

tez

Yazar Mesut Daştan

Gönderim Tarihi: 06-Tem-2022 10:43AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1867229270

Dosya adı: GROUND_Y_sss_22.docx (3.76M)

Kelime sayısı: 7198

Karakter sayısı: 50341

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

**TOPRAKLAMAYI GÜÇLENDİRİCİ BİLEŞİKLERLE
KAPLANMIŞ TOPRAKLAYICILARIN EMPEDANSLARI**

Mesut DAŞTAN

Danışman: Doç. Dr. Yunus AKALTUN

**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

ERZİNCAN

2019

Her Hakkı Saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Doç. Dr. Yunus AKALTUN danışmanlığında, Mesut DAŞTAN tarafından hazırlanan bu çalışma tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Elektronik Mühendisliği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul oybirliği/oy çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Unvan Ad SOYAD İmza:

Üye : Unvan Ad SOYAD İmza:

Üye : Unvan Ad SOYAD İmza:

Üye : Unvan Ad SOYAD İmza:

Üye : Unvan Ad SOYAD İmza:

Yukarıdaki sonuç Enstitü Yönetim Kurulunun / / 20.... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etięe Uygunluk Sayfası

“Topraklamayı Güçlendirici Bileşiklerle Kaplanmış Topraklayıcıların Empedansları” isimli “Yüksek Lisans” tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığımı taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim.
..../..../20....

(İmza)

Adı SOYADI

ÖZET

Yüksek Lisans

TOPRAKLAMAYI GÜÇLENDİRİCİ BİLEŞİKLERLE KAPLANMIŞ TOPRAKLAYICILARIN EMPEDANSLARI

Adı SOYADI

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yunus AKALTUN

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte üretilen hassas cihazlar günlük yaşantımızın her alanında yerini almıştır. Maliyetleri yüksek olan bu cihazların oluşabilecek arıza akımlarından korunumunu ve oluşabilecek kaçak akımların insanlar için bir tehlike oluşturmamasını sağlamak artık zorunlu hale gelmiştir. İnsanı ve teçhizatı koruyabilmek için hata akımının mümkün olduğunca artırılması sağlanarak anahtarlama elemanlarının çalıştırılması sağlanır. Topraklayıcının türü, topraklama iletkeni, toprağın özgül direnci topraklama direncini oluşturan etkenlerdir. Eğer kullanılan malzemeler gerekli direnç değerini sağlayamıyorsa farklı kimyasallarla direnç değeri düşürülür. Yapılan bu çalışmada kimyasal direnç düşürmek için kullanılan dört farklı malzemenin farklı hava koşullarındaki topraklama direnç değerlerine olan etkisi incelenmiştir.

2019, ... Sayfa

Anahtar Kelimeler: Kimyasal, Topraklama, Topraklama Direnci.

ABSTRACT

MSc Thesis

IMPEDANCES OF EARTHINGS COATED WITH GROUNDING REINFORCEMENT COMPOUNDS

Mesut DAŞTAN

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical Electronics Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Yunus AKALTUN

Sensitive devices produced with the advancement of technology have taken their place in every aspect of our daily life. It has now become imperative to ensure that these devices, which have high costs, are protected from fault currents that may occur and that leakage currents that may occur do not pose a danger to people. In order to protect people and equipment, the fault current is increased as much as possible and the switching elements are operated. The type of grounder, grounding conductor, the specific resistance of the soil are the factors that make up the grounding resistance. If the materials used can not provide the required resistance value, the resistance value is reduced with different chemicals. In this study, the effect of four different materials used to reduce chemical resistance on the grounding resistance values in different weather conditions was investigated.

2019, ... Pages

Keywords: Chemical, Grounding, Grounding Resistance

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışma süresince her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen tez danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Yunus AKALTUN' a, bilgilerinden faydalandığım Sayın Öğretim Görevlisi Umut Őükrü YAŐAR' a, yüksek lisans derslerinde bilgilerinden faydalandığım tüm hocalarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Mesut DAŞTAN

Haziran, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. KURAMSAL TEMELLER	9
3.1. Genel Tanımlar	9
3.1.1. Elektrik kuvvetli akım tesisleri	9
3.1.2. Alçak gerilim (AG).....	9
3.1.3. Yüksek gerilim (YG)	9
3.1.4. Tehlikeli gerilim	9
3.1.5. Elektrik işletme elemanları	9
3.1.6. Sabit işletme elemanları.....	9
3.1.7. Aktif kısımlar	10
3.1.8. Açıktaki iletken kısımlar	10
3.2. Topraklamaya İlişkin Tanımlar	10
3.2.1. Toprak	10
3.2.2. Referans toprak (nötr toprak)	10
3.2.3. Topraklama iletkeni	10
3.2.4. Topraklama barası (topraklama birleştirme iletkeni)	10
3.2.5. Topraklama tesisi.....	11
3.2.6. Topraklamak	11
3.2.7. Topraklama	11
3.2.8. Topraklayıcı (topraklama elektrodu)	11
3.2.9. Topraklayıcı çeşitleri	11

3.2.10. Potansiyel düzenleyici topraklayıcı	13
3.2.11. Toprak öz direnci (r_E).....	13
3.2.12. Topraklayıcının veya topraklama tesisinin yayılma direnci (R_E)	14
3.2.13. Topraklama direnci	15
3.2.14. Toplam topraklama direnci.....	15
3.2.15. Topraklayıcıdan akım geçmesi	15
3.2.16. Potansiyel Dağılımı	16
3.2.17. İzin Verilen Gerilim Kriterleri.....	16
3.3. Topraklama Çeşitleri	17
3.3.1. Koruma Topraklaması	17
3.3.2. İşletme Topraklaması	18
3.3.3. Yıldırım Topraklaması	18
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
4.1. Materyal.....	20
4.1.1. Karbon Siyahı	20
4.1.2. Melas	20
4.1.3. Patates Nişastası	21
4.1.4. Rem Direnç Düşürücü	21
4.1.5. Tdm Direnç Düşürücü	21
4.1.6. Perlit.....	21
4.1.7. Galvanizli Köşebent Profil	21
4.2. Yöntem	22
4.2.1. Tek Noktadan Bağlı Toprak Elektrodundan Toprak Direnci Ölçümü	22
4.2.2. Karbon Siyahı Topraklama Direnci Düşürücü Elde Edilmesi	24
4.2.3. Topraklama Elektrodunun Toprağa Yerleştirilmesi	24
5. BULGULAR	29
5.1. Topraklama Direnç Değerleri.....	29
6. SONUÇLAR	54
KAYNAKLAR	Error! Bookmark not defined.
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Şerit topraklayıcı	12
Şekil 3.2. Çubuk topraklayıcı	13
Şekil 3.3. Toprak özgül direnci (r_E) nin fiziksel açıklamasını gösteren diyagram	14
Şekil 3.4. Potansiyel düzenleme elektrotları	15
Şekil 3.5. Topraklayıcı etrafındaki potansiyel dağılımı	16
Şekil 3.6. Bir toprak kısa devresinde meydana gelen potansiyel dağılımı ve bu alanda bulunan bir insanın maruz kaldığı adım gerilimi	17
Şekil 3.7. Koruma topraklaması	17
Şekil 3.8. Parafudr kesiti ve devreye bağlantısı	19
Şekil 4.1. Tek Noktadan Bağlı Toprak Elektrodundan Toprak Direnci Ölçümü	22
Şekil 4.2. Topraklama elektrodu etki alanı	23
Şekil 4.3. Kazık Ölçüm Metodu (62 % metodu)	24
Şekil 4.4. Topraklayıcının toprağa yerleştirilmesi	25
Şekil 4.5. Topraklayıcının etrafına direnç düşürücünün kalıbının yerleştirilmesi	26
Şekil 4.6. Direnç düşürücü koyulduktan sonra çukurun kapatılması	27
Şekil 4.7. Karbon siyahı direnç düşürücünün konulması	28

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

d	İletken Çapı
kV	Kilovolt
RO	İşletme Topraklaması
Rk	Şebeke hat direnci
Y	Transformatör yıldız noktası
ρ	Toprak direnci
L	Çubuk uzunluğu

Kısaltmalar

ENH	Enerji Nakil Hattı
m	metre
V	volt

1. GİRİŞ

Topraklama yapmak canlı hayatının ve elektrik dağıtımında kullanılan donanımın korunmasında kullanılan anahtarlama elemanlarının görevini yapabilmesi için çok önemlidir. Topraklama direnç değeri düşürüldüğü zaman anahtarlama yapmak için kullandığımız kesici, sigorta vb. elemanlar görevlerini yerine getirebilmektedir. Bunun aksi durumunda kullanılan anahtarlama elemanını çalıştıracak olan hata akımı meydana gelmemektedir. Gerekli hata akımı elde edilemediğinde anahtarlama elemanı ne kadar kaliteli olsa da koruma görevini yerine getirememektedir. Topraklama direnç değerlerini düşürmenin farklı yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden en iyi sonuçları veren yöntem olarak topraklayıcıya paralel topraklayıcı bağlanmasıdır. Bu yöntem uygulanarak topraklama direnci arzu edilen değerlere eriştirilebilmektedir. Fakat bazı toprak yapılarında paralel topraklayıcı bağlantısı yapma yöntemini uygulamak zor olduğu için farklı metotlar uygulanmaktadır. Bu metotlardan bir tanesi de topraklayıcı çevresine direnç düşürücü kimyasal malzeme koymaktır.

Bu çalışmamızda topraklama direnç değerinin azaltılması için kullanılan kimyasal malzemelerin etkisi gözlemlendi. Kullanılan kimyasalın gösterdiği değişim 1 yıllık süreçte incelendi. 15 günlük dönemlerle topraklama direnç ölçümü yapıldı. Soğuk hava şartlarında karşılaştığımız sonuçlar, sıcak hava şartlarında karşılaştığımız sonuçlar, ılıman hava şartlarında karşılaştığımız sonuçların tespiti yapıldı.

Son dönemlerde elektrik dağıtım sektöründe en çok kullanılan kimyasallar; metalürjik kok kömürü, tuz, gem tozu kimyasallarıdır. Bunlara ilave olarak topraklama direncini azaltan sodyum klorür, kalsiyum klorür, bakır sülfat, magnezyum sülfat, potasyum nitrat ve karbon siyahı gibi kimyasallar malzemeler de vardır. Bu çalışmada kullanılan kimyasal malzemelerin ikisi elektrik dağıtım sektöründe uygulanan kimyasallardan rem direnç düşürücü ve tdm direnç düşürücü, ikisi ise topraklama direncini düşürmede etkisi denenmemiş olan perlit ve karbon siyahıdır. Kullanılan kimyasalların topraklayıcı üzerinde nasıl sonuçlar oluşturduğu tespit edildi. Topraklayıcı etrafına konulan kimyasalların iletken topraklayıcılar üzerinde korozyon oluşturup oluşturmadığı ve oluşturursa ne kadarlık bir deformasyona sebep olacağı gözlemlendi.

Elektrik dağıtım tesisleri kurulurken direk topraklamalarında genellikle galvaniz çelik topraklayıcı kullanılmaktadır. Zamanla galvaniz çeliklerin direnç değerlerinde değişiklikler yaşanabilmektedir. Kullanmış olduğumuz malzemelerin bu galvaniz çelik topraklayıcı üzerindeki etkileri de gözlemlenmiş oldu. Kullandığımız dört farklı

kimyasalın her birini kıyaslanabilmesini sağlamak amacıyla referans toprak direnci oluşturmak gerekmekteydi. Bu referans değeri oluşturmak için kimyasal malzeme kullanmadan toprağa topraklama kazığı yerleştirildi.

