

**GRANİT, MERMER, SERAMİK, KARO TABAN  
DÖŞEMELERDE ZEMİN YALITKANLIK DİRENCİNİN  
ÖLÇÜLMESİ**

Mehmet Ali Özçelik, Ahmet Aycan  
Gaziantep Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve  
Enerji Bölümü, Gaziantep, Türkiye  
[ozcelik@gantep.edu.tr](mailto:ozcelik@gantep.edu.tr), [aycan@gantep.edu.tr](mailto:aycan@gantep.edu.tr)

**Özet-**Elektrik tesislerinde insanların ve elektriksel donanımların güvenliğinin sağlanması, cihaz güvenliği açısından zemin yalıtkanlığı ve zemin malzemesi seçimi önem arz eden bir konu olmaktadır. Güvenli bir zeminin amacı, insanların ve elektrikli ekipmanın güvenliğini sağlamaktır. Dolayısıyla herhangi bir elektriksel tehlikeye maruz kalmamak için elektriksel sistem tasarımıyla beraber zemin yalıtkanlık testi yapılmalıdır. Zemin yalıtkanlık uygunluğu tayininde üzerinde durulan yerin direnç değeri referans alınmaktadır ve referans alınacak direnç değerleri elektrik iç tesis yönetmeliğinde belirtilmektedir. Yapılan çalışmada bina tabanlarının döşenmesinde yaygın olarak kullanılan granit, mermer, seramik ve karo taş tabanlı teknik okulun zemin katlarındaki zemin yalıtkanlık dirençleri ölçülerek, elektriksel güvenlik açısından uygunluk değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler-** İş güvenliği, yalıtım, direnç, zemin yalıtkanlık direnci

**MEASUREMENT OF GROUND INSULATION  
RESISTANCE IN GRANITE, MARBLE, CERAMIC, TILE  
FLOORS**

**Abstract-**The choice of floor insulation and flooring material is a matter of importance for the safety of people and electrical equipment in electrical installations and device safety. The purpose of a safe ground is to ensure the safety of people and electrical equipment. Therefore, in order not to be exposed to any electrical hazards, ground insulation test should be done together with electrical system design. Resistance value is taken as reference in determination of ground insulation suitability and resistance values to be referenced are stated in electric domestic facility regulation. In the study, ground insulation resistance of ground floor of a technical school with granite, marble, ceramic and tile floor which is widely used in the flooring of the building floor was measured and evaluated for electrical safety.

**Key words:** Work safety, insulation, resistance, ground insulation resistance

## **1. GİRİŞ (INTRODUCTION)**

Enerji günlük hayatımızda vazgeçilmez unsurlardan biri olmakla beraber sanayileşmenin temelini teşkil eden bir faktördür. Dolayısıyla gerek ulusal, gerekse uluslararası platformlarda enerji konusu önemli bir yer tutar. Enerji çeşitleri içerisinde ise elektrik enerjisi en fazla kullanıma sahip olmaktadır ve dünya nüfusunun artmasıyla beraber elektrik enerjisi üretimi günden güne artış göstermektedir [1]. Elektrik ile ilgili çalışmalarda tesis projelendirilmesi yapılırken uygun kesitte iletken, sigorta, kaçak akım rölesi, izolasyon trafosu seçimi, cihaz ve zemin yalıtımı, topraklama gibi güvenlik faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır [2].

Binalarda zemin döşemelerinde granit, mermer, fayans, seramik ve karo taşı gibi malzemeler kullanılmaktadır ve bu malzemelerin yalıtkanlık dirençleri birbirlerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Zemin elektriksel yalıtkanlığı, insan ve elektrik cihaz güvenliğini sağlayan önemli faktörlerden birisidir [3-6] ve herhangi bir zeminin yalıtkanlık değerinin uygun olup olmadığının belirlenmesi için üzerinde durulan yerin geçiş direncinin ölçülmesi gerekmektedir [7].

