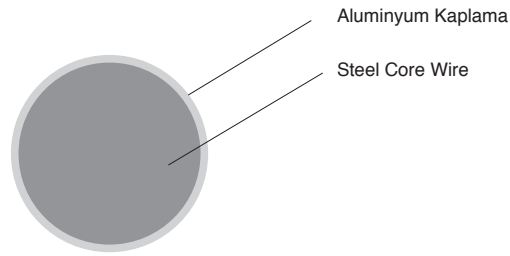


## Aluminyum Kaplı Çelik ( ACS )

Aluminium Clad Steel ( ACS )



Aluminium Clad Steel ( ACS ) wire consists of a central steel core with a layer of high conductivity aluminium extruded over it. The aluminium layer forms a seamless metallurgical tie with the steel wire to guarantee permanent bonding during rewinding and stranding.

The aluminium layer thickness is at least 10 % of the wire radius and approximately 25 % of the crosssectional area. Conductivity is proportional to the aluminium layer thickness. Conductivities ranging from 14 % to 40 % IACS are available. Aluminum layer thickness is also increasing according to conductivity of ACS wire.

Aluminium Clad Steel cable is well know for its combination of corrosion resistance, high strength, and high electrical conductivity. These properties make it an excellent choice either as overhead earth (ground wire, "OPGW") or as guy wire. it can also be used as core strand in ACSR conductors.

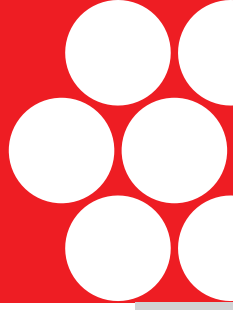
For high frequency applications where the "skin effect" is an important factor, for example lighting faults, the conductivity of ACS approaches 100 % of aluminium because the highest electrical current density is concentrated on the external part of the conductor.

Aluminyum kaplı çelik (Aluminyum Clad - ACS) merkezi çelik tel üzerine yüksek iletkenlik degerine sahip aluminyum kaplaması ile imal edilir. Aluminyum katman çelik öz üzerine kaynaksız ve muntazam sekilde kaplanır. Kaplama aktarma ve büküm esnasında yapışkanlığını yitirmez.

Aluminyum katmanın kalınlığı tel çapının en az % 10 olmak üzere toplam kesit alanının yaklaşık % 25'ini oluşturur. ACS telin iletkenliği aluminyum katmanın kalınlığı ile ilgilidir. iletkenlik degerleri % 14 ile % 40 ACS arasında mümkündür. Aluminyum katman kalınlığı iletkenlik degerindeki artısa göre arttırılmaktadır.

Aluminyum kaplı çelik (ACS) yüksek korozyon dayanımı, yüksek mukavemet degeri ve yüksek elektrirksel iletkenlik özelliklerine sahiptir. Bu özellikleri yüksek gerilim hattı topraklama tellerinde kullanım için çok uygundur. OPGW ve topraklama ve iletkende kullandığı gibi ACSR iletkenlerinde çelik öz olarak da kullanılmaktadır.

Yüksek frekansta yüzey etkisi (Skin effect) önemli bir faktördür. Elektrik akımının çoğunluğu iletkenin dış yüzeyinde iletildiğinden yıldırım darbesi gibi durumlarda Aluminyum katmanı % 100 kapasite ile çalışır.



## İLGİLİ STANDARTLAR ve TESTLER RELATED STANDARDS and TESTS

### 1. Standart of ACS wire

1.1 International Standart:  
IEC 61232-2002 : Aluminium-clad steel wires for electrical purposes.  
ASTM B415-98(2002) : Standard Specification for Hard-Draw Al uminum-C-lad Steel Wire  
ASTMB502-1998 : Standard Specification for Al uminum -Clad Steel Core Wire for Aluminum Conductors, Aluminum-Clas Steel Reinforced

### 2. ACS Wire Test Items:

- 2.1 Surface Quality
- 2.2 Diameter
- 2.3 Tensile Strength
- 2.4 Elongation at break
- 2.5 Torsion
- 2.6 Resistivity
- 2.7 Minimum Thickness of Aluminum Coating
- 2.8 Stress at 1 % Elongation

### ACS tel standardı

1.1 Uluslararası Standart  
IEC 61232-1993 : Elektriksel amaçlar için Alüminyum kaplı çelik teller  
ASTM B415-98(2002) : Sert çekilmiş Alüminyum kaplı çelik tel için standart özellikler  
ASTM B502 -1998 : Alüminyum kaplı çelik özlü Alüminyum kaplı çelik ile güçlendirilmiş iletkenler için standart özellikler.