Yapılan bir yıllık ölçüm sonucunda topraklama direnç düşürücü kimyasal malzemelerimizin kıyaslanması sağlandı. Referans topraklama direnç değerine göre kullanılan malzemelerin ortalama olarak gösterdiği etki gözlemlendi.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Vasilios P. Androvitsaneas et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada üç ayrı topraklama düzeneği kurulmuştur. Birinci düzenekte topraklama elektrodunun çevresi doğal toprak ile doldurulmuştur, ikinci düzenekte elektrodun çevresi beton ile ve üçüncü düzenekte de elektrodun çevresi bulamaç bentonit ile doldurulmuştur. Düzeneğin kurulduğu yerde toprağın özgül direnci Wenner metoduyla havanın durumuna bağlı olarak 170 ohm m ile 400 ohm m arasında ölçülmüştür. HILO-TEST/EMC-2004 yıldırım akımı simülasyon aleti kullanılarak bu topraklama elektrotlarına yıldırım gerilimi uygulanmıştır. Ölçümler 1, 2, 4, 6 ve 8 metre derinliklerinde ölçümler yapılarak toprağın farklı tabakalarındaki toprak geçiş direnci değerleri gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada temmuz ayında uygulanan 3 – 11 kV yıldırım darbe gerilimine karşı doğal elektrotlu çubuğun topraklama direnci 390 ile 490 ohm arasındadır. Etrafı bentonit bulamaçlı olan elektrodun topraklama direnci 210 ile 180 ohm arasındadır. Etrafı betonlu olan elektrodun topraklama direnci 170 ile 130 ohm değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Kasım ayında da bu topraklama değerlerinde azalma olmuş ve etrafı doğal toprak olan elektrodun topraklama direncinin 260 ile 210 ohm arasında olduğu, etrafı bentonit bulamaçlı olan elektrodun topraklama direnci 130 ile 90 ohm arasında, etrafı beton olan elektrodun topraklama direncinin 130 ile 110 ohm değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Y. Khan et al. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada üç ayrı topraklama düzeneği kurulmuştur. Birinci düzenekte topraklama elektrodunun çevresi doğal toprak ile doldurmuştur. İkinci düzenekte elektrodun uzunluğu kadar elektrodun çevresi belirli bir kalınlıkta toprak direnç düşürücü kimyasal malzeme ile doldurmuştur. Üçüncü düzenekte ise elektrodun uzunluğu kadar olmayıp alt bölümünden belirli bir seviyeye kadar olan kısmı daha geniş kalınlıkta toprak direnç düşürücü kimyasal kullanarak doldurmuştur. Birinci düzenekte elde edilen toprak geçiş direnci değeri, kimyasal malzeme kullanılan ikinci ve üçüncü düzenekler için referans oluşturmuştur. 1.2, 2.4 ve 3.6 metre boya sahip topraklama elektrotlarının testleri ayrı ayrı yapılmıştır. 2.4 metre uzunluğundaki elektrodun en ekonomik topraklama elektrodu uzunluğu olduğu tespit edilmiştir. Kimyasalların kullanıldığı düzeneklerde toprak geçiş direncinin doldurulan kimyasalın belli bir miktarına kadar artırımı ile direnç değerinin azaldığı ve sınır

değerinden sonra doldurulan kimyasalın kalınlığının topraklama direnç değerini değiştirmedeği gözlemlenmiştir.

V. P. Androvitsaneas et al. (2012) tarafından yapılan çalışmada altı ayrı topraklama düzeneği üniversite yerleşkesine kurulmuş ve bu oluşturulan düzenekler bakır topraklama elektrotlarını beş farklı yardımcı kimyasal madde ile ve bir de doğal toprak ile çevreleyerek oluşturulan düzeneklerdir. Birinci sistemde doğal toprak, ikinci sistemde bentonit üçüncü sistemde iletken beton ve diğer üç sistemde de 3 ayrı kimyasal madde kullanılmıştır. Bu düzeneklere etki eden yağmur miktarı da her 10 dakikada sensörler aracılığıyla kayıt altına alınmıştır. Yağış miktarının bol olduğu mevsimde toprak nemli iken yardımcı kimyasal maddeler içeren sistemlerin topraklama direncinin bir miktar daha düşük olduğu gözlemlenirken kurak mevsimde topraktaki nemi doğal toprağa göre daha iyi tuttukları için diğer beş farklı kimyasalın topraklama dirençleri düşük ölçülmüştür. Fakat zamanın ilerlemesiyle birlikte yerleştirilen üç farklı kimyasal maddenin istikrar gösteremediği ve avantajlı durumunun dezavantajlı hale geldiği ve yaygın şekilde kullanılan bentonit ve iletken beton maddelerinin daha istikrarlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Arturo Galván D et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar laboratuvar ve saha çalışmaları halinde olmak üzere iki kısımda yapılmıştır. Laboratuvarda kısa zamanda yapılan mekaniksel, elektriksel, korozyonel ve kimyasal çalışma ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yedi ayrı kimyasal madde kullanılmış ve bu kullanılan kimyasal maddelerin mekaniksel dayanıklılığı, korozyon oluşturma durumu ve iletkenliği laboratuvar ortamında tespit edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda bu yedi ayrı kimyasaldan mekanik dayanıklılığı en yüksek olan ve elektriksel iletkenliği en yüksek olan maddeler saptanmıştır. Buna ilaveten bu maddelerin zamana bağlı değişimleri de gözlemlenmiştir.

Arturo Galvan D. et al. (2010) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada altı farklı topraklama direnç düşürücü malzemeler saha şartlarında değerlendirilmiştir. Bu malzemelerden ilki volkanik kayalık toprakta ikincisi ise kireçli kayalık toprakta olmak üzere iki deney alanı kurulmuştur. Topraklama elektrodunda kullanılan malzemenin direncinin çeşitliliğinin verilerine ulaşmak amacıyla deneyler farklı derinliklerde gerçekleştirilmiştir. Farklı toprak durumlarında topraklama direnç düşürücü malzemelerin sağladığı katkıyı tespit edebilmek için toprak öz direnç-direnç ilişkisi

değerlendirilmiştir. 1-5 kimyasal tozlu bileşiklerdir ve 6. iletken betondur. 1, 3, 4, 6 numaralı malzemeler sert malzemelerdir. 2 ve 5 numaralı yumuşak malzemeler zamanla özdirençlerinde büyük artışlar gösterir, bu görülen durum topraklama elektrotları için dezavantaj olabilir. 1, 3, 4 numaralı sert malzemelerin özdirençleri ise istikrarlıdır ve bu malzemeler arasından özdirenci zamanla en çok artan malzeme 4 numaralı malzemedir.

J. Jasni et al. (2010) tarafından yapılan çalışmada beş ayrı topraklama düzeneği kurulmuş ve bu 5 ayrı düzeneden 138 gün süresince ölçümler alınmıştır. Bu beş farklı düzeneğin hepsinde 1,5 metre boyunda 1.5 cm çapında olan topraklama elektrodu kullanılmış ve bu elektrotların çevresi ayrı şekilde doğal toprak, kokopit, bentonit, killi toprak ve çeltik tozu ile doldurulmuştur. Havanın yağmurlu olduğu durum ile havanın yağmursuz olduğu durumların sonucu ıslak ve kuru zeminde ölçümler günü 3 e bölerek yapılmıştır. Gerçekleştirilen ölçümlerde tüm eklenen maddelerin topraklama direnci ölçümlerinin doğal toprağa göre daha iyi sonuçlar verdiğini fakat kokopit malzemesinin kuru havalardaki topraklama geçiş direnci değerinin doğal toprak geçiş direnci değerinden daha fazla olabildiği tespit edilmiştir. Bu beş farklı malzeme içerisinde topraklama direncini düşüren en iyi malzemenin killi toprak olduğu saptanmıştır.

W. F. , Wan Ahmad et al. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada altı farklı düzener kurulmuş ve hepsinde 300 ohm direnç değerine sahip topraklama elektrodu kullanılmıştır. Kimyasal direnç düşürücü malzeme olarak amonyum klorür, bakır sülfat, sodyum klorür, sodyum tiyosülfat, magnezyum klorür kullanılmış ve referans olması içinde doğal topraklı düzener de kurulmuştur. Tüm düzenerler kurulduktan sonra yapılan ölçümlerde ilk 12 günlük süreçte ölçülen topraklama direnç değerlerinde azalmalar ve salınımlar sonrası sabitleşme görülmüş ve sodyum klorür, sodyum tiyosülfat, magnezyum klorür kimyasallarının kullanıldığı düzenerlerde topraklama direncinin doğal topraklama direncine göre daha düşük olduğu görülmüştür. 141 günlük ölçümleri sonunda kullanılan malzemeler arasından en iyi ölçüm değerleri veren kimyasalın sodyum klorür olduğu tespit edilmiştir.

George Eduful et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada üç farklı sistem kurulmuştur. Her sistemde farklı boyutlarda topraklama elektrodu kullanarak hepsi palm çekirdek yağı organik maddesi ile doldurmuştur. 6 yıl süren ölçümlerin sonucunda elde ettiği veriler palm çekirdek yağı maddesinin nemi kendi miktarının 2,5 katı

oranında tuttuğunu ve topraklama direncini uzun süreçte çok iyi oranda düşürdüğünü tespit etmiştir.

N. Mohamad Nor et al. (2006) 2006 yılına kadar kimyasal maddelerin iletkenliği ile ilgili olan yalnızca bir bilimsel çalışma gerçekleştirildiğini görüp sık kullanılan malzemelerden sodyum klorür ve bakır sülfat maddesinin iletkenliği hakkında çalışma gerçekleştirmiştir. Oluşturacağı düzeneklerde kullanmak amacıyla kendi devresini kurarak yüksek gerilim ve akım üretebilen bir alet tasarlamıştır. Tasarladığı bu alet ile düzeneklerine akım uygulayarak sodyum klorür ve bakır sülfat maddelerinin iletkenliğini test etmiştir. Bu çalışmasının sonucunda sodyum klorür maddesinin iletkenliğinin bakır sülfat maddesinin iletkenliğinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sodyum klorürün %5 ıslatılmış kum içerisine %2.5 oranında konulduğunda en iyi sonuçları vermiş olduğu görülmüştür.

H. Yamane et al. (1990) tarafından gerçekleştirilen çalışmada su emici polimerin topraklama direnci düşürümü etkisi üzerine araştırma yapılmıştır. Islak ve kuru zeminlerde gerçekleştirilen çalışmalarda su emici polimer kıyaslandığı malzeme bentonittir, su emici polimerin bentonite göre 1/160 oranında miktarda kullanılarak topraklama direncini düşürdüğü ve topraklama elektrodu üzerindeki korozyonu 1 e 10 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda su emici polimer malzemesinin çok yaygın olarak kullanılan bentonit malzemesinin yerine alternatif bir ürün olabileceği tespit edilmiştir.

Youping Tu et al. (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüksek gerilim iletim hatlarında oluşan arızaların sebebinin %40 ile %70 arasındaki kısmının yıldırım düşmelerinden kaynaklandığı ve bundan ötürü iletim hatlarındaki direklerin topraklama değerlerinin iyileştirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Youping yaptığı çalışmada direnç düşürücü malzeme olarak bentoniti kullanmış. Yaptığı bu çalışmada direnç düşürücü malzeme kullandığı düzeneğin topraklama direncini %25 ile %45 arasında düşürdüğünü ve kullanılması gereken topraklama çubuğunun boyutunu da %10 ile %20 oranında düşürdüğünü tespit etmiştir.

V. Laverde et al. (2006) tarafından yapılan çalışmada laboratuvar ortamında farklı seviyelerde yüksek gerilim uygulanabilecek bir düzen kurulmuş ve bu üretilen yüksek gerilim aynı boyutlardaki topraklama elektrotlarına uygulanmıştır. Kurulan

düzeneklerin ilkinde topraklama elektrodunun etrafı kum ile ikincisinin etrafı çimento ile ve üçüncüsünün etrafı bentonit ile kaplanarak topraklama elektrotlarına artırılarak yüksek gerilim uygulanmıştır. Etrafı kum ile doldurulan topraklama elektrotunda 10.5 kV ta, etrafı çimento ile doldurulan elektrotta 44.8 kV ta ve etrafı bentonit ile doldurulan topraklama elektrotunda ise 5.8 kV ta atlama gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda direnç düşürücü malzeme olan bentonitin iletkenliğinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir ve daha düşük gerilim değerinde breakdown olayının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca bentonitin topraklama elektrodu üzerindeki korozyonunun daha az olduğu ve topraklama elektrodunun verimliliğinin daha uzun olmasına olanak sağladığı gözlemlenmiştir.

Wentang Hu et al. (2012) tarafından yapılan çalışmada topraklama direnci düşüren kimyasal madde ile doğal toprağın kıyaslaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda uygulanan gerilim ve ölçülen akım değerlerinin yardımıyla doğal toprağın direnci 2.67 ohm ve kimyasallı düzeneğin direnci 1.49 ohm olarak ölçülmüş. Kullanılan direnç düşürücü malzemenin doğal toprağa göre daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalar topraklama elektrodunun etrafına doldurulacak olan malzemenin ince granüllü ve nemi iyi tutan madde olması gerektiği tespit edilmiştir.

