

REZİSTANS TERMOMETRELER İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

■ REZİSTANS TERMOMETRE NEDİR?

Sıcaklık ölçümlerinde termokupldan sonra bulunmuş ve kullanılmaya başlanmış olan Rezistans termometreler endüstride, laboratuvarlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle hassas ölçüm alınmak istenilen düşük sıcaklıklarda, termokupllara tercih edilirler. Rezistans termometre, iletken bir telin direnç değerinin sıcaklıkla değişmesinden istifade edilerek oluşturulan bir sıcaklık algılayıcısıdır. Sarımlı direnç, sıcaklığı ölçülmek istenilen ortama daldırılır, üzerinden sabit akım geçirilir. Sıcaklığın değişimi ile sarımlı direncin direnç değeri değişir ve üzerinden geçen sabit akımla değişen bir gerilim elde edilir. Rezistans termometreler’de sıcaklık değişim faktörü olarak α tanımlanır. α aşağıdaki formülle açıklandığı gibi standart olarak seçilen 100°C’deki direnç değeri ile 0°C’deki direnç değeri farkı 100 Ro’ya bölünmesi ile elde edilir.

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100R_0}$$

R_0 = 0°C’deki direnç değeri
 R_{100} = 100°C’deki direnç değeri

Standartlarda en çok kullanılan Pt-100 ve Ni-100 gibi rezistans termometrelerin 0°C’deki direnç değeri standart 100 ohm’dur.

Sıcaklık ile direnç değişimleri incelendiğinde, birçok metal ve alaşım içinde en iyi neticeyi platin ve nikel tel verdiği için bu alanda bu iki telden sarılmış dirençler kullanılır. Özellikle Pt-100 kullanımı çok yaygındır.

0-100°C arasında sıcaklık değişme faktörleri;

Platin için $\alpha = 3.85 \cdot 10^{-3}$ (1/°C)
Nikel için $\alpha = 6.17 \cdot 10^{-3}$ (1/°C)

Rezistans termometre kabaca inset, dış koruyucu kılıf ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. Asıl sıcaklığı ölçen rezistans termometre elemanı inset içine yerleştirilir. Boru içine metal oksit tozları doldurulur. Eleman ile klemens arasındaki tel, izolatör ile yekpare izole edilir. Genel olarak 6 mm veya 8 mm boru içine yerleştirilen R/T elemanı, seramik klemensi ile bir bütün olarak inset diye adlandırılır. Inset ikinci bir koruyucu kılıf içine yerleştirilir. Inset içindeki eleman tek cihaza bağlanacak ise tek elemanlı, çift cihaza bağlanacak ise çift elemanlı kullanılır.

■ REZİSTANS TERMOMETRE ELEMANI

Rezistans termometre elemanı, Platin veya Nikel telden sarılan direncin cam, mika veya seramik içine gömülmesi ile oluşur.

Ayrıca sert kağıt üzerine sarılan tipleri de vardır. Nikel telden yapılmış olan R/T’ler -60°C ile +150°C arasındaki sıcaklıklarda kullanılırlar. Platin R/T’ler ise -200°C’den 850°C’ye kadar kullanılabilirler. Ancak Pt-100 elemanları daha sabit sıcaklık verdikleri, değer değişimi doğrusala daha yakın oldukları ve kullanımları daha yaygın oldukları için kolay bulunabildiklerinden, Ni-100 kullanımı uygun olan aralıklarda bile Pt-100’ler seçilir. Çift elemanlı Pt-100’lerde her iki eleman da ayrı toleranslarda ve özelliktedirler.

İnset içinde uca yerleştirilen R/T elemanı ile klemensdeki terminaller arasında Bakır (Cu), Gümüş (Ag) veya Nikel krom (NiCr) teller kullanılır. İç bağlantı telleri bakır veya gümüş seçilir ise bu tellerin dirençleri çok düşük oldukları için ihmal edilebilir, yok sayılabilirler. 500°C’nin üzerinde çalışılan uygulamalarda iç bağlantı teli olarak NiCr tel seçilir. Ancak NiCr tel belli bir dirence sahiptir. Bu nedenle bağlantı telinin direnci klemens üzerine ölçülerek yazılır.

■ REZİSTANS TERMOMETRE İNSETİ

Yukarıda da değinildiği gibi rezistans termometre uygulamalarında R/T elemanı direk dış koruyucu boru içine yerleştirilmez. Önce daha düşük çapta bir metal kılıf içine yerleştirilir ve inset adını alır. Inset ayrıca dış kılıf içine yerleştirilir. Bu şekilde inset hasar görürse inset, dış kılıf hasar görürse dış kılıf proses durdurulmadan değiştirilebilir.