Yapılan çalışmada yürürlükte bulunan elektrik iç tesis yönetmeliğinin 48.maddesinde belirtilen zemin yalıtkanlık direnç ölçüm yöntemi, iç direnci insan vücut direnç değerinde olan voltmetre kullanılarak, teknik bir okulun zemini mermer, granit, seramik ve karo taşı kapalı alanlarında uygulanarak güvenilirlik değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)**

### **2.1. Mermer, Granit, Seramik, Karo Taşı (Granite, Marble, Ceramic, Tile Floors)**

Granitler içerisinde belli oranlarda kuvars, alkali feldispat, mika, koyu renkli mineraller bulunduran yüksek dirençli, asidik bileşimli kayalardır. Granitler oluşurken mineral parçalar bu kayaç gözenekleri içerisine girerek uzun bir zaman diliminde yavaş soğuma süreçlerine dayanmaktadır.

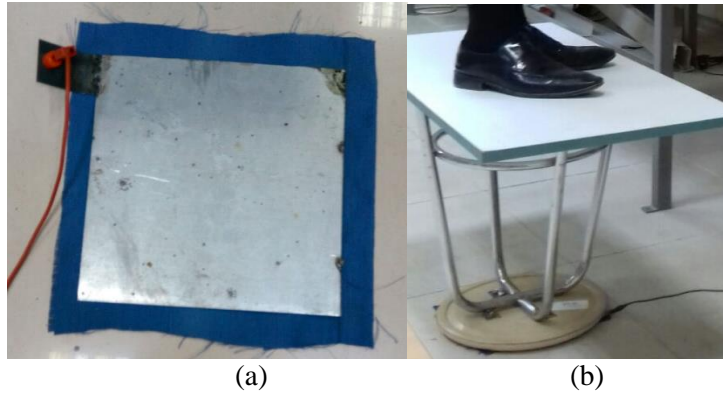
Genel olarak mermerler; kalker ( $CaCO_3$ ) ve dolomitik kalkerlerin ısıtılması ve basınca maruz bırakılmasıyla değişim sürecine uğrayarak, yeniden kristalleşmeleri sonucunda yeni bir yapı kazanımı elde ederek meydana gelen taşlardır. Endüstriyel işlemler sonucunda şekil verme parlatılabilme özelliğine sahip olan kaya maddeleri mermer olarak tanımlanmaktadır. Mermer ince kireç parçacıklarından oluştuğundan dolayı ince renklidir, bu parçacıklar ne kadar ince, homojen ve rengi düzgün olursa mermerin yalıtkanlık düzeyi o oranda artar [8].

Karo taşları, kiremit, seramik, doğal taş, metal veya cam gibi sert malzemelerden üretilmiş parçalardır. Genel olarak zemin döşemelerinde kullanılır.

Seramik toprak kaynaklı olup dış etkilerden parçalanarak meydana gelen kil çamurunun yüksek sıcaklıkta pişirilmesiyle üretilen bir veya daha fazla sayıda metalin metal olmayan elementlerle birleşmesiyle oluşan malzemelerdir. Yüksek sıcaklık iletkenliği yardımıyla, iyi derecede elektriksel izolasyon özelliğiyle izolatör elemanlarının üretiminde kullanılmaktadır [8].

Konutlarda ve iş alanlarında dokunma gerilimine karşı koruma tedbirinin alınıp alınmaması ve koruma tedbirinin etkili olup olmaması yönünden ayak basılan yerde, zeminin yalıtım direncinin bilinmesi gerekir; bu durum ölçüm yapılarak tespit edilebilmektedir.

Zeminin tanımı yapılacak olursa, referans toprağı üzerinde bir dolgu maddesi ile bunun üzerinde bulunan döşeme anlaşılır. Döşemeden referans toprağına kadar bir geçiş direnci vardır. Bunun ölçülmesi için zemine yaklaşık Şekil 1’de görüldüğü gibi 270mmx270mm boyutunda ıslak bir bez serilir. Bunun üzerine yaklaşık 250x250x2mm boyutunda bir metal levha konur ve üstüne, insan vücudunun ağırlığını temsil etmek üzere 75 kg’lık bir ağırlık yerleştirilir. Metal levha, bir enversör anahtar aracılığı ile ve iç direnci  $R_v=3000$  ohm olan bir voltmetre üzerinden Şekil 2 ve Şekil 3’de görüldüğü gibi şebekenin faz iletkenine bağlanır.