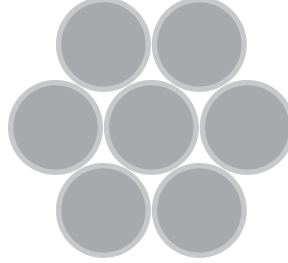
### 2. ACS Teller için testler:

- 2.1 Yüzey kalitesi
- 2.2 Çap
- 2.3 Çekme mukevemeti
- 2.4 Kopma uzaması
- 2.5 Burulma
- 2.6 Direnç
- 2.7 En küçük alüminyum kaplama kalınlığı
- 2.8 % 1 uzamadaki gerilme

## TEL PERFORMANSI PERFORMANCE OF ACS WIRE

### Min. Thickness of Aluminum Coating / Min. Alüminyum Kaplama Kalınlığı

Class Sınıf	Min. Thickness of Aluminum Coating Min. Alüminyum Kaplama Kalınlığı	Class Sınıf	Min. Thickness of Aluminum Coating Min. Alüminyum Kaplama Kalınlığı
14 SA	<b>5 % of ACS wire nominal diameter</b> 5 % için ACS nominal tel çapı	27 SA	<b>14 % of ACS wire nominal diameter</b> 14 % için ACS nominal tel çapı
20 SA	<b>8 % of ACS wire nominal diameter (When diameter is less than 1.8 mm)</b> 8 % için ACS nominal tel çapı (Çap 1.8 mm'den büyük olunca)	30 SA	<b>15 % of ACS wire nominal diameter</b> 15 % için ACS nominal tel çapı
	<b>"10 % of ACS wire nominal diameter (When diameter is less than 1.8 mm)</b> 10 % için ACS nominal tel çapı (Çap 1.8 mm'den büyük olunca)"	35 SA	<b>20 % of ACS wire nominal diameter</b> 20 % için ACS nominal tel çapı
23 SA	<b>11 % of ACS wire nominal diameter</b> 11 % için ACS nominal tel çapı	40 SA	<b>25 % of ACS wire nominal diameter</b> 25 % için ACS nominal tel çapı



## Yoğunluk, Alüminyum ve Çelik İçin Kesit ve Ağırlık Oranını

Density, Section Ratio of Aluminum and Steel, Weight Ratio of Aluminum and Steel

Class Sınıf	14 SA	20 SA		23 SA	27 SA	30 SA	35 SA	40 SA
		A	B					
<b>Nominal Density at 20 C (g/cm<sup>2</sup>)</b> Nominal Yoğunluk	7,14	6,59	6,53	6,27	5,91	5,61	5,15	4,64
<b>Section Ratio of Aluminum (%)</b> Alüminyum Kesit Oranı (%)	13	25	25	30	37	43	52	62
<b>Section Ratio of Steel (%)</b> Çelik Kesit Oranı (%)	87	75	75	70	63	57	48	38
<b>Weight Ratio of Aluminum (%)</b> Alüminyum Ağırlık Oranı (%)	5	10,4	10,4	12,9	16,9	20,7	27,3	36,1
<b>Weight Ratio of Steel (%)</b> Çelik Ağırlık Oranı (%)	95	89,6	89,6	87,1	83,1	79,3	72,7	63,9

## İletkenlik

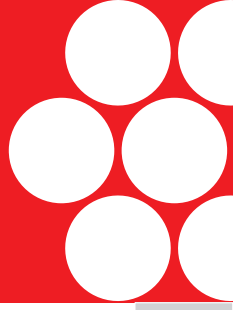
Conductivity

The Conductivity of an aluminum clad steel wire is designed according to the 61% IACS aluminum and 9% IACS steel.