Eduardo Falerio et al. (2022) tarafından yapılan çalışmada iki farklı ölçüm düzeneği kurulmuştur. İlk düzenekte toprağa gömülü 9 mm yarıçapa sahip silindirik topraklayıcının etrafında oluşan oksitlenme miktarına göre topraklama direncindeki değişiklikler gözlemlenmiştir. 1 mm den 8 mm ye kadar oluşan oksit kalınlıklarında değerler alınmıştır. Oksitlenen kısım kalınlaştıkça topraklama elektrodunun metal yarıçapı küçülmektedir. Elde edilen grafikte oksitlenme arttıkça topraklama direnci büyüyerek sonsuza giden bir eğri oluşturmuştur. İkinci düzenekte ise 9 mm yarıçapa sahip elektrodun etrafına kimyasal malzeme eklenmiştir. Bu düzenekte elektrotun metal yarıçapında bir değişiklik olmamaktadır. Eklenen kimyasal kalınlığı 2 mm den 2 cm değerlerine kadardır. Burada elde edilen grafikte eklenen kimyasal ile topraklama direncinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bu düşüş başlangıçta hızlı yaşanırken eklenen malzeme kalınlaştıkça düşüş eğrisi sabitleşme eğilimi göstermiştir. Yani belli bir değerden sonra eklenen kimyasal topraklama direncinde büyük değişiklikler sağlamamıştır.

Mohamed Camara (2020) yılında yapılan çalışmada doğal toprak direnç düşürücü materyal olarak taze palm yağı meyvesi ve hindistan cevizi karışımı kullanılmıştır. Bu malzemenin bentonit ve doğal toprak ile karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırma 856V, 1054V, 1465V, 2050V, 2670V, 2900V, 3760V gerilim değerlerinde ve %68, %70, %72, %75, %76 nem oranlarında yapılmıştır. Kullanılan elektrot 80 cm uzunluğundadır. Elektrotun 50 cm lik kısmı toprağa gömülüdür. Elde edilen verilerde düşük nem değerlerinde ve düşük gerilimde direnç düşürücü olarak oluşturulan materyal bentonite göre daha iyi direnç düşürme etkisi göstermiştir. Fakat bentonit yüksek nem değerlerinde oluşturulan materyale göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

3. KURAMSAL TEMELLER

3.1. Genel Tanımlar

3.1.1. Elektrik kuvvetli akım tesisleri

İnsanlar, diğer canlılar ve nesnelere için bazı hallerde (yaklaşma, dokunma vb.) tehlikeli olabilen ve elektrik enerjisinin üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını ve mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. enerjilere dönüşümüyle kullanılır hale gelmesini sağlayan tesislerdir.

3.1.2. Alçak gerilim (AG)

1000 volt veya 1000 voltun altında etkin gerilim değerine sahip olan fazlar arası gerilimdir.

3.1.3. Yüksek gerilim (YG)

1000 volt ve üzerinde etkin gerilime değerine sahip olan fazlar arası gerilimdir.

3.1.4. Tehlikeli gerilim

Yüksek gerilimde hatanın süresine bağlı olan, alçak gerilimde ise etkin değeri 50 voltun üzerinde olan gerilimdir.

3.1.5. Elektrik işletme elemanları

Elektrik enerjisinin üretimi, dönüştürülmesi, iletimi, dağıtımı ve kullanılma amacına hizmet eden (örneğin makineler, transformatörler, bağlama cihazları, ölçü aletleri, koruma düzenleri, kablolar ve hatlar ile tüketici cihazları gibi) tüm elemanlardır.

3.1.6. Sabit işletme elemanları

Yapıları ya da mekaniksel dayanımları açısından, işletme sırasında kuruldukları yere bağlanan aletlerdir. Bu tanıma, işletme açısından sabit oldukları halde, örneğin bağlantılarının yapılabilmesi veya temizlenmeleri için sınırlı hareket ettirilebilen işletme elemanları da dahildir.

3.1.7. Aktif kısımlar

Elektrik işletme elemanlarının, normal işletme koşullarında gerilim altında bulunan iletkenleri (nötr iletkeni dahil, ancak PEN iletkeni hariç) ve iletken bölümleridir.

Orta iletkenler de aktif kısımlardır; ama koruma iletkenleri ve bunlara iletken olarak bağlı bölümler aktif kısım sayılmaz.

3.1.8. Açıktaki iletken kısımlar

Elektrik işletme elemanlarının her an dokunulabilen, aktif kısım olmayan, fakat bir arıza meydana geldiğinde gerilime maruz kalabilen (gövde gibi) iletken kısımlardır.

3.2. Topraklamaya İlişkin Tanımlar

3.2.1. Toprak

Elektrik potansiyelinin her noktada sıfır olduğu yeryüzünün yer ve madde olarak ifadesidir.

3.2.2. Referans toprak (nötr toprak)

Topraklayıcıdan yeteri kadar uzakta bulunan ve topraklama tesisinin etki alanı dışında kalan yeryüzü kısmıdır. Bu kısımdaki herhangi iki nokta arasında, topraklama akımının sebep olduğu gerilim değeri ihmal edilecek kadar küçüktür.

3.2.3. Topraklama iletkeni

Topraklanacak bir cihazı veya tesis kısmını, bir topraklayıcıya bağlayan toprağın dışında veya yalıtılmış şekilde toprağın içinde döşenmiş bir iletkenidir.

3.2.4. Topraklama barası (topraklama birleştirme iletkeni)

Birden daha fazla topraklama iletkeninin bağlandığı topraklama barasıdır (iletkenidir).

Aşağıdaki iletkenler topraklama barası sayılmaz:

i) Üç fazlı sistemlerde (üç ölçü transformatörü, üç kablo başlığı, üç mesnet izolatörü vb.) her bir cihazın topraklanacak kısımlarını birleştiren topraklama iletkenleri.

ii) Hücre biçimindeki tesislerde, bir hücrenin cihazlarının topraklanacak bölümlerini birleştiren ve hücre içinde kesintisiz olarak döşenmiş olan bir topraklama barasına bağlı olan topraklama iletkenleri.

3.2.5. Topraklama tesisi

Birbirlerine iletken olarak bağlanan ve sınırlı bir alan içinde bulunan topraklayıcılar ya da aynı görevi yapan (boyasız direk ayakları, zırhlar ve metal kablo kılıfları gibi) metal parçalar ve topraklama iletkenlerinin tamamıdır.

3.2.6. Topraklamak

Elektriksel olarak iletken bir parçayı bir topraklama tesisi üzerinden toprağa bağlamaktır.

3.2.7. Topraklama

Topraklamak için kullanılan araç, düzen ve yöntemlerin tamamıdır.

3.2.8. Topraklayıcı (topraklama elektrodu)

Toprağa gömülü halde ve toprakla iletken bir bağlantısı olan veya beton içine gömülmüş, geniş yüzeye sahip bağlantısı olan iletken parçalardır.

3.2.9. Topraklayıcı çeşitleri

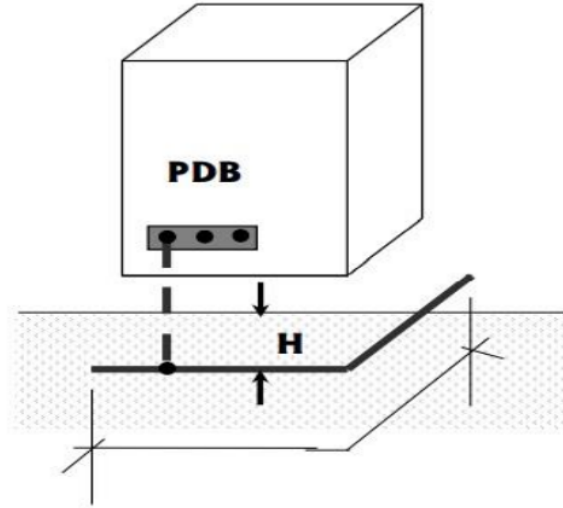
3.2.9.1. Konuma göre topraklayıcılar

i) Yüzeysel topraklayıcı: Yaygın olarak 0,5 - 1 metre arasında bir derinliğe yerleştirilen topraklayıcıdır. Galvanizli şerit veya yuvarlak ya da örgülü iletken yapılabilmektedir. Bunlar yıldız, halka, gözlü topraklayıcı ya da bu topraklayıcıların karışımı olabilmektedir.

ii) Derin topraklayıcı: Genellikle düşey şekilde 1 m'den daha derine konumlandırılan topraklayıcıdır. Yuvarlak çubuk, galvanizli boru ya da bunlara benzer profil malzemelerden yapılabilmektedir.

3.2.9.2. Biçim ve profile göre topraklayıcılar

i) **Şerit topraklayıcı:** Bu topraklayıcı 0,5 ile 1 metre arasında derinliğe yerleştirilen topraklayıcı türüdür. Bu topraklayıcı yerleştirilirken yeryüzüne paralel şekilde yerleştirilmelidir. Bu topraklayıcı yüzeysel topraklayıcı olarak da adlandırılır. Şerit topraklayıcılar gözlü, halka, yıldız veya bunların birleşimi şeklinde yapılırlar.



Şekil 3.1. Şerit Topraklayıcı

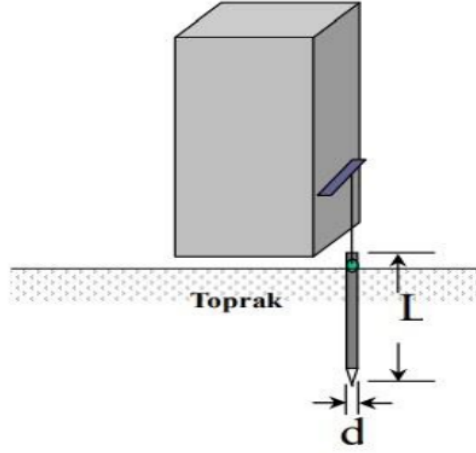
ii) **Boru ve profil topraklayıcı:** Boru ve profil biçimindeki iletken malzeme ile oluşturulan topraklayıcı türüdür. Bu topraklayıcılar toprağa olabildiğince dik olarak çakılmalıdır. Üst bölümü 0,5 m nin altında olacak şekilde yerleştirilmelidir. Boru ve profil topraklayıcılarda topraklayıcının çapının yayılma direnci üzerindeki etkisi oldukça azdır; bu yüzden profilin kesiti veya borunun çapı korozyon ve mekanik dayanım özelliklerine göre belirlenir.

$$R = \frac{\rho}{2\pi C}$$

R Ω cinsinden direnç değeri iken ρ Ωm cinsinden toprak direncidir. C farad açısından tek çubuğun elektostatik kapasitansdır.

$$C = \frac{13.25L}{1.55 + \log \frac{L}{d}}$$

$$R = \frac{100\rho}{2\pi L} \times \ln \frac{8L}{d} - 1$$



Şekil 3.2. Çubuk Topraklayıcı

iii) Örgülü iletken topraklayıcı: Örgülü iletken malzemeyle oluşturulan topraklayıcı türüdür. Örgülü iletkeni oluşturan teller ince olmamalıdır.

iv) Doğal topraklayıcı: Ana amacı topraklama olmayan, ama topraklayıcı olarak etkili olan, toprakla veya suyla doğrudan doğruya veya beton üzerinden temasta bulunan yapıların çelik olan kısımları, boru tesisatları, temel kazıkları gibi metal parçalardır.

v) Çıplak topraklayıcı bağlantı iletkeni: Bir topraklayıcıya bağlanan çıplak topraklama iletkeninin toprak içinde kalan kısmı, topraklayıcının bir parçası sayılır.

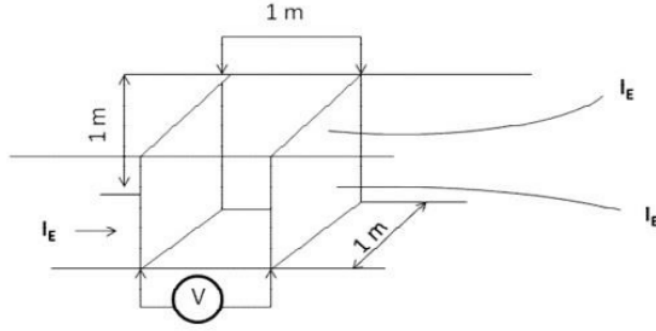
vi) Temel topraklayıcı (temel içine yerleştirilmiş topraklayıcı): Beton içine gömülü, toprakla (beton üzerinden) geniş yüzeyli olarak temasta bulunan iletkenidir.

3.2.10. Potansiyel düzenleyici topraklayıcı

Belirli bir yayılma direncinin sağlanmasından çok, potansiyel dağılımının düzenlenmesine yarayan topraklayıcıdır.

3.2.11. Toprak özdirenci (r_E)

Toprağın elektriksel özdirencidir. Bu direnç, genellikle $W \text{ m}^2/\text{m}$ ya da $W \text{ m}$ olarak verilir. Bu direnç, kenar uzunluğu 1 m olan toprak bir küpün karşılıklı halde olan iki yüzeyi arasındaki dirençtir.