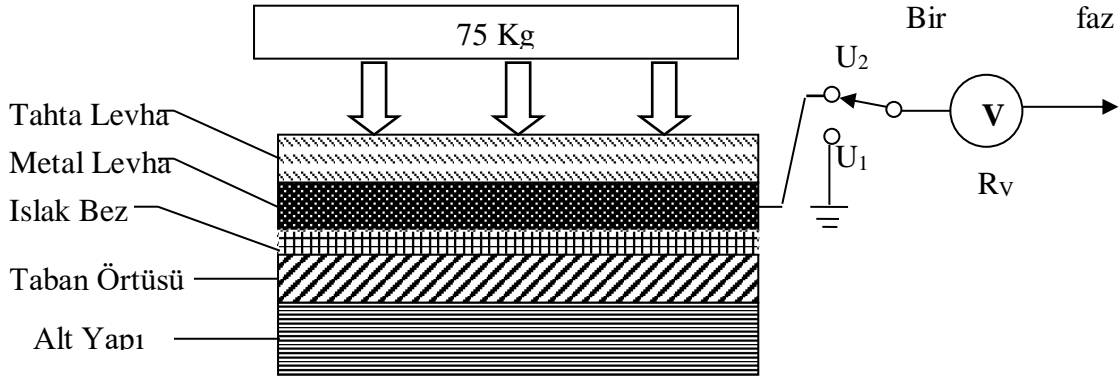
Şekil 1. (a) Metal levha ve bez (b) levhaya insan ağırlığı uygulanması  
(a) Metal sheet and cloth (b) Applying human weight to the plate)



Şekil 2. Şebeke, voltmetre enversör anahtar bağlantısı  
(Grid, voltmeter, switch connection)

Aşağıdaki Şekil3’de ölçüm düzeni blok şeması, Şekil 4’te ölçüm düzeneği resmi gösterilmiştir. Voltmetre ile önce şebekenin toprağına karşı ( $U_1$ ) gerilimi ve bundan sonra zeminin geçiş direnci  $R_z$  devrede iken faz-metal levha arası gerilim ( $U_2$ ) ölçülür. Bu

ölçme metodu, voltmetrenin insan vücudunu temsil etmesi ilkesine dayandığından, voltmetrenin iç direnci ( $R_v$ ), insan vücudunun direncine ( $R_i$ ) karşı gelen 3000 ohm değerinde olması gerekir. Bu yüzden  $U_2$  gerilimi, insan direnci üzerindeki gerilim düşümüne eşittir [10].



Şekil 3. Ölçüm düzeneği blok şeması (Measurement block diagram)



Şekil 4. Ölçüm düzeneği (Measurement system)

Zemin gerilimi  $U_z = U_1 - U_2$  olmak üzere, devre akımı ( $I_d$ ), voltmetre iç direnci ve zemin direnci üzerinden denklem 1 ile hesaplanır.

$$I_d = \frac{U_2}{R_v} \quad I_d = \frac{U_1 - U_2}{R_z} \quad (1)$$

Denklem 1'de görüldüğü üzere her iki akım değeri aynı olduğundan Denklem 2 yazılabilir.

$$\frac{U_2}{R_v} = \frac{U_1 - U_2}{R_z} \quad (2)$$

Denklem 2'deki zemin direnci tek başına bırakılırsa, zemin direnci Denklem 3 ile bulunabilir.

$$R_z = R_v \frac{U_1 - U_2}{U_2} \quad (3)$$

Denklem 3 ile elektrik iç tesis yönetmeliğinde verilen zemin geçiş direnci denklem 4'e ulaşılır.

$$R_z = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \quad (4)$$

Zemin direnci ölçüm işleminin gelişi güzel seçilen yerlerde üçten az olmamak üzere yeterli sonuç alınmaya kadar yapılması gerekmektedir [10]. Üzerinde durulan yerin  $R_z$  zemin geçiş direnç değeri anma gerilimleri 500 V toprağa karşı 300 V olan elektrik tesisleri için 50 kilo ohm ( $k\Omega$ ), daha yüksek anma gerilimlerinde 100  $k\Omega$  altına düşmemelidir [9].