For example : The following shows the conductivity desing of 30 SA61%  
 $0,43+9\%*0,57 = 31,36\%$  IACS

Alüminyum kaplı çelik teller %61 alüminyum ve %9 çelik iletkenliğine uygundur.  
 Örnek : 30 SA iletkenlik için aşağıda tasarım gösterilmiştir.  
 $61\% 0,43+9\%*0,57 = 31,36\%$  IACS

Class Sınıf	14 SA	20 SA		23 SA	27 SA	30 SA	35 SA	40 SA
		A	B					
<b>Conductivity (% IACS)</b> İletkenlik	14	20,3	20,3	23	27	30	35	40



## 3. 4 Fiziksel Sabitler

### 3. 4 Physical Constant

Class Sınıf	14 SA	20 SA		23 SA	27 SA	30 SA	35 SA	40 SA
		A	B					
Type Tip	-	A	B	-	-	-	-	-
Final Modulus of Elasticity (GPa) Son Elastik Modülü (Gpa)	170	162	155	149	140	132	122	109
Thermal Elcngation Coefficient ( $K^{-1} \times 10^6$ ) Sıcaklık Uzama Katsayısı ( $K^{-1} \times 10^6$ )	12.0	13.0	12.6	12.9	13.4	13.8	14.5	15.5
Temperture Coefficient ( $K^{-1}$ ) Sıcaklık Katsayısı ( $K^{-1}$ )	0.0034	0.0036	0.0036	0.0036	0.0036	0.0038	0.0038	0.0040

## 3. 5 Çekme Mukavemeti ve Özdirenç

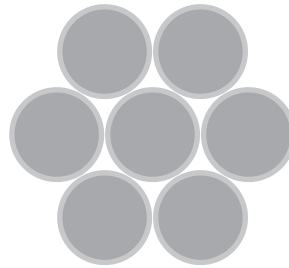
### 3. 5 Tensile Strength and Resistivity

Class Sınıf	Type Tip	Nominal Diameter		MinTensile Strength (MPa) Germe Mukavemeti min.	Min Stress at 1 % clongetion (MPa) %1 uzamadaki gerilme	Max resistivity value at 20 C (n-m) D.C. Direnç 20 C (n-M)
		More than Büyük	Less than and equal Küçük ve Eşit			
14 SA		2.10 2.25 3.00 3.50 4.75	2.25 3.00 3.50 4.75 5.50	1620 1590 1550 1520 1500	1450 1410 1380 1340 1270	123.15 (Comptly with 14 % IACS)
20 SA	A	1.24 3.25 3.45 3.65 3.95 4.10 4.40 4.60 4.75	3.25 3.45 3.65 3.95 4.10 4.40 4.60 4.75 5.50	1340 1310 1270 1250 1210 1180 1140 1100 1070	1200 1180 1140 1100 1100 1070 1030 1000 1000	84.80 (Comptly with 20.3 % IACS)
	B	Oca.24	5.50	1320	1000	
23 SA		2.50	5.00	1220	980	74.96 (Comptly with 23 % IACS)
27 SA		2.50	5.00	1080	800	63.86 (Comptly with 27 % IACS)
30 SA		2.50	5.00	880	650	57.47 (Comptlywith 30% IACS)
40 SA		2.50	5.00	680	500	43.10 (Comptly with 40 % IACS)

## 3. 5 Tellerin Çap Toleransı

### 3. 5 Tolerances on diameter of wires

Nominal Diameter Nominal Çap	Tolerance Tolerans
2,67mm and greater 2,67 mm ve büyük	± 1.5 %
Less than 2,67 mm 2,67 mm'den küçük	± 0,4 % mm



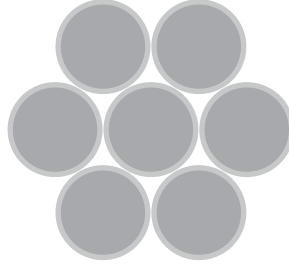
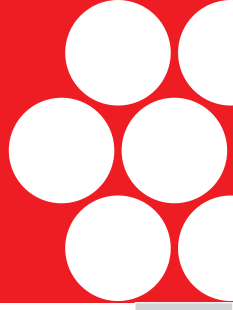
## ACS (ALUMINUM CLAD STEEL STRAND) acc to ASTM B 416