Şekil 3.3. Toprak özgül direnci (r_E)nin fiziksel açıklamasını gösteren diyagram

3.2.12. Topraklayıcının veya topraklama tesisinin yayılma direnci (R_E)

Bir topraklayıcı ya da topraklama tesisi ile referans toprağı arasındaki toprağın direncidir. Bu direnç değeri toprak özgül direncine, topraklayıcının boyutuna ve düzenlenme şekline bağlıdır.

ρ_E Toprak özgül direnci (W. m)

l Çubuğun uzunluğu (m)

d Çubuğun çapı (m)

Çubuk topraklayıcı için yayılma direnci

$$R_E = (\rho_E / 2 \cdot \pi \cdot l) \ln(4l/d)$$

l Şerit veya halka topraklayıcının boyu (m)

$D = l/\pi$ halka topraklayıcının çapı (m)

d İletkenin kalınlığı ya da şerit kalınlığının yarısı (m)

Şerit topraklayıcı yayılma direnci

$$R_E = (\rho_E / \pi l) \ln(2l/d)$$

Halka topraklayıcı yayılma direnci

$$RE=(\rho E/\pi 2D)\ln(2\pi D/d)$$

D Gözlü topraklayıcının alanına eşdeğer alanlı daire çapı (m)

Gözlü topraklayıcı yayılma direnci

$$RE=(\rho E/2D)+\rho E/l$$

Yaklaşık ifadeleri ile bulunur.

3.2.13. Topraklama direnci

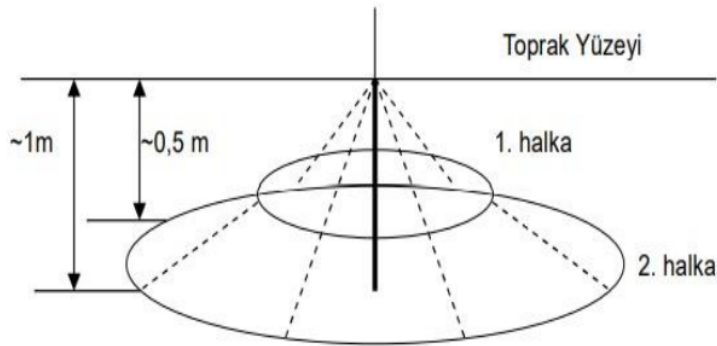
Topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır.

3.2.14. Toplam topraklama direnci

Bir yerde ölçülebilen ve ölçüye giren bütün topraklamaların toplam direncidir.

3.2.15. Topraklayıcıdan akım geçmesi

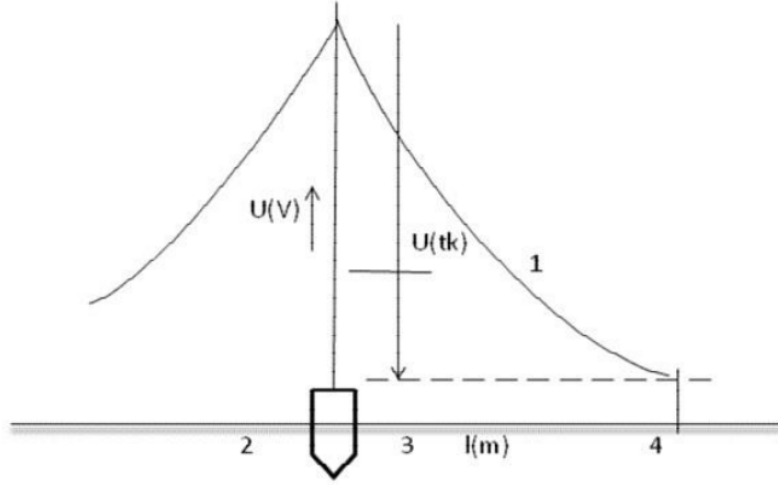
Topraklayıcıdan toprağa akım aktığında topraklayıcıdan çevreye akım yayılır. Bununla beraber topraklayıcının çevresinde potansiyel yükselmesi olayı meydana gelir. Bu potansiyel yükselmesinin toprağın içinde potansiyel çadırı veya potansiyel konisi oluşturduğu düşünülür. Potansiyel değişimin hafifletilmesi amacıyla topraklayıcının etrafına potansiyel dengeleme elektrotları konulur.



Şekil 3.4. Potansiyel düzenleme elektrotları

3.2.16. Potansiyel Dağılımı

Topraklaması yapılmış bir işletme aracında hatanın meydana gelmesiyle gövde kısa devresi oluştuğunda, referans topraktan işletme aracına doğru potansiyel dağılımıdır.

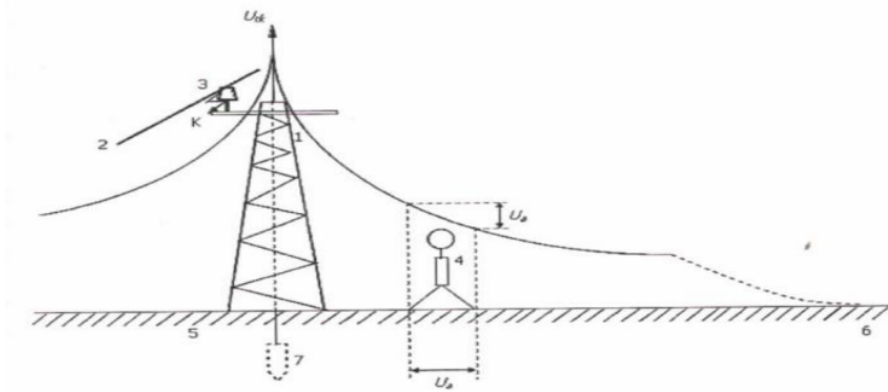


Şekil 3.5. Topraklayıcı etrafındaki potansiyel dağılımı

3.2.17. İzin Verilen Gerilim Kriterleri

3.2.17.1. Adım Gerilimi

Topraklı olan bir nesneye temas olmadan, iki ayak arasındaki 1 metre uzakta meydana gelen yüzeydeki potansiyel farka adım gerilimi denir. Bir tesiste yalıtmadan kaynaklanan bir arıza akımı meydana geldiğinde topraklayıcı ile referans toprak arasında meydana gelen potansiyel alana bir insan veya hayvan girdiğinde vücudundan akım geçer.



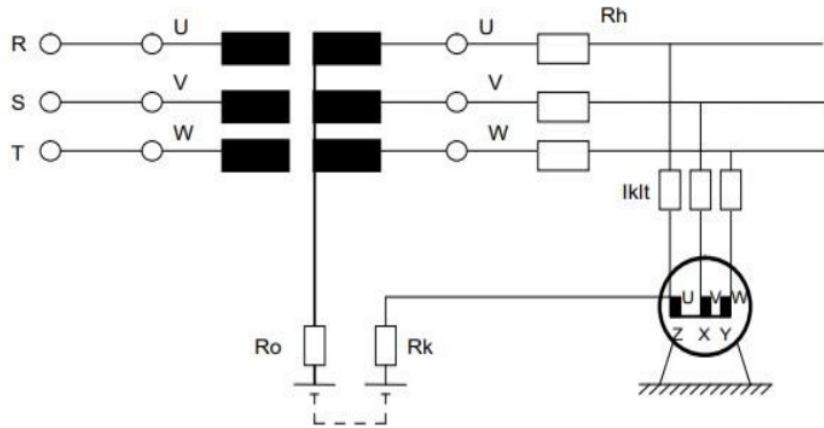
Şekil 3.6. Bir toprak kısa devresinde meydana gelen potansiyel dağılımı ve bu alanda bulunan bir insanın maruz kaldığı adım gerilimi

Topraklayıcının yakınında potansiyel değişim büyük olduğundan topraklayıcıya yakın yerlerde adım gerilimi büyüktür. Topraklayıcıdan uzaklaştıkça bu gerilim değeri düşmektedir.

3.3. Topraklama Çeşitleri

3.3.1. Koruma Topraklaması

Bir izolasyon hatası oluştuğunda gerilime maruz kalabilecek ve insanların temas edebileceği tüm cihazların ve tesis elemanlarının madeni kısımları, topraklama iletkeniyle topraklayıcıya bağlanırlar.



Şekil 3.7. Koruma topraklaması

Koruma topraklamasında meydana gelen izolasyon hatası, direkt veya dolaylı sebeplidir.

Direkt sebepler: Aşırı gerilime maruz kalındığında izolasyon malzemesinin zorlanıp delinmesi, iletkenin kopması, aşırı akımın izolasyon malzemesini ısıtarak elektriki dayanımı azaltması.

Dolaylı sebepler: Yıldırımdan nedeniyle meydana gelen arklar, izolatörlerin kirlenmesiyle üzerlerinden kaçak akımların geçmesi veya gerilim atlamaları, izolatörlerin kırılması, atmosferik boşalmalar.

Koruma topraklamasının yapıldığı teçhizatlar:

- Transformatör merkezlerindeki kapı ve merdivenlerdeki metal kısımlar.
- Alçak ve yüksek gerilim kablolarının madeni kılıfları.
- Direk gövdesi.
- Yüksek gerilim hatlarındaki koruma telleri.
- Transformatör merkezlerindeki madeni kapı ve kapaklar.

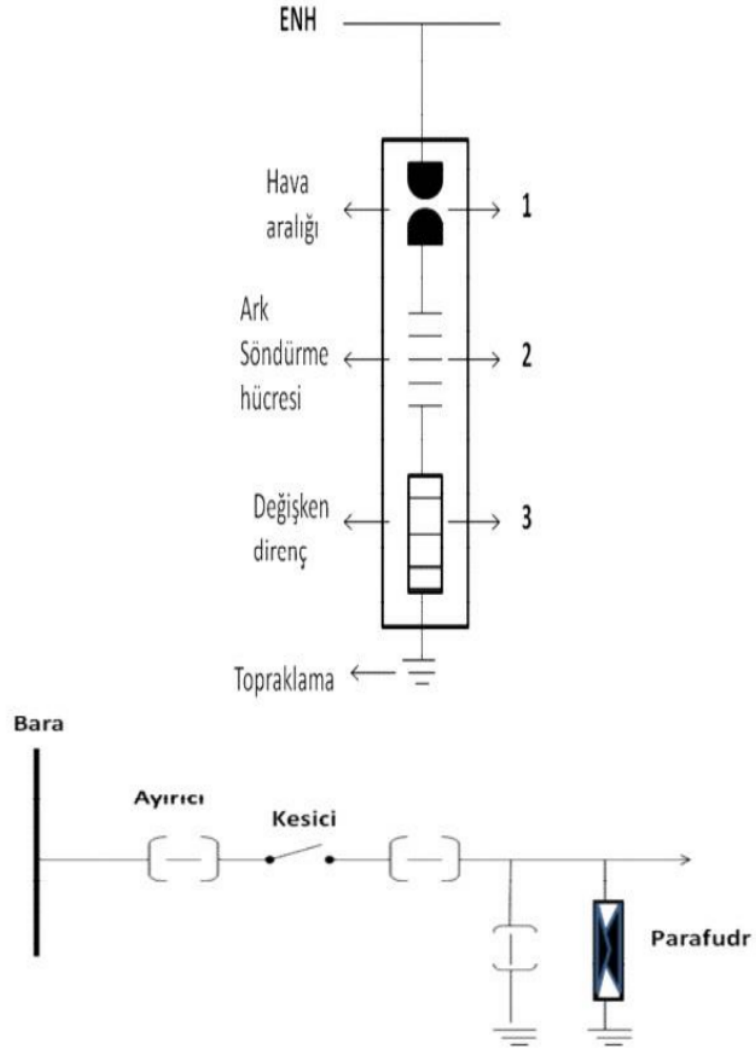
3.3.2. İşletme Topraklaması

İşletme akım devresindeki bir noktanın topraklanması işlemine denir. İşletme topraklaması, akım devresinin toprağa karşı potansiyelinin belirli bir değerde tutulmasını sağlar. Gerilim altında olan tesis kısımlarının işletme topraklamasıyla irtibatının sağlanmasıyla bu kısımlar geçici veya sürekli topraklanırlar. Bu yöntemle aşırı gerilim sınırlandırılır.

Koruma topraklaması üzerinden yalnızca arıza oluştuğunda akım geçmektedir fakat işletme topraklaması üzerinden arıza olmadığında da akım geçebilir.

3.3.3. Yıldırım Topraklaması

Yıldırım topraklamasının amacı, aşırı gerilim dalgalarının işletme araçlarına herhangi bir zarar vermeksizin toprağa yönlendirilmesi ve yapıların üzerine düşen yıldırımların insana zarar vermeden toprağa yönlendirilerek zararsız hale getirilmesidir.