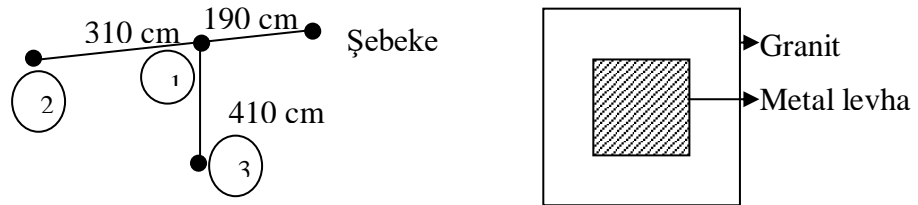
Bu şartlar altında, toprağa karşı gerilimi  $U_1=220V$  olan bir şebekede  $U_2=12,5V$  gibi bir değer ölçülürse, zeminin yalıtım direncinin yeterli olduğu sonucuna varılır. Böyle bir ölçünün yapılabilmesi için gerilim kaynağının topraklanmış olması gerekir [10].

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

Ölçümlerin yapıldığı teknik okulun zemin yalıtkanlık direnci ölçümü granit, dört granit taşı arası, mermer, dört mermer taşı arası, seramik, dört seramik taşı arası, karo ve dört karo taşı arası olmak üzere sekiz çeşit yapılmıştır. Her çeşit ölçümde üç adet rastgele noktada, zemin yalıtkanlık direnç değeri hesaplanıp, toplamda yirmi dört adet ölçüm alınmıştır.

#### 3.1. Granit Tabanlı Ölçüm Yeri (Granite Based Measurement Site)

Granit tabanlı ölçüm yerinde metal levha granit taşının tek parça olduğu yüzeye yerleştirilmiştir ve üç yerden ölçüm alınmıştır. Ölçüm krokisi ve metal levha yerleşimi Şekil 5'te görülmektedir. 1,2 ve 3 numaraları, şebeke ile ölçüm alınan yerler arasındaki mesafeleri belirtmektedir.



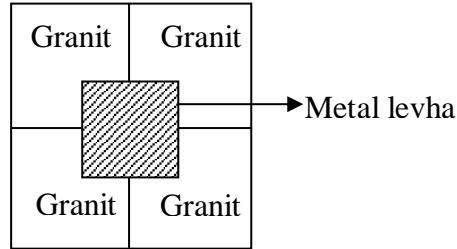
Şekil 5. (a) Granit taban zemin ölçüm krokisi, (b) Metal levha yerleşimi  
((a) Granite floor ground measurement sketch, (b) Metal plate layout)

Metal levha zemindeki tek parça granit üzerine yerleştirildiğinde ve üzerine insan vücut ağırlığı uygulandığında ve Şekil 5 (a)'da belirtilen mesafelere göre ölçüm alındığında, Tablo 1'de belirtilen değerler elde edilmiştir. Tablo 1'deki değerler incelendiğinde  $R_z=R_v(U_1/U_2-1)$  denklemine göre hesaplanan zemin direnç değerlerinin 50  $k\Omega$  değerinin üzerinde olduğu ve zeminin güvenli olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1. Granit tabandan alınan ölçüm değerleri  
(Measured values from granite)

	$V_2$	$R_z = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$
1.Ölçüm	2.35 V	280.62 $k\Omega$
2.Ölçüm	2.17 V	304.15 $k\Omega$
3.Ölçüm	1.55 V	427.03 $k\Omega$

Şekil 5 (a)'daki krokiye göre ölçme düzeneği metal levhası, Şekil 6'da görüldüğü gibi dört granitin birleşim yerlerine konulduğunda elde edilen zemin yüzey direnç değerleri Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 6. Granit birleşim ve metal levha yerleşimi  
(Granite combination and metal sheet placement)

Tablo 2 incelendiğinde Şekil 5 (a)'daki kroki ölçüm noktalarına göre hesaplanan  $R_z$  değerlerinin  $50 \text{ k}\Omega$ 'un üstünde olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Granit birleşim yeri alınan ölçüm değerleri  
(Measured values of granite junction)