Size AWG	Diameter		Stranded diameter		Breaking load		Weight		Resistance at 20 C		Cross section		
	in.	mm	in.	mm	lb.	kg	lb./1,000 ft.	kg/ lkm	O / 1,000 ft.	O / km	Cmils	in2	mm'
37/5	0.1819	4.620	1.27	32.36	142.800	64.770	2.802	4.170	0.04247	0.1394	1.225.000	0.9619	620.6
37/6	0.1620	4.115	1.13	28.70	120.200	54.520	2.222	3.307	0.05356	0.1758	971.300	0.7629	492.2
37/7	0.1443	3.665	1.01	25.65	100.700	45.670	1.762	2.622	0.06754	0.2216	770.300	0.6050	390.3
37/8	0.1285	3.264	0.899	22.83	84.200	37.190	1.398	2.080	0.08516	0.2794	610.900	0.4798	309.5
37/9	0.1144	2.906	0.801	20.35	66.770	30.250	1.108	1.649	0.1074	0.3524	484.400	0.3805	245.5
37/10	0.1019	2.588	0.713	18.11	52.950	24.010	879.0	1.308	0.1354	0.443	384.200	0.3017	194.6
19/5	0.1819	4.620	0.910	23.11	73.350	33.270	1.430	2.128	0.08224	0.2699	628.900	0.4940	318.7
19/6	0.1620	4.115	0.810	20.57	61.700	27.980	1.134	1.688	0.137	0.3403	498.800	0.3719	252.7
19/7	0.1443	3.665	0.721	18.31	51.730	23.460	899.5	1.339	0.1308	0.4292	385.500	0.3107	200.4
19/8	0.1285	3.264	0.642	16.31	43.240	19.610	713.5	1.062	0.1649	0.5411	313.700	0.2464	159.0
19/9	0.1144	2.906	0.572	14.53	34.290	15.550	565.8	842.0	0.2079	0.6821	248.800	0.1954	126.1
19/10	0.1019	2.588	0.509	12.93	27.190	12.330	448.7	667.8	0.2622	0.8603	197.300	0.1549	99.93
7/5	0.1819	4.620	0.546	13.87	27.030	12.260	524.9	781.2	0.2264	0.7428	231.700	0.1820	117.4
7/6	0.1620	4.115	0.486	12.34	22.730	10.310	416.3	619.5	0.2803	0.9197	183.800	0.1443	93.09
7/7	0.1443	3.665	0.433	11.00	19.060	8.645	330.0	491.1	0.3535	1.1598	145.700	0.1145	73.87
7/8	0.1285	3.264	0.385	9.779	15.930	7.225	261.8	389.6	0.4458	1.4627	115.600	0.09077	58.56
7/9	0.1144	2.906	0.343	8.712	12.630	5.728	207.6	308.9	0.5621	1.8442	91.650	0.07198	46.44
7/10	0.1019	2.588	0.306	7.772	10.020	4.544	164.7	245.1	0.7088	2.3255	72.680	0.05708	36.82
7/ 11	0.0907	2.304	0.272	6.909	7.945	3.603	130.6	194.4	0.8938	2.9325	57.590	0.04523	29.18
3/5	0.1819	4.620	0.392	9.957	12.230	5.547	224.5	334.1	0.5177	1.6985	99.310	0.07800	50.32
3/6	0.1620	4.115	0.349	8.864	10.280	4.662	178.1	265.0	0.6528	2.1418	78.750	0.06185	39.90
3/7	0.1443	3.665	0.311	7.899	8.624	3.910	141.2	210.7	0.8232	2.1009	62.450	0.04905	31.64
3/8	0.1285	3.264	0.277	7.036	7.206	3.268	112.0	166.7	1.038	3.4057	49.530	0.03890	25.10
3/9	0.1144	2.906	0.247	6.274	5.715	2.592	88.81	132.2	1.309	4.2947	38.280	0.03085	19.90
3/10	0.1019	2.588	0.220	5.588	4.532	2.055	70.43	104.8	1.651	5.4168	31.150	0.02446	15.78

