

ELEKTRİKSEL YALITKANLIĞIN, KENDİLİĞİNDEN YANMAYA YATKINLIKTAKİ YERİ VE İTERAKSİYON MATRİSİ (II)

Relation of Electrical Resistance With Spontaneous Combustion Tendency of Coal and Interaction Matrix (II)

O. Serdar YILDIRIMO

Anahtar Sözcükler: Kendiliğinden Yanma, Çözelti Elektrik Direnci, İteraksiyon Matrisi

ÖZET

Kömürün kendiliğinden yanmaya yatkınlığında etkin olan içsel faktörler, kömürün elektriksel yalıtkanlığında da benzer olarak etkindir. Bu çalışmada, kendiliğinden yanmaya yatkınlığın belirlendiği Kesişme Noktası Yöntemi ile kömürün, suda çözünebilir inorganik belişenlerinin oluşturduğu çözeltinin arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Bu ilişkiye dayalı olarak kömürün elektriksel direncinin kendiliğinden yanmaya yatkınlıktaki faktörsel yeri için interaksiyon Matrisi sonuçları verilmiştir.

ABSTRACT

Factors, influencing the spontaneous combustion properties of the coal, also affect coal's electrical resistance. In this study, relation between " Crossing Point Method" result and electrical resistance of the solution containing dissolved Inorganic content of the coal has been investigated. On the basis of this relation; Interaction Matrix results presented here notify the parametric influences of the electrical resistance on coal's spontaneous combustion characteristics.

(*) Maden Yük. Müh. Elektrik Teknikeri, S.Ü., Maden Müh. Böl., Konya

1. GİRİŞ

Kömürler yarı iletken olarak sınıflandırılmakta olup, öziletkenlik değerleri genel olarak 10^2-10^{12} W-m arasında değişmektedir. İletkenlik ise tabakalamaya göre anizotropi göstermektedir. Özdirenç genel olarak rank, sıcaklık, uygulanan gerilim, su içeriği, petrografik bileşim, mineral içeriği, porozite, ısı iletkenliği, uçucu madde içeriği, karbon içeriği, gevreklik gibi faktörlerden etkilenmektedir (Elliot, 1981) (Tiwary and Mukhdeo 1993) (Mahadevan and Ramiu, 1985) (Güney, 1968) (Eroğlu ve Gouws, 1993) (Didari, 1986) (Morris and Atkinson, 1988) (Singh et. al, 1984) (Berkowitz, 1979).

Uygulanan gerilimin artışı özdirencin azalmasına neden olmaktadır. Ancak 0-300 V arasındaki bu etki genel olarak azdır.

Su içeriğinin artışı özdirencin azalmasına neden olmaktadır. Dindi et. al (1989), katı kömürün nem içeriğinin artışının direnç değerinde ani düşüslere neden olduğunu belirtmiştir. Bu durum alkalilerin varlığına dayandırılmıştır. Bu iyonları minimum nemde aktif değildirler. Nemden dolayı serbestleşen iyonları, elektrik iletimine önemli katkıda bulunmaktadır. Yataklanmaya paralel ve dik direnç ölçümlerindeki farklılık mineral oluşumlarından güçlü olarak etkilenmektedir (Tiwary and Mukhdeo, 1993) Kömürdeki mineral maddelerinin büyük çoğunluğunu kil mineralleri oluşturmaktadır. Bu kil mineralleri ise su içermekte yada absorbe etmektedir. Bu durum ise elektriksel direnci önemli oranda etkilenmektedir (Elliott, 1981).

Özdirenç, sıcaklığın artması ile azalmakta, daha sonra artışı geçmektedir. 0-80° C arasındaki bu azalış dikkate değer özel-

liktedir (Tiwary and Mukhdeo, 1993).

Kömürün petrografik yapı elemanlarından makroskopik boyutlu litotipier; Vitren, Kleren, Düren ve Füzen'dir (Nakoman, 1985).