	$V_2$	$R_z$
1. Ölçüm	3.60 V	182.1 $\text{k}\Omega$
2. Ölçüm	2.50 V	263.61 $\text{k}\Omega$
3. Ölçüm	11.5 V	54.93 $\text{k}\Omega$

### 3.2. Mermer Tabanlı Ölçüm Yeri (Marble Based Measurement Site)

Mermer tabanlı ölçüm yerinde metal levha, mermer taşının tek parça olduğu yüzeye yerleştirilmiştir ve üç yerden ölçüm alınmıştır. Ölçüm krokisi ve metal levha yerleşimi şekil 7'de görülmektedir.



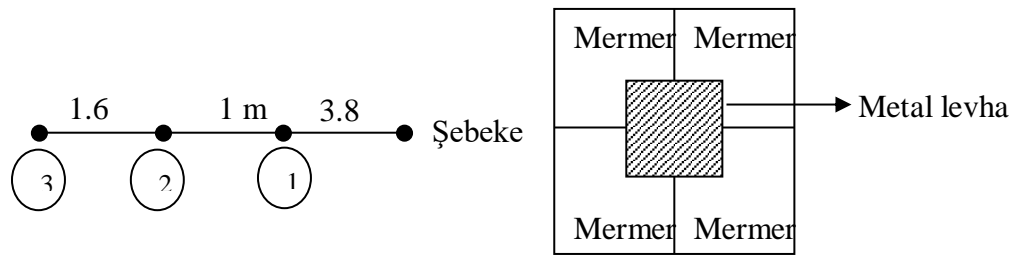
Şekil 7. (a) Mermer taban zemin ölçüm krokisi (b) metal levha yerleşimi  
((a) Marble floor ground measurement sketch (b) metal plate layout)

Metal levha zemindeki tek parça mermer üzerine yerleştirildiğinde ve üzerine insan vücut ağırlığı uygulandığında ve Şekil 7 (a)'da belirtilen mesafelere göre ölçüm alındığında, Tablo 3'de belirtilen değerler elde edilmiştir. Tablo 3'deki değerler incelendiğinde  $R_z = R_v(U_1/U_2 - 1)$  denklemine göre hesaplanan zemin direnç değerlerinin  $50 \text{ k}\Omega$  değerinin altında olduğu ve zeminin güvenli olmadığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 3.** Mermer tabandan alınan ölçüm değerleri  
(Measured values taken from marble)

	$V_2$	$R_z = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$
1. Ölçüm	36 V	15.48 k $\Omega$
2. Ölçüm	32 V	17.80 k $\Omega$
3. Ölçüm	22.5 V	26.59 k $\Omega$

Şekil 8 (a)'daki krokiye göre ölçme düzeneği metal levhası, Şekil 8(b)'de görüldüğü gibi dört mermer plakanın birleşim yerlerine konulduğunda elde edilen zemin yüzey direnc değerleri Tablo 4'de verilmiştir.



**Şekil 8.** (a) Mermer birleşim taban zemin ölçüm krokisi (b) metal levha yerleşimi  
((a) Marble joint base floor measurement sketch (b) metal plate placement)

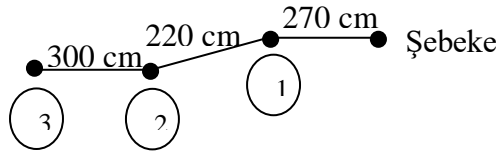
Tablo 4 incelendiğinde Şekil 8 (a)'daki kroki ölçüm noktalarına göre hesaplanan  $R_z$  değerlerinin 50 k $\Omega$ 'un altında olduğu ve zeminin güvenilir olmadığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 4.** Mermer birleşim yerinden alınan ölçüm değerleri  
(Measured values from marble junction)

	$V_2$	$R_z$
1. Ölçüm	35 V	16.1 k $\Omega$
2. Ölçüm	31 V	18.47 k $\Omega$
3. Ölçüm	31 V	18.47 k $\Omega$

### 3.3. Seramik Tabanlı Ölçüm Yeri (Ceramic Based Measurement Place)

Seramik tabanlı ölçüm yerinde metal levha seramik taşının tek parça olduğu yüzeye yerleştirilmiştir ve üç yerden ölçüm alınmıştır. Ölçüm krokisi Şekil 9'da görülmektedir.