Şekil 3.8. Parafudr kesiti ve devreye bağlantısı

Şekilde bağlantısı gösterilen parafudr emniyet subapı gibi işlev görmektedir. Direnç ve buna seri bağlı olan söndürme eklatörü parafudru oluşturur. Parafudrlar koruyacakları cihazların en yakınına bağlanması gereken koruma elemanlarıdır. Her faz için bir adet parafudr gerekmektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Karbon Siyahı

Topraklama direnç düşürücü olarak kullanacağımız karbon siyahı elektrik dağıtım sektöründe yaygın olarak kullanılmış bir kimyasal malzeme değildir. Karbon siyahı atıl haldeki lastiklerden piroliz yoluyla elde edilmektedir. Atıl durumdaki lastiğin sadece % 20-25' lik kısmı karbon siyahı şeklinde elde edilir. Karbon siyahının kimyasal yapısı kömüre çok benzemektedir. Karbon siyahı karboksil, fenol, eter, keten peroksit gibi fonksiyonel grupları içermektedir. Karboksil içeriğinde karbon, oksijen ve hidrojen içeren zayıf asittir. Karboksil asidin genel formülü $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir. Karbon atomlarına ve hidrojen atomlarına göre oksijen atomunun elektronegatifliği fazla olduğundan oksijen kısmen eksi yüklü, karbon ve hidrojen ise kısmen artı yüklüdür. Eter içeriğinde karbon, oksijen, hidrojen atomları vardır. Genel formülü $C_nH_{2n+2}O$ şeklindedir. Eter bazik özelliklidir. Karbon siyahı plastik sanayinde kuvvetlendirici dolgu malzemesi olarak ve boya pigmenti olarak kullanılır. Ülkemizin ihtiyaç duyduğu yaklaşık 220-230 bin ton civarındaki karbon siyahının temini yurt dışından sağlanmaktadır. Bilgisayarların klavye tuşları, ayakkabıların tabanları, bahçe sulamasında kullanılan hortumlar, kapı fitili gibi pek çok yerde kullanılır. Karbon siyahı iyi bir iletkenliğe sahip olduğu için statik elektrikleşmenin tehlike arz edeceği yakıt borularında ve benzin kapaklarında kullanılır.

4.1.2. Melas

Melas şeker pancarından elde edilmekte olan bir malzemedir. Fabrikasyon aşamasında şekerin fabrikasyona alınamayan son şurubudur. İçeriğinde %50 oranında şeker %20 oranında su mevcuttur. Bu çalışmada melasın daha çok kıvamlı bir malzeme olma özelliğinden faydalanıldı. Çok küçük yapıda olan toprak direnç düşürücü karbon siyahı kolaylıkla etrafa dağılabilen bir malzemedir. Bu karbon siyahının dağılmasını melas ile karıştırarak belli bir kıvam elde edilmiştir.

4.1.3. Patates Nişastası

Patates nişastası birçok sektörde yapıştırıcı, yapı düzenleyici, kalınlaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Düşük derecelerde jelleşme özelliğine sahiptir. Bu çalışmada akışkan bir yapı haline gelen karbon siyahı ve melas karışımını bir miktar katılaştırmak için kullanılmıştır.

4.1.4. Rem Direnç Düşürücü

Rem direnç düşürücü içeriğinde bentonit kili barındıran bir malzemedir. Bentonit, magnezyum ve alüminyum bakımından zengin volkanik küf, lav ve tüflerin kimyasal ayrışması sonucu oluşmuştur. Bentonit çokça su emebilen bir malzemedir. İyonlaşma kapasitesi olarak da yüksek bir malzemedir.

4.1.5. Tdm Direnç Düşürücü

Tdm direnç düşürücü içerisinde bentonit, kil, kum, kalker ve demir cevheri gibi malzemeleri bulduran bir direnç düşürücüdür. Yapısındaki kil su ile temas ettiğinde plastisite özellik kazanmaktadır. Bu plastisite özelliği sayesinde malzeme bir yıl boyunca dağılmadan konumunu korumuştur. Tdm direnç düşürücünün yapısındaki diğer malzeme kalkerdir. Kalker içeriğinde % 90 oranında kalsiyum karbonat bulundurur. Kalsiyum karbonat bazik özellikli bir bileşiktir ve su ile temas ettiğinde iyonlarına ayrışarak elektriği iletir. İçeriğindeki demir cevheri de yine iletkenlikte büyük katkı sağlamıştır.

4.1.6. Perlit

Volkanik kökenli bir kayadır. Toprakta kimyasal ayrışma göstermez. Çok miktardaki nemi çeker.

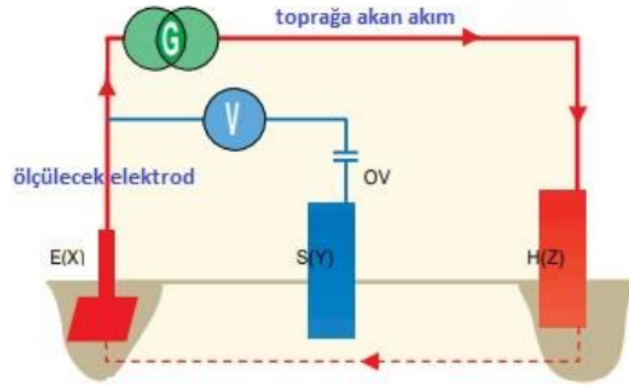
4.1.7. Galvanizli Köşebent Profil

Topraklayıcı olarak kullandığımız elektrottur. Bu elektrotların sürekli toprakla temas halinde olması nedeniyle elektrodun korozyona karşı dayanıklı olması gerekir. Bu dayanımı da sağlamak için galvaniz kaplama yapılmaktadır.

4.2.Yöntem

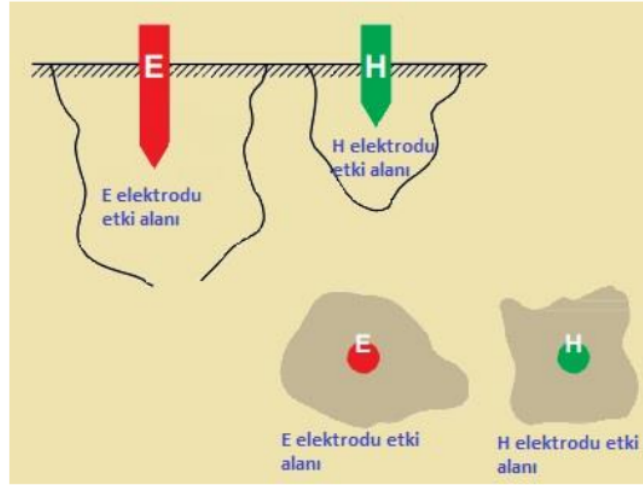
4.2.1. Tek Noktadan Bağlı Toprak Elektrodundan Toprak Direnci Ölçümü

Ölçme prensibi G jeneratörü ile (I) alternative akımını H ve E elektroduna verme biçiminde uygulanmasıdır. E ve S arasında mevcut olan gerilim değeri V ölçülür ve direnç değeri gerilimin akıma bölünmesiyle elde edilir.



Şekil 4.1. Tek Noktadan Bağlı Toprak Elektrodundan Topraklama Direnci Ölçümü

Hata akımı toprak elektrodu üzerinden toprağa doğru akacak şekilde bir yol takip eder. Toprakta uzak bir yöne ilerledikçe, paralel kontak dirençleri sonsuza gitmeye eğilimlidir ki bu durum eşdeğer devre direncinin sifıra değerine çok yakın bir değer almak demektir. Bundan dolayıdır ki her topraklama noktası etrafında bir etki noktası vardır ve bu etkileme alanının büyüklüğü ve şekli belirsizdir. Topraklama ölçülürken, S kazığını (sıfır V gerilim elektrodu h) diğer topraklama elektrotlarının etki alanlarına girmeyecek uzak bir noktaya koyulmasına dikkat etmek gerekir.

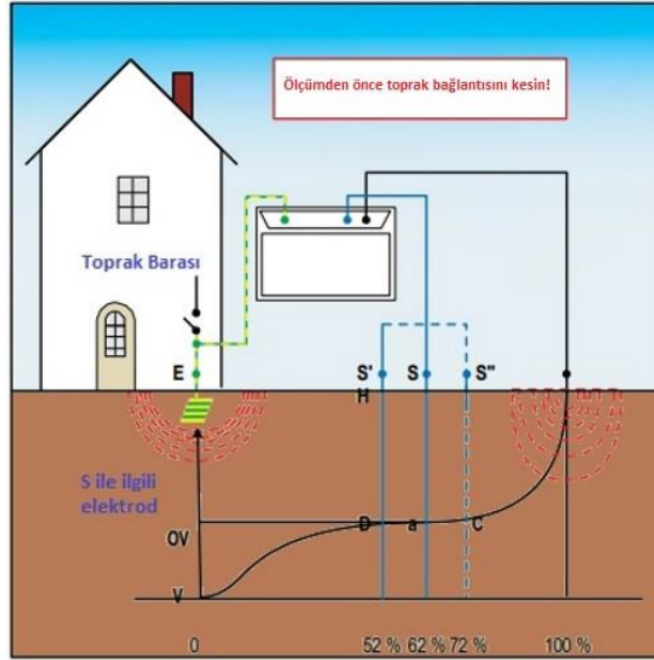


Şekil 4.2. Topraklama elektrodu etki alanı

Elektrik akımlarının yayılması, toprak direnci ile doğrudan bağlantı olduğundan, ölçüm esnasında etki alanının dışında olup olunmadığının tespit edilmesi zordur. Bu etkiyi ortadan kaldırmak amacıyla S elektrodunun yeri değiştirilerek ölçüm sonuçları elde edilmelidir.

Kazık Ölçüm Metodu (62 % metodu)

Bu metotta akım ve gerilim sağlanabilmesi için iki ayrı elektrot kullanılmaktadır. Elektrotlar topraklama E(X) noktasına göre yerleştirilmelidir. Güvenilir bir ölçüm gerçekleştirmek için, "0V potansiyel gerilim "kazığı E ve H'den dolaşan akım etkisinden uzak bir noktaya yerleştirilmelidir. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen istatistiklerde S kazığının E ile H arasındaki mesafenin %62 si olan bir mesafede olması sonucu çıkarılmıştır. Sonraki yapılacak işlem S kazığını $\pm 10\%$ (S' ve S") mesafe arasında hareket ettirildiğinde ölçülen değer değişmemeli veya çok az değişmelidir. Ölçülen değer değişiklik gösteriyorsa, bu (S) elektrodunun etki alanında kaldığını gösterir. Bunun sonucunda mesafeler değiştirilerek ölçüm tekrar yapılır.



Şekil 4.3. Kazık Ölçüm Metodu (62 % metodu)

4.2.2. Karbon Siyahı Topraklama Direnci Düşürücü Elde Edilmesi

Kullandığımız direnç düşürücü malzeme olan karbon siyahı çok küçük parçacıklar halinde olduğu için herhangi bir malzemeye kıvama getirilmediği durumda kalıcı bir etki sağlamamaktadır. Parçacıklar zamanla etrafa dağılma eğilimi göstermektedir. Diğer direnç düşürücü topraklama kimyasallarının aksine karbon siyahının suyu tutma özelliği yoktur. Bu nedenle bu çalışmada karbon siyahının belli bir kıvamda olup çevreye dağılması için melas kullanılmıştır. Melasın kullanılmasıyla birlikte karbon siyahı jelimsi bir kıvama gelmiştir. Bu jelimsi kıvama biraz da katılık sağlamak için de patates nişastası kullanılmıştır. Bu sayede karbon siyahının dağılması önlenerek uzun bir süre etki göstermesi sağlanmıştır.

4.2.3. Topraklama Elektrodunun Toprağa Yerleştirilmesi

Dört farklı topraklama direnç düşürücü malzemenin etkisinin uzun bir süre incelenmesi için aynı referans noktasını kullanmak mümkün değildi. Bu nedenle dört farklı referans değeri elde etmek için dört farklı topraklama çukuru kazıldı.



Resim 4.4. Topraklayıcının toprağa yerleştirilmesi

Topraklama yaptığımız toprağın homojen bir yapıda değildi. Bu nedenle kıyaslama yapacağımız referans değerini tek bir noktadan almak mümkün değildi. Dört toprak direnç düşürücü kimyasal malzeme için ayrı referans noktası ihtiyaç vardı. Kimyasal malzeme kullanılarak yapılan topraklamanın yanına da referans olması için sadece topraklayıcı ve doğal toprağın olduğu bir topraklama yapıldı. 8 adet ölçülecek topraklama direnci oluşturuldu.