Litotiplerin özdirençleri birbirlerinden farklılık gösterirler. Füzen'in $1-10^2$ Q-m gibi düşük özdirenç gösterdiği, Vitren, Klaren, Düren'in daha yüksek değer (10^6 Q-m) aldığı bilinmektedir. Bu durum özdirencin Füzen'den daha çok diğer Litotiplere bağlı olduğunu göstermektedir. 20°-400° C arasında yapılan araştırmalar özdirencin Vitren artışı Füzen azalışı ile arttığını ortaya koymuştur (Elliott, 1981).

Kömürün elektriksel direncine etki eden bir başka faktörde inorganik bileşenlerdir, inorganik bileşenler ise mineraller ve iz öğelerinden oluşmaktadır. Bunlar üç kaynaklıdır (Kural, 1988).

- ilksel öğeler ve mineraller: Bitkisel yarıdan kaynaklanmaktadır.

- Birincil Mineraller: Turbalaşma esnasında gelen minerallerdir

- ikincil Mineraller: Kırk ve çatlaklarda oluşan minerallerdir.

- Bu inorganik bileşenler: kil, karbonat, sülfid, klorit, silikat, oksit-hidroksik mineral grupları ve tuzlardan oluşmaktadır (Kural, 1988)-(Elliott, 1981).

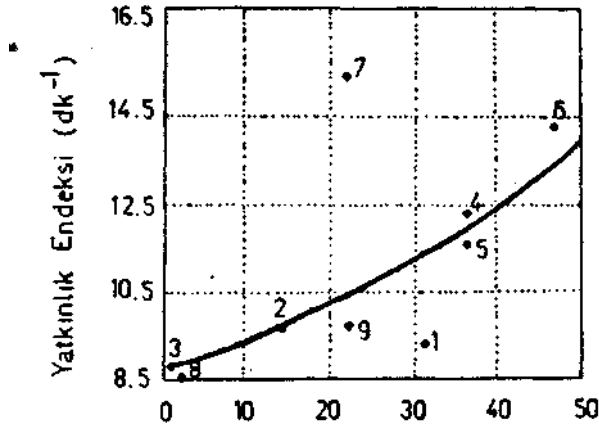
Genel olarak ikincil kökenli olan tuzların, çatlak ve kırk dolgusu görünümü olduğu belirtilmektedir. Elektriksel direncin, çatlak-kırk ve dolgu malzemelerinden etkilenmesinden dolayı, suda çözünebilirlerin elektriksel direnci ile kendiliğinden yanmaya yatkınlık arasındaki ilişkinin belirlenmesine çalışılacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMA

Yıldırım v.d. (1994)'nın bu çalışmayla aynı adı taşıyan önceki çalışmaları, kendiliğinden yanmayı etkileyen içsel faktörlerin elektrik yalıtkanlığı da etkilediği gerçeğine dayandırılmıştır. Bu gerçekten faydalanarak, kendiliğinden yanmaya yakınlıktaki Kesişme Noktası Yöntemi ile elektriksel yalıtkanlık arasındaki ilişki istatistiksel açıdan belirlenmiştir. İlişki, R=0,70 korelasyon katsayısı,

$$y=1/(0,114-8,359*10^{-4}x)$$

fonsiyonu ve F testi "Kabul"u ile anlam taşımaktadır. Şekil 1'de görüldüğü üzere elektriksel yalıtkanlığı artan kömürlerin, kendiliğinden yanmaya yakınlıklarında artmaktadır.



Şekil h Elektriksel yalıtkanlık ve kendiliğinden yanmaya yakınlık arasındaki ilişki (Yıldırım v.d., 1994)

Elektriksel yalıtkanlığın, kendiliğinden yanmaya yakınlıktaki faktörel yeri ise İnteraksiyon Matrisi Yöntemi ile belirlenmiştir. Elektriksel yalıtkanlık, dominant faktör sıralaması içinde, porozite, ısı iletkenliği, bakteriler ve gevreklik ile birlikte ikincil do-

minant faktör, kritik faktör sıralamasında ise rankdan sonra ikincil kritik faktör özelliği göstermiştir (Yıldırım v.d. 1994).

