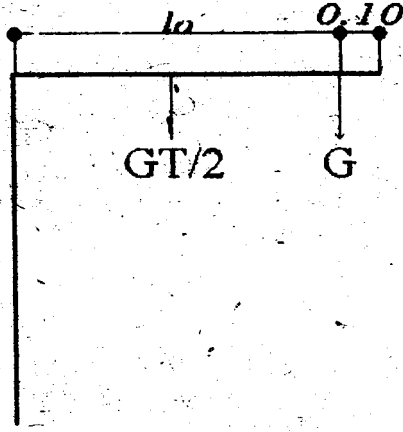
$$\frac{3,00 - 0,666}{1,196} \times$$

$$M_b = 1/5 \cdot T_{\text{max}} (L/2 - 0,10)$$

L(m)	a(m)	Mb
2.00	111	61.65
2.20	128	68.50
2.40	144	75.35
2.60	161	82.20
2.80	178	89.06
3.00	195	95.91

L(m)	a(m)	Mb
3.20	211	102.76
3.40	228	109.61
3.60	245	116.46
3.80	262	123.31
4.00	278	130.16

TRAVERS TIPLERİ TAYİNİ



$$G = 0,108 \cdot a_{ci} - 105$$

G_i = Travers ağırlığı

$$M = G \times lo + \frac{G_i}{2} \times \frac{lo}{2}$$

$$M = lo \left(G + \frac{G_i}{4} \right)$$

$$M = lo \left(0,108 \cdot a_{ci} + 105 + \frac{G_i}{4} \right)$$

$$a_{ci} = \frac{\frac{M}{lo} - 105 - \frac{G_i}{4}}{0,108}$$

TASIYICI TRAVERSLERİN SEÇİM CETVELİ

KULLANMA MENZİLİ			GT			AĞIRLIK MENZİLİ		
a (m)	L (m)	lo (cm)	T/27	T/50	T/80	$a_{ci, min}$ (m)		
111	200	90	65	100	145	1655	--	--
128	220	100	70	105	155	1365	--	--
144	240	110	75	110	165	1126	--	--
161	260	120	80	115	170	925	--	--
178	280	130	80	120	180	765	--	--
195	300	140	85	125	190	614	--	--
211	320	150	90	130	200	486	--	--
228	340	160	90	135	210	382	--	--
245	360	170	95	140	215	278	--	--
262	380	180	95	145	225	196	--	--
278	400	190	100	150	235	112	1117	--

DURDURUCU ve NİHAYET TRAVERSLERİN TAYİNİ

$$M_1 = lo \times 342,54$$

TİP	M_1 (kg/cm)	lo (cm)	L
N/70	70.000	204,35	0-4.00 m için N/70 tipi seçilecek
N/170	170.000	496,29	4.00 - 5.00 m için N/170 tipi seçilecek