Resim 4.5. Topraklayıcının etrafına direnç düşürücünün kalıbının yerleştirilmesi

Direnç düşürücü malzemenin kıyaslamasını eşit hacimlerde yapabilmek ve topraklayıcının etrafına yerleştirebilme işlemi bir kalıp kullanarak gerçekleştirildi. 1.2 metre boyunda ve 15 cm çapı olan boru kalıp olarak kullanıldı. Kimyasal malzeme topraklayıcının etrafına yerleştirilirken doğal toprakla kalıbın dış kısmı tekrar dolduruldu. Son olarak kalıp çıkarılıp düzenek ölçüm için hazır hale getirildi.



Resim 4.6.Direnç düşürücü koyulduktan sonra çukurun kapatılması

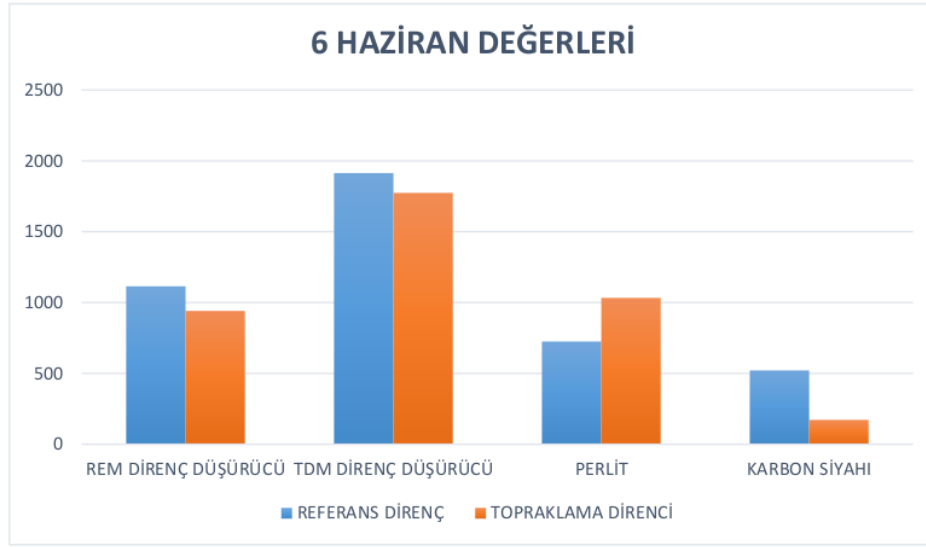


Resim 4.7.Karbon siyahı direnç düşürücünün koyulması

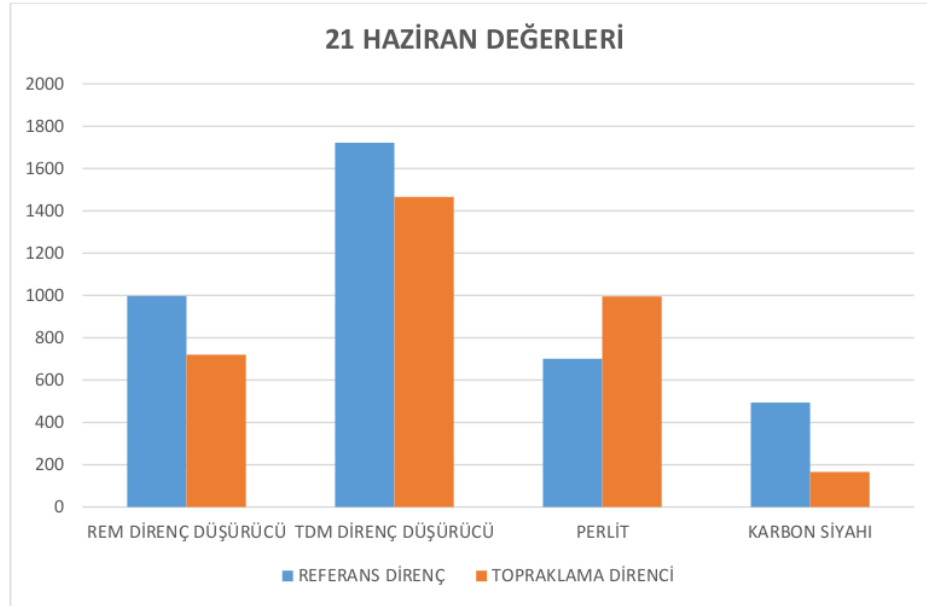
5. BULGULAR

5.1. Topraklama Direnç Değerleri

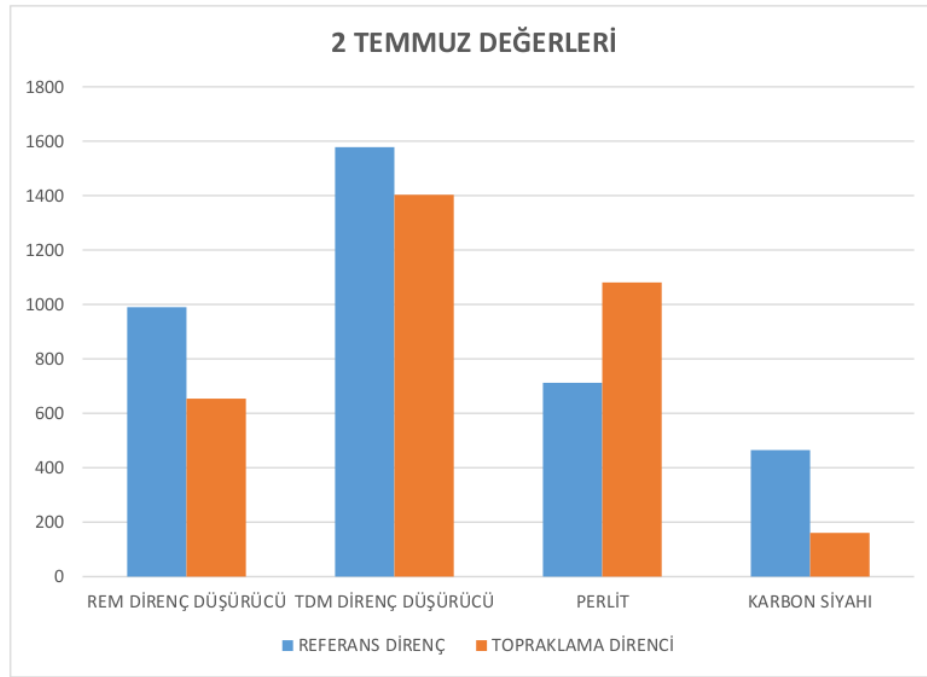
Birinci topraklama direnç ölçümleri 6 Haziran 2021 tarihinde yapıldı. 4 farklı direnç düşürücü malzeme için referans topraklamalarıyla beraber 8 sonuç elde edilmiştir. Alınan bu ilk ölçümlerde perlitin toprak geçiş direncini düşürmediği görülmüştür. Referans topraklama direncinden daha kötü bir değer vermiştir. Rem direnç düşürücü topraklama direncini %15 oranında azaltmıştır. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini %7 oranında azaltmıştır. Karbon siyahı ise topraklama direncini %67 oranında azaltmıştır. İlk ölçümde karbon siyahı topraklama direncini referans değerine göre en iyi düşüren direnç düşürücü olmuştur.



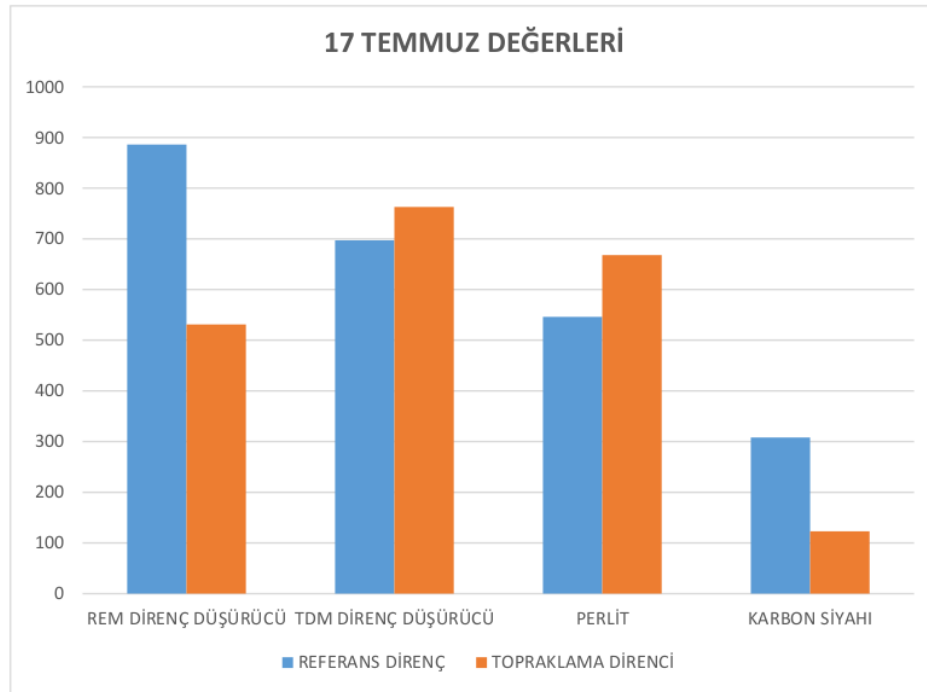
İkinci topraklama direnç ölçümleri 21 Haziran 2021 tarihinde yapıldı. Yağışların etkisiyle hem referans direnç değerlerinde hem de toprak geçiş dirençlerinde bir miktar düşüş görülmektedir. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %28 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre % 15 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %42 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %67 oranındaki düşürme değerini korumuş haldedir.



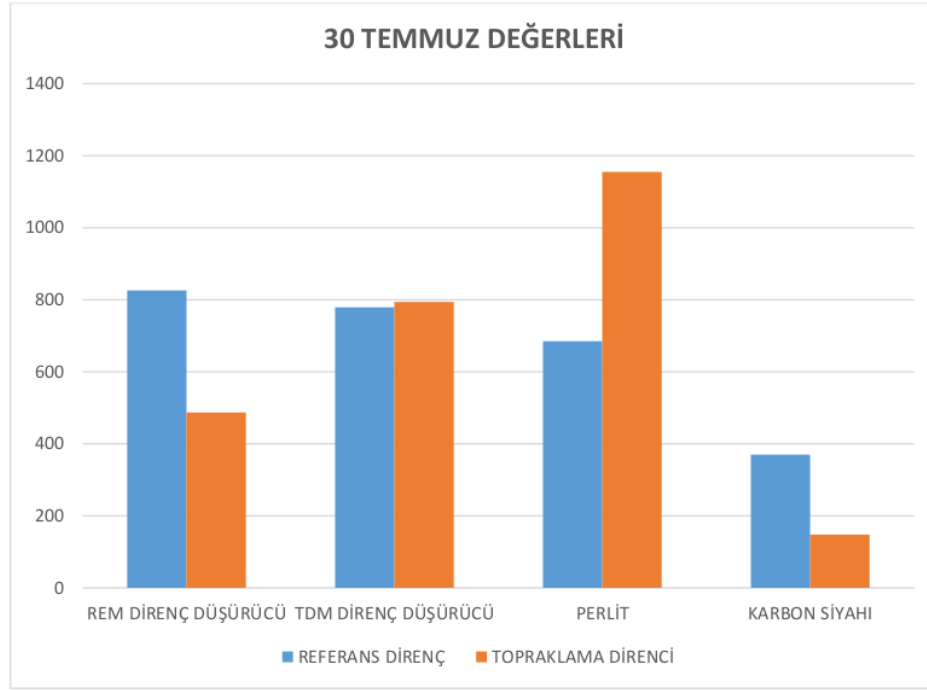
Üçüncü topraklama geçiş direnci ölçümleri 2 Temmuz 2021 tarihinde gerçekleştirildi. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %34 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %11 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %51 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %65 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Karbon siyahı üç ölçümde de yakın değerlerde direnç düşürme etkisi göstermektedir.