Söz konusu çalışma Çizelge 1'de verilen örnekler için yapılmıştır.

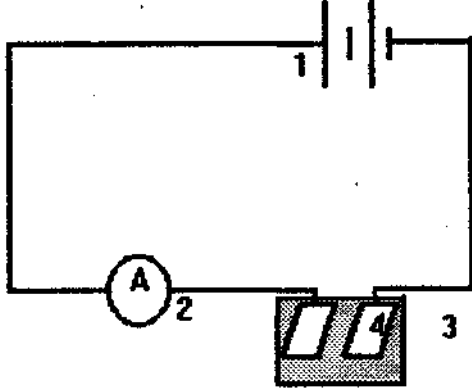
3. KÖMÜRÜN SUDA ÇÖZÜNEBİLİR TUZLARININ OLUŞTURDUĞU ELEKTRİKSEL YALITKANLIK

Katı kömür yalıtkanlık değerinin tabakalanmaya göre anizotropi göstermesi ve çatlaklardaki alkali iyonların yalıtkanlığı etkilediği "Giriş" bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir,

Elektriksel yalıtkanlığı etkileyen bu alkalilerin özellikle çatlaklarda ikincil kökenli olmaları, bu etkinin katı kömür direnci ölçümleri ile belirlenmesini olanaksızlaştırmaktadır. Bu nedenle suda çözünebilir tuzların, çözülme geçirilerek, çözeltinin elektriksel direncinin belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısı ile katı direnç ölçümünde yapısal hatadan kaynaklanan çatlakların ve dolgu tuzlarının oluşturacağı değişikliklerde belirlenmiş olacaktır.

3.1 Çözelti Elektriksel Yalıtkanlığının Ölçümü

Bu çalışmada kullanılan deneysel yöntem TS 9106 (Turba-Elektrik Öziletkenlik Değeri ve Tuz Miktarının Tayini) nolu standartına paralel olarak yapılmıştır. Örnekler öğütme sonrası tamamı 0.5 mm'nin altına indirilmiştir. 5 gr örnek kömür sallama şişesine konulup, 90 ml saf su eklenmiştir. Hazırlanan çözeltiler 60 dk süre ile sallama aletinde sallanmıştır. Daha sonra çözelti süzgeç kağıdından geçirilerek, katı kısımdan ayrılmıştır. Örnekler için çözeltiler elektriksel ölçümler için 100 ml'lik beherlere konulmuştur.



Şekil 2. Çözelti elektriksel yalıtkanlık ölçme seti 1: güç kaynağı 2: akım ölçer 3: çözelti 4: elektrot

Şekil 2'de verilen devre ile çözeltilerin elektriksel dirençleri ölçülmüştür. Deney sırasında, 3 nolu beherde bulunan çözeltiye 4 nolu (3.5*3.5) cm boyutlu birer yüzeyleri yalıtılmış bakır elektrotlar yerleştirilmiştir. 1 nolu güç kaynağı (Lab Volt AC/DC, Power Supply) 4le devreye 20 Volt doğru akım verilmiştir. Bu esnada geçen akım 2 nolu akım ölçer (Lab Volt, electronic Vom) yardımıyla belirlenmiştir. Ohm kanunu yardımıyla her bir çözeltinin direnci hesaplanmıştır.