■ KORUYUCU KILIF

Koruyucu kılıfın boyu, çapı ve cinsi tamamen proses şartlarına bağlı olarak seçilir. Inset kılıfları genellikle 304 kalite paslanmaz veya pirinç seçilir. Dış koruyucu kılıflar 1.4571 (316 kalite paslanmaz), pirinç malzemeden olabilirler. Çeşitli proseslere kullanım açısından uygun olan dış koruyucu boru seçimi için lütfen Termokullar Genel Bilgiler Bölümü’ndeki tabloyu inceleyiniz. Dış koruyucu kılıflar seçilirken her zaman termal denge, kimyasal denge ve mekanik kuvvetler göz önüne alınmalıdır.

Rezistans termometreler sağlıklı ve doğru sıcaklık ölçebilmeleri için ortama dış çapların minimum 6 ile 15 katı daldırılmalıdır. Bu takdirde uçtaki eleman yeterince ortama girmiş olacak ve sıcaklığı doğru algılayabilecektir. Çapı düşük borularda dirsekten yerleştirme önerilir. Genel olarak R/T'ler akışkanın akış yönüne doğru yerleştirilmeye çalışılır.

■ BAĞLANTI KABLOLARI

Cihaz ile rezistans termometre arasında bakır iletkenli standart kablolar kullanılır. Standartlarda 1.5 mm² kesitli bakır kablolar tercih edilir. Rezistans termometreye bağlanan kablonun direncinin de etkisi olacağı ve mesafeye bağlı olarak ölçümü etkileyeceği için standart dizaynlarda 10 m'ye kadar iki telli, 150 m'ye kadar üç telli, 150 m'den sonra dört telli çekim yapılır. Uzun mesafeler için yine çok sık kullanılan yöntemlerden birisi de direnç/akım çevirici kullanmaktır.

(Lütfen Elimko Kataloğu Ek Bilgiler Bölümü cihaz-sensör bağlantı yöntemlerine bakınız.)

■ R/T STANDART DİRENÇ DEĞERLERİ

Rezistans termometrelerin sıcaklık-direnç değişim değerleri IEC 60751'e uygundur. Gerek Pt-100, gerekse Ni-100, 0°C'de ±0.1 ohm toleransla 100 ohm'luk direnç gösterir. Sıcaklıkla - direnç değişimleri arasında aşağıdaki formülle belirtilen ilişki vardır.

$$R_t = R_0 (1 + A t + B t^2)$$

R_t = Herhangi bir T sıcaklığındaki direnç değeri
 R_0 = 0°C'deki direnç değeri
 t = Sıcaklık
 A = $3.9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 B = $-5.775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$

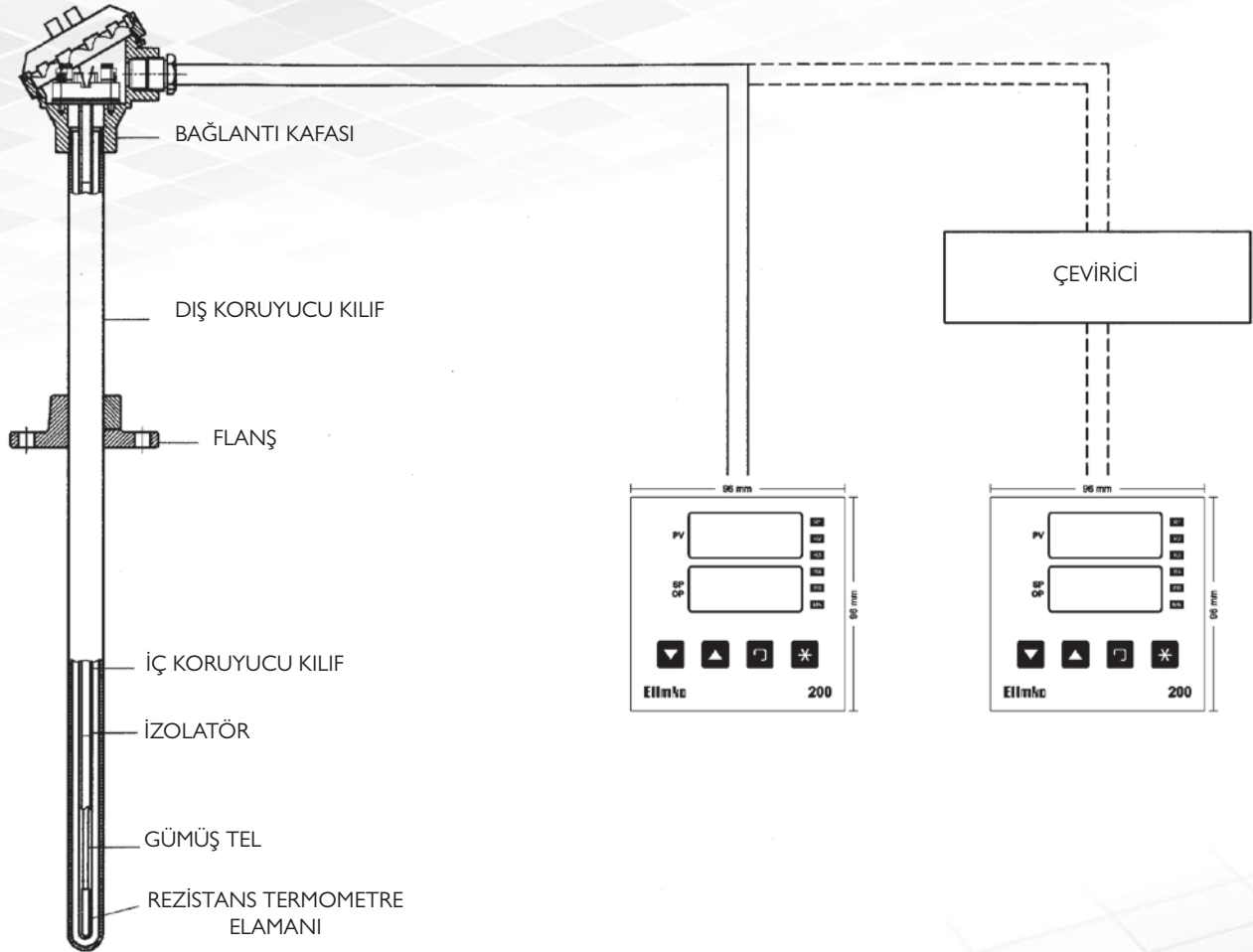
Bu formülle herhangi bir sıcaklıktaki rezistans termometre direnç değeri hesaplanabilir.