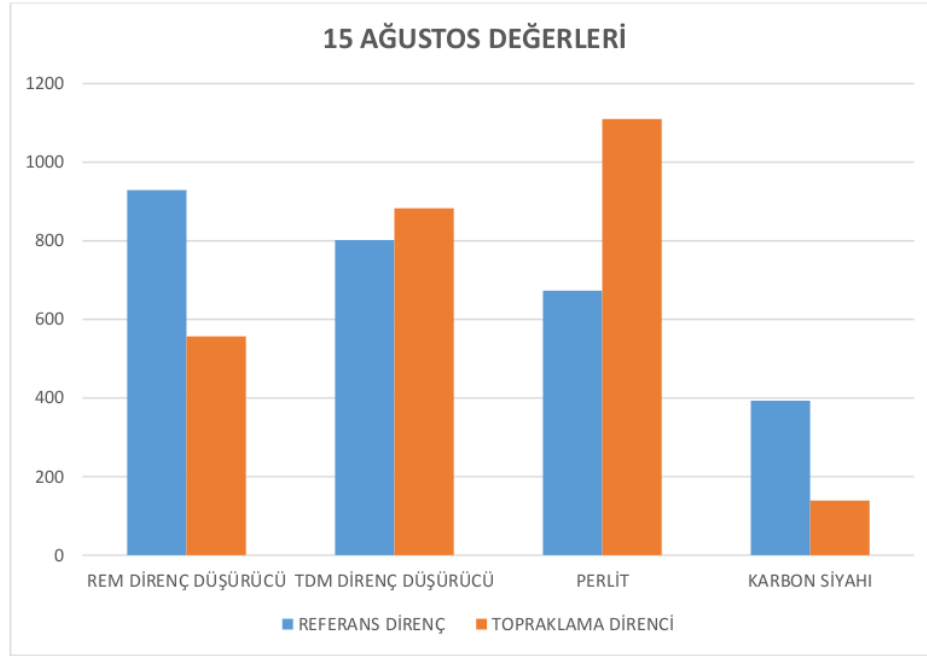
Dördüncü topraklama direnç ölçümleri 17 Temmuz 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %40 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %10 oranında artırmış hale getirmiştir. Sıcak havanın etkisiyle tdm direnç düşürücüde bu kötü direnç değeri başlamıştır. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %22 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %60 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



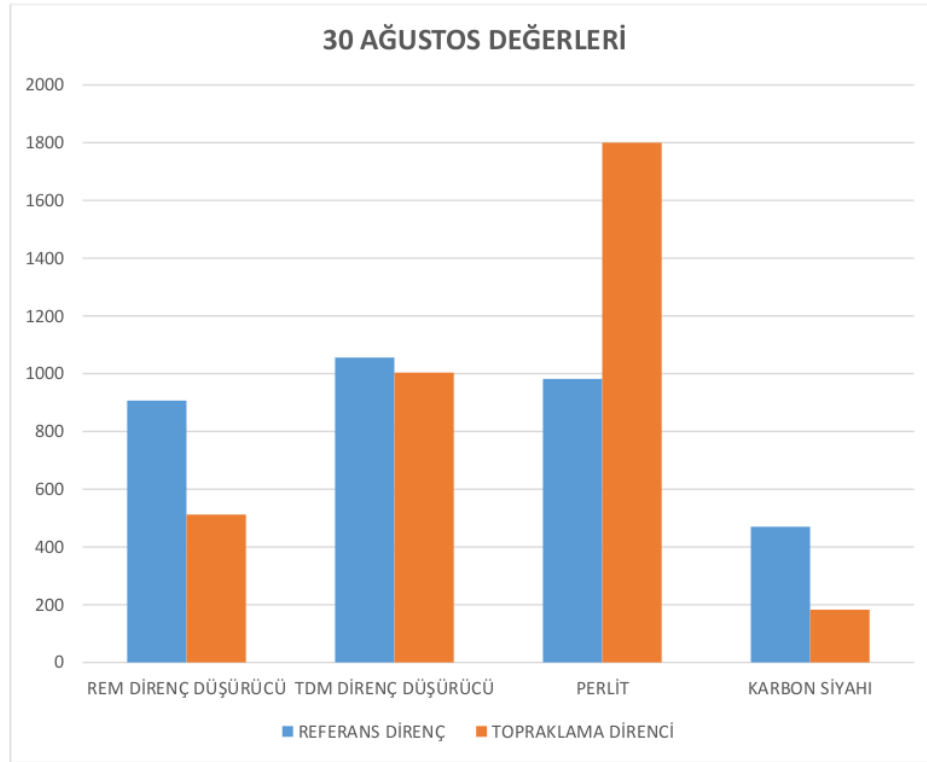
Beşinci topraklama direnç ölçümleri 30 Temmuz 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %41 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %2 oranında artırmış hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %68 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %60 oranındaki düşürme değerini korumuş haldedir.



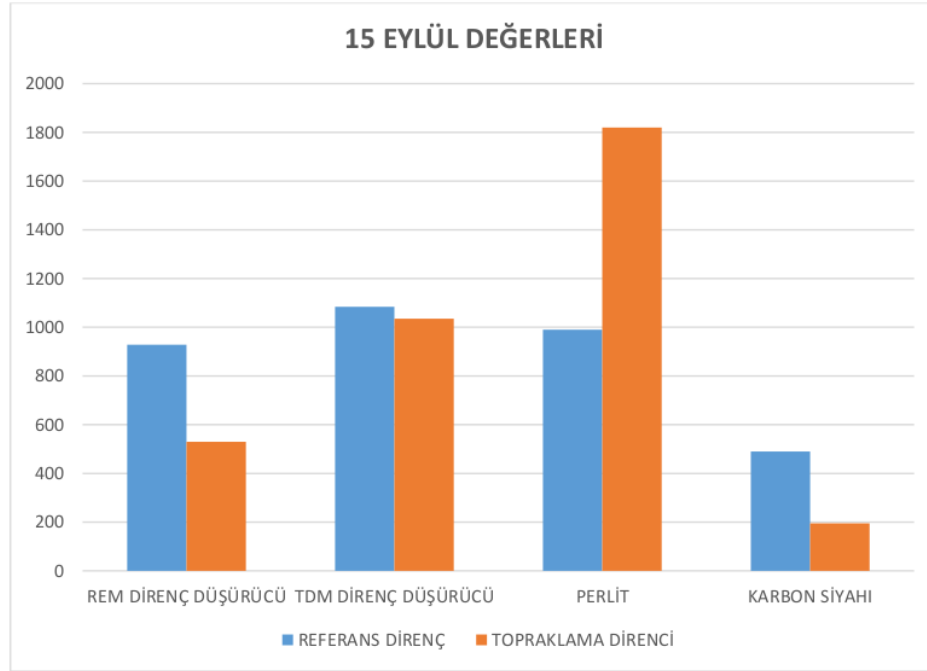
Altıncı topraklama direnç ölçümleri 15 Ağustos 2021 tarihinde yapıldı. . Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %40 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %10 oranında artırmış hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %64 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %65 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



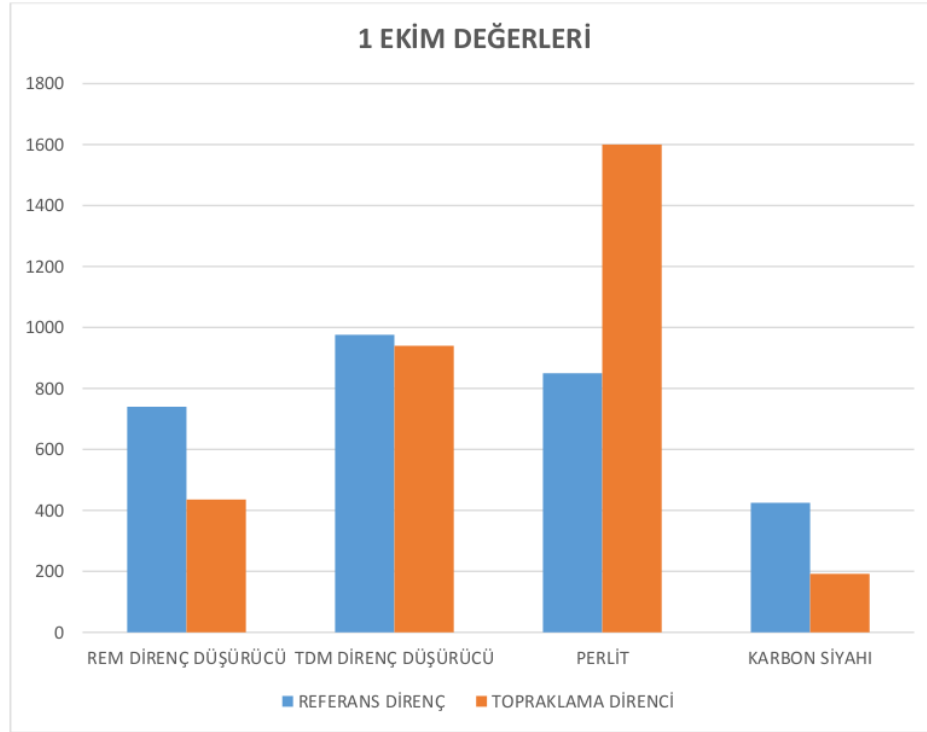
Yedinci topraklama direnç ölçümleri 30 Ağustos 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %44 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %5 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %83 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %61 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



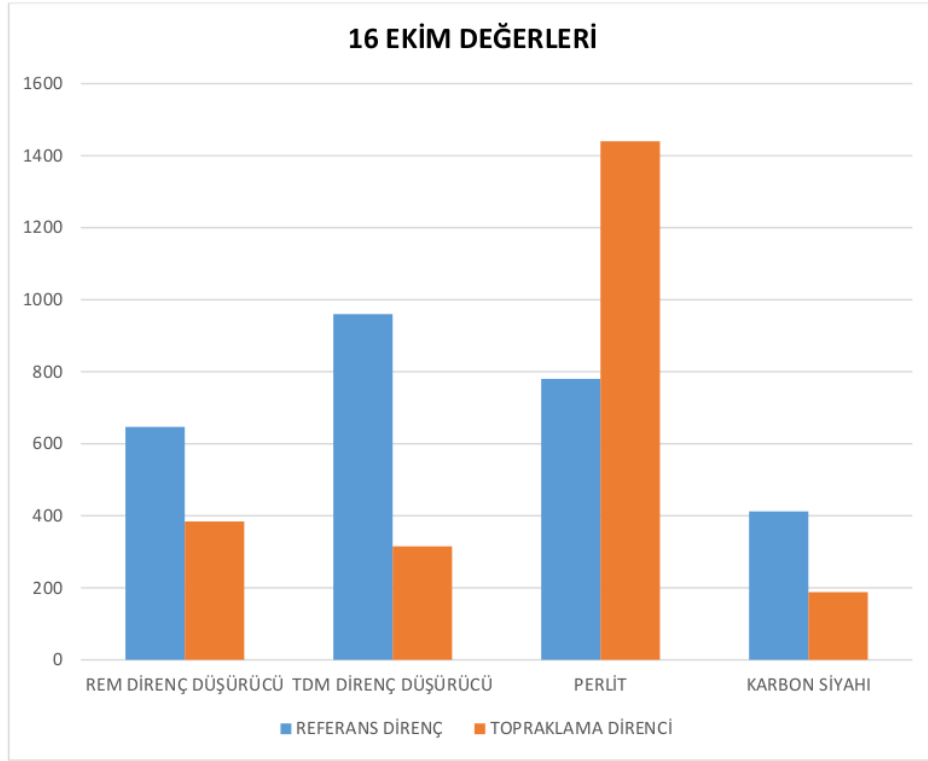
Sekizinci topraklama direnç ölçümleri 15 Eylül 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %43 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %5 oranındaki düşürme oranını korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %83 oranındaki düşürme oranını korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %60 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



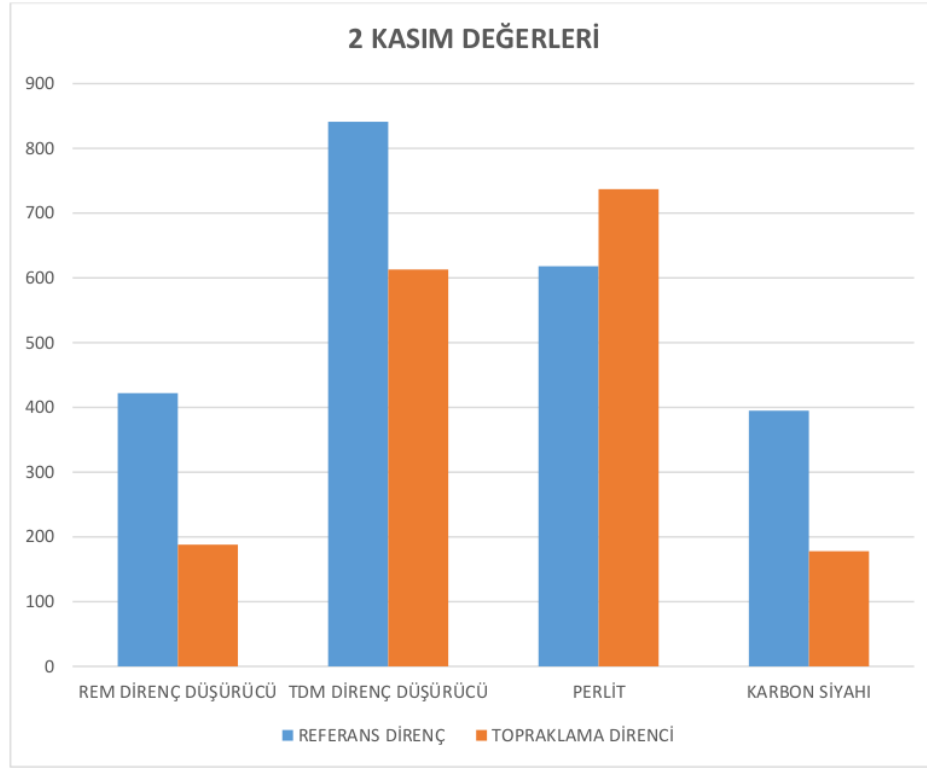
Dokuzuncu topraklama direnç ölçümleri 1 Ekim 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %41 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %4 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %88 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %55 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