3.2 Deneysel verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

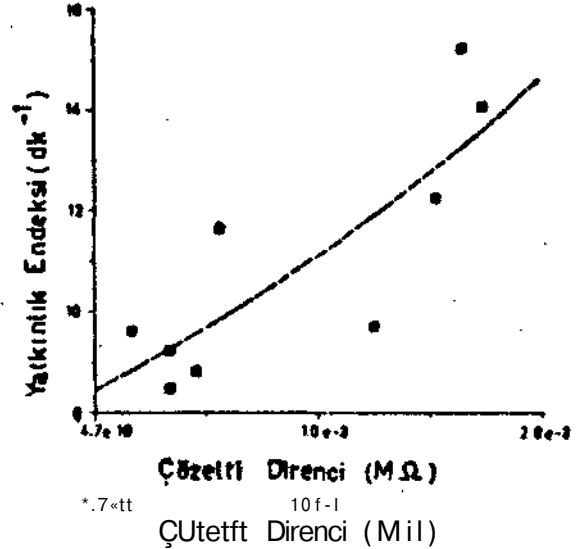
Çözeltilerin elektriksel dirençlerinin ölçülmesinden elde edilen değerler ile Kesişme Yöntemi Yatkinlık Endeks değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için regresyon analizinden faydalanılmıştır. Analizde kullanılan sözkonusu değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Yatkinlık endeksi ile çözelti dirençleri arasındaki ilişki regresyon analizi sonucu,

$$y=8.4393 * 10^{1884565x}$$

şeklinde belirlenmiş olup değişkenler arasındaki ilişkinin derecesi ise R=0.83 olarak he-

saplanmıştır. İlişkinin derecesi yeteri kadar yüksektir. Değişkenlerin grafiksel değerlendirilmesi ise Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Yatkinlık Endeksi ve Çözelti Elektriksel Direnci Arasındaki Değişim

Şekil 3'ün irdelenmesinden aşağıdaki değerlendirmeyi yapmak olasıdır.

Kendiliğinden yanmaya yatkinlık endeksi ile çözeltiye geçen alkalilerin oluşturduğu direnç arasında iyi bir korelasyon sözkonusudur ve çözeltinin direncinin artışı ile kömürün kendiliğinden yanmaya yatkinlığının arttığı gözlenmektedir.

Çözelti direnç değerleri ile kendiliğinden yanmaya yatkinlık endeksi arasındaki ilişkinin araştırılmasının nedeni aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Yatkinlık endeksi ile katı elektriksel yalıtkanlık arasında kabul edilmiş bir ilişki sözkonusudur. Bu ilişki elektiksel yalıtkanlığı artan kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkinlıklarının arttığı şeklindedir (Yıldırım v.d. 1994). Elektriksel yalıtkanlıkta ise kömürle ilgili birçok içsel faktör etkindir. Bunlardan bir tanesi olan mineral içeriği faktörü, kömürün inorganik bileşenlerinden olan tuzları da

ıçermektedir. Ayrıca elektriksel yalıtkanlıkta etkili olan çatlaklar ye benzeri yapısal hatalar tuzlar için konumlanma veya birikim yerleri özelliği taşımaktadır. Dolayısı ile elektriksel yalıtkanlıkta da etkin olan bu özelliklerin elektriksel dirençlerinin kendiliğinden yanma ile ilişkisi olabilecektir.

Katı kömür elektriksel yalıtkanlık-yatkınlık endeksi ve çözelti elektriksel direnç-yatkınlık endeksi arasındaki ilişkiler birbirini destekleyici niteliktedir.

4. İNTERAKSİYON MATRİSİ VE KENDİLİĞİNDEN YANMA

Hudson (1992), bir sistemin elemanları arasındaki bireysel etki-tepki ilişkisinin, sistemi nasıl etkileyebileceğini belirlemek için İnteraksiyon Matrisini önermiştir. (Gökay, 1993). Matris ayrıntıları Gökay (1993) ve Yıldırım v.d. (1994)'de verilmiştir.

Katı Kömür yalıtkanlığı-yatkınlık endeksi arasındaki ilişkinin ortaya koymuş olduğu bilgiler altında, kendiliğinden yanmada etkin olan faktörlerin dominantlık ve kritiklik sıralaması aşağıdaki gibi elde edilmiştir (Yıldırım v.d., 1994).

Bu sıralama çözelti direnci yatkınlık endeksi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik bu çalışmadan elde edilen bilgilerle deşismemiştir.