**Şekil 9.** Seramik taban zemin ölçüm krokisi (Ceramic floor ground measurement sketch)

Metal levha zemindeki tek parça seramik üzerine yerleştirildiğinde ve üzerine insan vücut ağırlığı uygulandığında ve Şekil 9’da belirtilen mesafelere göre ölçüm alındığında, Tablo 5’de belirtilen değerler elde edilmiştir. Tablo 5’deki değerler incelendiğinde  $R_z=R_v(U_1/U_2-1)$  denklemine göre hesaplanan zemin direnç değerlerinin 50 k $\Omega$  değerinin üzerinde olduğu ve zeminin güvenli olduğu anlaşılmaktadır.

**Tablo 5.** Seramik tabandan alınan ölçüm değerleri  
(Measured values taken from ceramic base)

	$V_2$	$R_z = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$
1.Ölçüm	4.3 V	151.99 k $\Omega$
2.Ölçüm	2.3 V	286.79 k $\Omega$
3.Ölçüm	1.3 V	509.73 k $\Omega$

Şekil 9’ daki krokiye göre ölçme düzeneği metal levhası, dört seramik plakanın birleşim yerlerine konulduğunda elde edilen zemin yüzey direnç değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

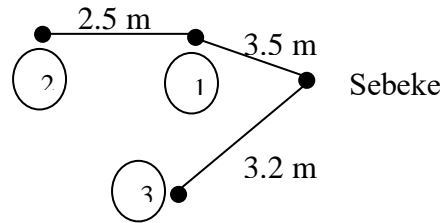
**Tablo 6.** Seramik birleşim yerlerinden alınan ölçüm değerleri  
(Measured values from ceramic joints)

	$V_2$	$R_z$
1.Ölçüm	4.2 V	155.68 k $\Omega$
2.Ölçüm	4.1 V	159.55 k $\Omega$
3.Ölçüm	1.9 V	347.81 k $\Omega$

Tablo 6 incelendiğinde Şekil 9’daki kroki ölçüm noktalarına göre hesaplanan  $R_z$  değerlerinin 50 k $\Omega$ ’un üstünde olduğu ve zeminin güvenilir olduğu anlaşılmaktadır.

### 3.4. Karo Tabanlı Ölçüm Yeri (Tile Based Measurement Place)

Karo tabanlı ölçüm yerinde metal levha seramik taşının tek parça olduğu yüzeye yerleştirilmiştir ve üç yerden ölçüm alınmıştır. Ölçüm krokisi Şekil 10’da görülmektedir.



**Şekil 10.** Karo taban zemin ölçüm krokisi(Tile floor measurement sketch)

Metal levha zemindeki tek parça karo zemin üzerine yerleştirildiğinde ve üzerine insan vücut ağırlığı uygulandığında ve Şekil 10’da belirtilen mesafelere göre ölçüm alındığında, Tablo 7’de belirtilen değerler elde edilmiştir. Tablo 7’deki değerler incelendiğinde  $R_z=R_v(U_1/U_2-1)$  denklemine göre hesaplanan zemin direnç değerlerinin 50 k $\Omega$  değerinin üzerinde olduğu ve zeminin güvenli olduğu anlaşılmaktadır.



**Tablo 7.** Karo tabandan alınan ölçüm değerleri  
(Measured on the tile floor)

	$V_2$	$R_z = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$
1.Ölçüm	1 V	663.57 k $\Omega$
2.Ölçüm	0.6 V	1107.97 k $\Omega$
3.Ölçüm	0.95 V	698.65 k $\Omega$

Şekil 10' daki krokiye göre ölçme düzeneği metal levhası, dört karo plakanın birleşim yerlerine konulduğunda elde edilen zemin yüzey direnç değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Karo birleşim yerlerinden alınan ölçüm değerleri  
(Measured values from tile joints)

	$V_2$	$R_z$
1.Ölçüm	81 V	5.19 k $\Omega$
2.Ölçüm	88 V	4.54 k $\Omega$
3.Ölçüm	70 V	6.49 k $\Omega$