Rezistans termometrelerin seçiminde 3 önemli nokta göz önüne alınmalıdır.

1. Maksimum-minimum çalışma sıcaklıkları
2. Tolerans
3. Ortam şartları

■ KOMPLE REZİSTANS TERMOMETRE SETİ

Rezistans termometreler dış koruyucu kılıfı, bağlantı parçaları, inseti, bağlantı kafası ve çeşitli aksesuarları ile bir bütündür. Şekil 1'de hemen hemen tüm parçaları ile bir rezistans termometre set halinde verilmiştir.



Şekil 1 = Rezistans Termometre Seti

REZİSTANS ELEMANLARININ DİRENÇ DEĞERLERİ

(Sıcaklık - Direnç Karakteristikleri)

Platin Sarılı Rezistans Elemanları
Pt

Nominal Rezistans= 0°C'de 100 ohm
0 ve 100°C arasında T.C= 3.85 10⁻³°C⁻¹

°C	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	Ω/°C1)
-200	18.44	14.26	10.35	7.06	4.49	2.52	-	-	-	-	-	-
-100	60.20	56.13	52.04	47.93	43.80	39.65	35.48	31.28	27.03	22.71	18.44	0.42
0	100.0	96.07	92.13	88.17	84.21	80.25	76.28	72.29	68.28	64.25	60.20	0.40

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Ω/°C1)
0	100.00	103.90	107.79	111.67	115.54	119.39	123.24	127.07	130.89	134.70	138.50	0.385
100	138.50	142.29	146.06	149.82	153.58	157.32	161.04	164.76	168.47	172.16	175.84	0.373
200	175.84	179.51	183.17	186.82	190.46	194.08	197.69	201.30	204.88	208.46	212.03	0.361
300	212.03	215.58	219.13	222.66	226.18	229.69	233.19	236.67	240.15	243.61	247.06	0.350
400	247.06	250.50	253.93	257.34	260.75	264.14	267.52	270.89	274.25	277.60	280.93	0.338
500	280.93	284.26	287.57	290.87	294.16	297.43	300.70	303.95	307.20	310.43	313.65	0.327
600	313.65	316.86	320.05	323.24	326.41	329.57	332.72	335.86	338.99	342.10	345.21	0.315
700	345.21	348.30	351.38	354.45	357.51	360.55	363.59	366.61	369.62	372.62	375.61	0.304
800	375.61	378.59	381.55	384.50	387.45	390.38	-	-	-	-	-	0.295

Not: Pt-50, Pt-500, Pt-1000 gibi değişik elemanların direnç değerleri Pt-100 elemanının direnç değerlerinin belli katsayılarla çarpılması ile bulunur.

Pt-50 → ½ x Pt-100 Tablodaki değerlerin yarısıdır.
Pt-500 → 5 x Pt-100 Tablodaki değerlerin beş katıdır.
Pt-1000 → 10 x Pt-100 Tablodaki değerlerin on katıdır.

Nikel Sarılı Rezistans Elemanları
Ni

Nominal Rezistans= 0°C'de 100 ohm
0 ve 100°C arasında T.C= 6.17 .10⁻³°C⁻¹

°C	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	Ω/°C1)
0	100.0	94.6	89.3	84.1	79.1	74.2	69.5	-	-	-	-	0.51

°C	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	Ω/°C1)
0	100.0	105.6	111.3	117.1	123.0	129.1	135.3	141.7	148.2	154.9	161.7	0.62
100	161.7	168.7	175.9	183.3	190.9	198.7	206.7	214.9	223.1	-	-	0.77

TABLO I= DIN 43760 Standart Pt-100 ve Ni-100 Sıcaklık / Direnç değişim tablosu