Dominantlık Sıralaması

- Rank
- Nem
- Sülfür-diğer mineraller
- Sıcaklık
- Porozite
- Elektrimksel yalıtkanlık-ısı iletkenliği
- Bakteriler
- Gereklik

Kritiklik Sıralaması

- Rank
- Elektriksel yalıtkanlık
- Diğer Mineraller
- Isı iletkenliği
- Nem
- Gevreklik
- Sıcaklık
- Porozite
- Sülfür içeriği
- Bakteriler

5. SONUÇLAR

Kömürün kendiliğinden yanmasında etkin olan içsel faktörler içinde elektriksel yalıtkanlığın bir faktör olmasına yönelik çalışmaların sonucunda bu yargı istatistiksel değerlendirmeler ile kabul görmüştür. Ayrıca kendiliğinden yanma ve elektriksel yalıtkanlık ortak faktörlerden etkilenmektedir.

Katı kömür yalıtkanlık değerinin artışı, kendiliğinden yanmaya duyarlılığın arttığını vurgulamaktadır. Ancak katı kömür yalıtkanlığında fizikomekanik, yapısal özellikler ve suda çözünebilirler önemli etkiye sahiptirler. Bu unsurların elektriksel iletimdeki etkinliklerinin detaylı olarak belirlenmesi zorunludur. Bu gereklilik sonucu elektriksel iletimde önemli rol oynayan çatlakların dolgu maddeleri ve suda aktifleşen alkalilerin oluşturacağı elektriksel direnç ölçümleri yapılarak bunların katı kömür yalıtkanlık değerinde olduğu gibi, kendiliğinden yanmaya yatkınlık değerleri ile arasındaki ilişkide belirlenmiştir. Bu ilişki çözelti direnci artan kömürlerin kendiliğinden yanmaya" yatkınlıklarının arttığı yönündedir yani suda çözünebilir bileşenleri ve alkalileri az olan kömürler, saf su içinde daha az çözünür içecekler ve söz konusu çözelti direncide daha fazla olabilecektir. Bu durum, çözelti

konsantrasyonu düşük olan kömürlerin çözeltili dirençlerinin daha yüksek olduğunu açıklamaktadır.

Kömürün içindeki ikincil minerallerin çatlak ve kırık dolgusu oluşturmalarından dolayı, bu ikincil minerallerin artışı ile çatlak ve kırıklar da artabilecektir. Bu durumda ise çözeltili içinde daha fazla çözünen olacaktır. Çözünen madde artışı ise çözeltili direncini azaltıcı etki yapacaktır.

Yapılan deneysel ve istatistiksel çalışmalarda elde edilen bilgilerin ışığı altında İnteraksiyon Matrisi ile verilen karardan elektriksel yalıtkanlık ikincil dominant faktör, ranktan sonrada en kritik faktör, özelliğini korumuştur.

Çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiyi aşağıdaki gibi ifade etmek olasıdır. Elektriksel yalıtkanlığı artan kömürlerin kendiliğinden yanma yatkınlığı artmaktadır, İşletme öncesi yapılacak çalışmalarda, söz konusu kömürün kendiliğinden yanmaya olan duyarlılığı katı kömür direnci ölçümü ile kısa zamanda beklenebilecektir. Ancak örneklem kütlesinin büyütülmesi kesin kararın doğruluğunu da arttıracaktır.

KAYNAKLAR

- BERKOMTZ N. (1979), "An Introduction to coal Technology" Academic Press, New York p 345
- DİDARİ V. (1986), " Yeraltı ocaklarında kömürün kendiliğinden yanması ve risk indeksleri" Madencilik, Cilt XXV, no 4, s 29-33
- ELLIOTT A.M.(1981), "Chemistry of coal utilization", p 2374
- EROĞLU N. v© GOUMS J.M (1993), "Kömürün kenliirdiğinden yanmasına ait kuramlar" Ma-

dencilik, Cilt XXXII, Sayı 2, s 13-18

GÜNEY M. (1968). "Certain factors affecting the oxidation and spontaneous combustion of coal", Min, Soc. Mag. University of Nottingham, pp 71-90