Tablo 8 incelendiğinde Şekil 10'daki kroki ölçüm noktalarına göre hesaplanan  $R_z$  değerlerinin 50 k $\Omega$ 'un altında olduğu ve zeminin güvenilir olmadığı anlaşılmaktadır. Buradan anlaşıldığı üzere zemin döşemesinde zemin malzemesinin cinsi dışında plakalar arası izolasyon işleminin ve dolgu malzemesinin önemli olduğu görülmektedir. Karo taşı üzerindeki ölçüm sonucu güvenli iken birleşim bölgeleri üzerinde alınan ölçüm sonucu güvenli değildir. Dolayısıyla plakalar arası dolgu maddesi ve işçiliğinin zemin yalıtkanlık direncine etkisi bulunmaktadır.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Elektrik ile çalışmalarda koruma tedbirlerinin etkili olması bakımından zemin yalıtım direncinin yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Yapılan çalışmada yaklaşık olarak iç direnci insan vücut direncine denk gelen bir voltmetre, tahta ve ıslak bez arasında bulunan metal levha yardımıyla teknik bir okulun zemin katlarında ve değişik zeminlerinde faz-toprak ve voltmetre üzerine düşen gerilimler her bir zemin için üç noktada ölçülerek; granit, mermer, seramik ve siyah karo tabanların zemin geçiş dirençleri hesaplanmıştır. Elde edilen zemin geçiş direnç değerleri 50 k $\Omega$  referans değeriyle karşılaştırılarak zemin yalıtım direncinin güvenli olup olmadığı hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılarda çeşitli nedenlerle zeminlerde; kayma, dolguların dökülmesi çatlaması, izolasyon malzemelerinin yetersizliği gibi faktörler nedeniyle zemin yalıtım direnci istenilen düzeylerde olmayabilir veya zamanla yeterliliğini kaybedebilir, dolayısıyla yeni yapıların işletmeye alınmadan öncesinde, zemin tamirat işlemleri sonrasında ve zaman zaman zeminlerin yalıtım dirençlerinin ölçülmesinde fayda bulunmaktadır.

#### 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Luo, X., Wang, J., Dooner, M., Clarke, J., (2015). Overview of current development in electrical energy storage Technologies and the application potential in power system operation, *Applied energy*, 137(1), 511-536.
- [2]. İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği (2016). Türkiye Elektrik İletim A.Ş.(TEİAŞ). <https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2017->

- 06/Teia%C5%9F%20%C4%B0%C5%9F%20Sa%C4%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20ve%20G%C3%BCvenli%C4%9Fi%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.pdf
- [3]. Chen, L.H., Chen, J.F., Liang, T.J., Wang, W., (2008). Calculation of ground resistance and step voltage for buried ground rod with insulation lead, *Electric Power Systems Research*, 78(2008), 995-1007.
- [4]. IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding (2000). ANSI/IEEE Standard 80-2000. <http://www.dee.ufrj.br/~acsl/grad/equipamentos/IEEE-std80.pdf>
- [5]. Alonso, J.A., Fernandez, F.E., Bona, F.R., Moll, J.M., (2006). A practical approach for determining the ground resistance of grounding grids, *IEEE Transactions Power Delivery*, 21(3)(2006), 1261-1266.
- [6]. Lee, C.H., Chang, C.N., (2005). Comparison of 161/69-kV grounding grid design between indoor-type substations, *IEEE Transactions Power Delivery*, 20(2)(2005), 1385-1393.
- [7]. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği (2004). Resmi Gazete Sayısı:25494.
- [8] Kara, S., (2004). *Elektrik Elektronik Rehberi*, ISBN: 975-95948-6-2, Ufuk yayıncılık, Kayseri.
- [9]. Ece, H., Kılıç, H. (2015). *Teknik Uygulamalar*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Bülteni, İstanbul.
- [10]. Bayram, M., İlisu, İ., (2004). *Elektrik Tesislerinde Güvenlik ve Topraklama*, ISBN: 975-395-696-7, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Yapım Tanıtım yayıncılık, İstanbul.