**Coefficient of linear expansion :** 0.000 0007 2/deg F (12.6 x 10<sup>-6</sup> / deg C)

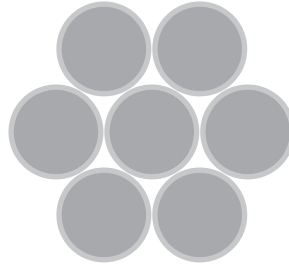
**Modulus of elasticity :** 23.500 ksi (16.520 kg/ mm 2)

**Temperature coefficient of resistance :** 0.0020/deg F (0.0036 / deg C)



## IEC 61232, ACS 20 SA

Nominal Section (mm <sup>2</sup> ) Nominal Kesit	Construction No./ Dia n/mm Konstrüksiyon No./Dia n/mm	Cross-section area (mm <sup>2</sup> ) Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )			Diameter (mm) Çap (mm)*	DC Resistance Ohm/Km DC Direnç Ohm/K	RTS (kN)	Weight (kg/km) Ağırlık (kg/km)
		Al.	Steel	Total Toplam				
25	3/3.25	6.22	18.67	24.89	7.00	3.435	33.35	165.3
35	3/3.85	8.73	26.19	34.92	8.30	2.448	43.65	232.0
50	3/4.60	12.46	37.40	49.86	9.91	1.714	56.84	331.2
16	7/1.70	3.97	11.92	15.89	5.10	5.391	21.29	105.8
25	7/2.15	6.35	19.06	25.41	6.45	3.370	34.05	169.1
30	7/2.30	7.27	21.81	29.08	6.90	2.945	38.97	193.6
35	7/2.50	8.59	25.77	34.36	7.50	2.493	46.04	228.7
40	7/2.75	10.40	31.18	41.58	8.25	2.060	57.72	276.7
50	7/3.00	12.57	37.11	49.48	9.00	1.731	66.30	329.3
55	7/3.20	14.08	42.22	56.30	9.60	1.521	75.44	374.7
65	7/3.50	16.84	50.51	67.35	10.50	1.272	85.53	448.3
70	7/3.60	17.81	53.44	71.25	10.80	1.202	90.48	474.2
80	7/3.80	19.85	59.54	79.39	11.40	1.079	99.23	528.4
95	7/4.16	23.79	71.35	95.14	12.48	0.900	112.26	633.3
80	19/2.32	20.08	60.24	80.32	11.60	1.071	107.62	536.7
100	19/2.60	25.22	75.66	100.88	13.00	0.852	135.18	674.1
120	19/2.85	30.30	90.91	121.21	14.25	0.709	162.42	809.9
150	19/3.15	37.02	111.05	148.07	15.75	0.582	198.41	989.4
185	19/3.50	45.70	137.10	182.80	17.50	0.470	232.15	1221.5
210	19/3.75	52.46	157.39	209.85	18.75	0.410	262.31	1402.3
240	19/4.00	59.69	179.07	238.76	20.00	0.360	288.89	1595.5



## Acc. to DIN 48201 / 8 ACS 20 SA

Code Kod	Section Kesit mm <sup>2</sup>	Not of wire Tel Sayısı	Diameter (mm) Çap (mm)		Unit Weight Birim Ağırlık Kg/Km	Rated Strength Kopma Yüğü kN	Resistance DC Direnç DC Ohm/Km
			Wire	Conductor			
25	24,25	7	2,10	6,30	162,0	31,56	3,5460
35	34,36	7	2,50	7,50	229,0	44,72	2,4990
50	49,48	7	3,00	9,00	330,0	64,40	1,7360
70	65,81	19	2,10	10,5	441,0	85,65	1,3130
956	93,27	19	2,50	12,5	626,0	121,39	0,9250
120	116,99	19	2,80	14,0	785,0	152,26	0,7370
150	147,11	37	2,25	15,7	990,0	191,46	0,5870
185	181,62	37	2,50	17,5	1221,0	236,38	0,4760
240	252,54	61	2,25	20,2	1635,0	299,05	0,3570
300	299,43	61	2,50	22,5	2017,0	369,20	0,2890