GÖKAY M.K. (1993), "Proje parametrelerinin değerlendirilmesi ve İnteraksiyon matrisi" Kaya Mekaniği Bülteni, no 9, s 19-24

KURAL O. (1988), "Kömür Kimyası Teknolojisi", s 657

MAHADEVAN V. and RAMLU A.M. (1985) Fire Risk Rating of Coal Mines due to Spontaneous Heating" Journal of Mines, Metals and Fuels, no 8, pp 357 - 362

MORRIS R. and ATKINSON T. (1988), " Seam Factor and Spontaneous Heating of Coal" Mining Sci. and Tech., 7, pp 149 -159

NOKOMAN E. (1985), "Kömür" 9 Eylül İlnv., MM/JEO-85Ey081 081, s. 348

SARAÇ S. (1993) " Spontaneous combustion tendency of Turkish Lignites" Geosound, Yerbilimleri, 6, pp 39-43

SING R.N, DEMİRBİRLEK S., TURNEY M. (1984), "application of Spontaneous combustion risk index to mine planning, safe storage and shipment of coal" Journal of Mines, Metals and Fuels, 7, pp 347-356

TMARY N.S. and MUKHDEO (1993). "Measurement of Electrical Resistivity of Coal Samples" Fuel, Volume 72, no 8, pp 1099-1102

TS 9106 (1991), " Turba- elektrik iletkenlik değeri ve tus miktarının tayini" TSE, s 4

YILDIRIM O.S., GÖKAY M.K., ŞENSÖĞÜT C, (1994), "Elektriksel yalıtkanlığın kendiliğinden yanmaya yatkınlıktaki yeri ve İnteraksiyon matrisi (1)" Türkiye 9. Kömür Kongresi Bücürler Kitabı, s. 27-38

Çizelge 1: Örneklerin Kimyasal Analizleri Kendiliğinden Yanmaya Yatkinlik Endeksleri, Katı Kömür Elektriksel Yalıtkanlık ve Kömür Çözeltisi Elektriksel Direnç Değerleri

No	Örnek Yeri	Numune Alma Yeri	Nem (%) *	Kül (%) *	Uçucu Madde (%) *	Sabit Karbon (%) *	Toplam Kükürt (%) *	Yatkinlik Endeksi (dk ⁻¹) *	Risk Grubu *	Katı Kömür Elektriksel Yalıtkanlığı (MΩ) **	Kömür Çözeltisi Elektriksel Direnci (MΩ)
1	ELİ Soma	Darkale	20.7	34.71	45.84	19.45	4.94	9.2	Orta-Yüksek	31.638	333*10 ⁻⁶
2	ELİ Soma	Merkez	17.8	17.95	43.04	39.01	1.99	9.7	Orta-Yüksek	14.331	1250*10 ⁻⁶
3	OAL Çayırhan	Tabanayak	28.3	18.8	46.49	35.43	5.84	8.8	Orta	1.179	454*10 ⁻⁶
4	GLİ Tunçbilek	Tavan Kömürü	9.3	29.66	33.86	28.18	1.12	12.2	Yüksek	36.398	1526*10 ⁻⁶
5	GLİ Tunçbilek	A-B Kili	12.3	15.52	33.58	38.60	1.02	11.6	Yüksek	36.398	555*10 ⁻⁶
6	GLİ Tunçbilek	Taban Kömürü	10.3	30.05	30.79	28.87	1.49	14	Yüksek	47.275	1739*10 ⁻⁶
7	GLİ Ömerler	Tavan Kömürü	14.8	18.01	35.74	31.40	1.22	15.2	Yüksek	21.994	1639*10 ⁻⁶
8	GLİ Ömerler	Sarı- C Kili	16.2	16.76	28.36	38.68	4.27	8.5	Orta	2.438	344*10 ⁻⁶
9	GLİ Ömerler	Taban Kömürü	12.1	32.35	27.77	27.79	1.65	9.6	Orta-Yüksek	21.994	169*10 ⁻⁶

* Saraç (1993)

** Yıldırım v.d. (1994)