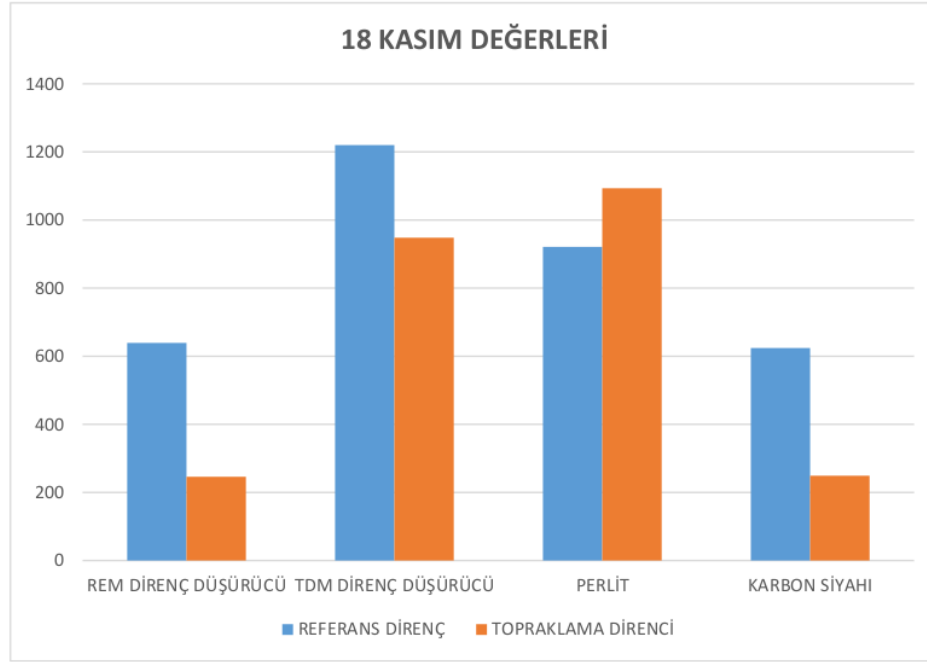
Onuncu topraklama direnç ölçümleri 16 Ekim 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %41 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %5 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %85 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %44 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



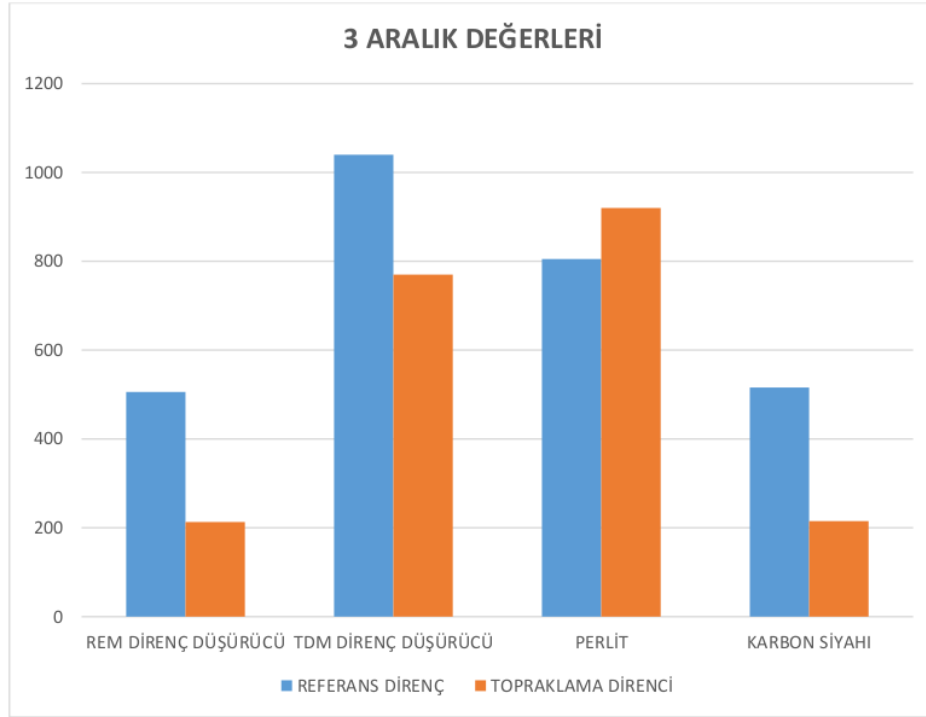
On birinci topraklama direnç ölçümleri 2 Kasım 2021 tarihinde gerçekleştirildi. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %55 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %27 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %19 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %55 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



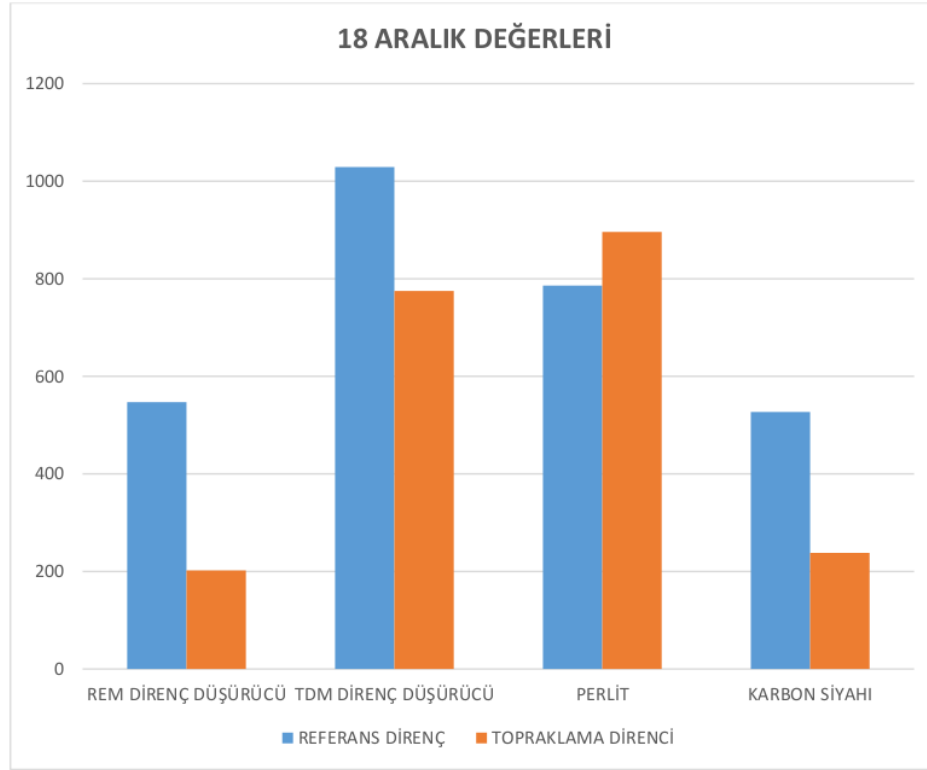
On ikinci topraklama direnç ölçümleri 18 Kasım 2021 tarihinde yapıldı. 2 Kasım 2021 tarihinde gerçekleştirildi. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %62 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %22 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %19 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %60 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



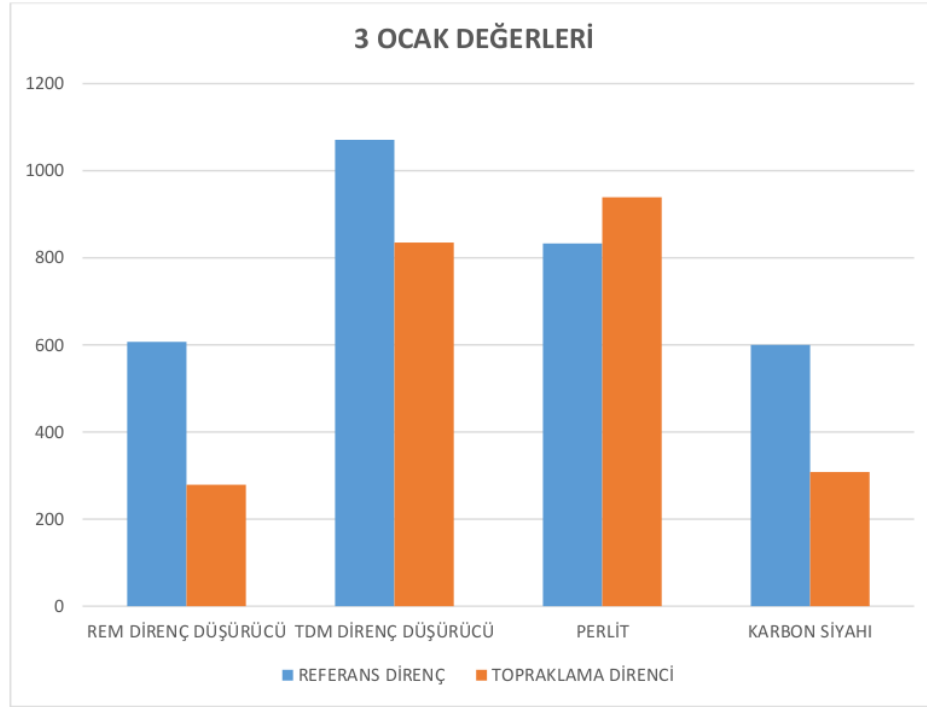
On üçüncü topraklama direnç ölçümleri 3 Aralık 2021 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %62 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %22 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %19 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %60 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



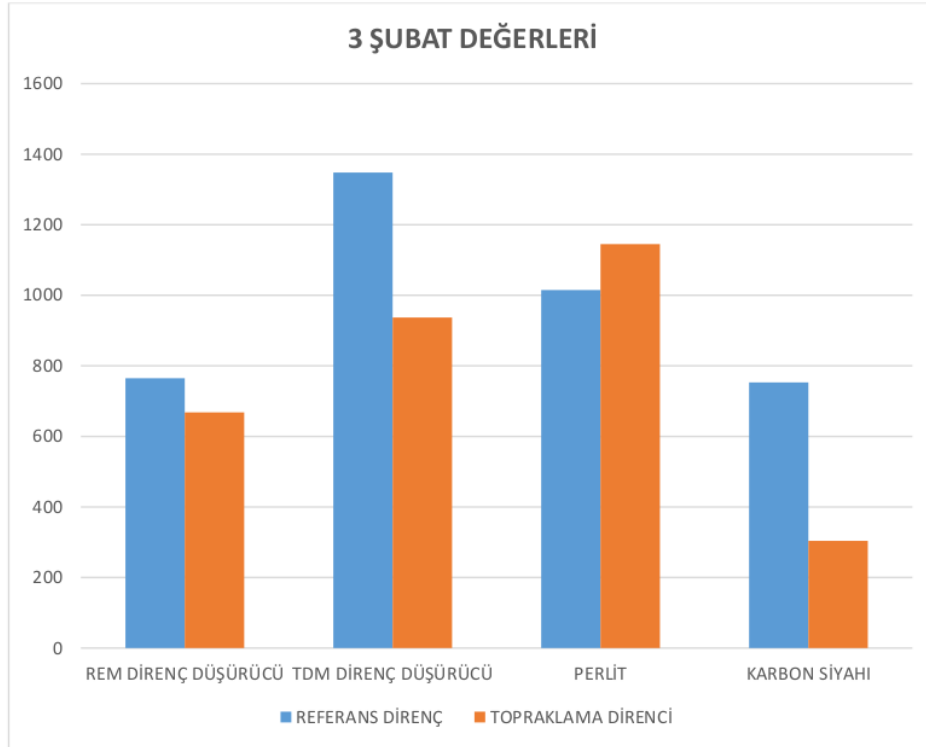
On dördüncü topraklama direnç ölçümleri 18 Aralık 2021 tarihinde gerçekleştirildi. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %63 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %25 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %13 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %55 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



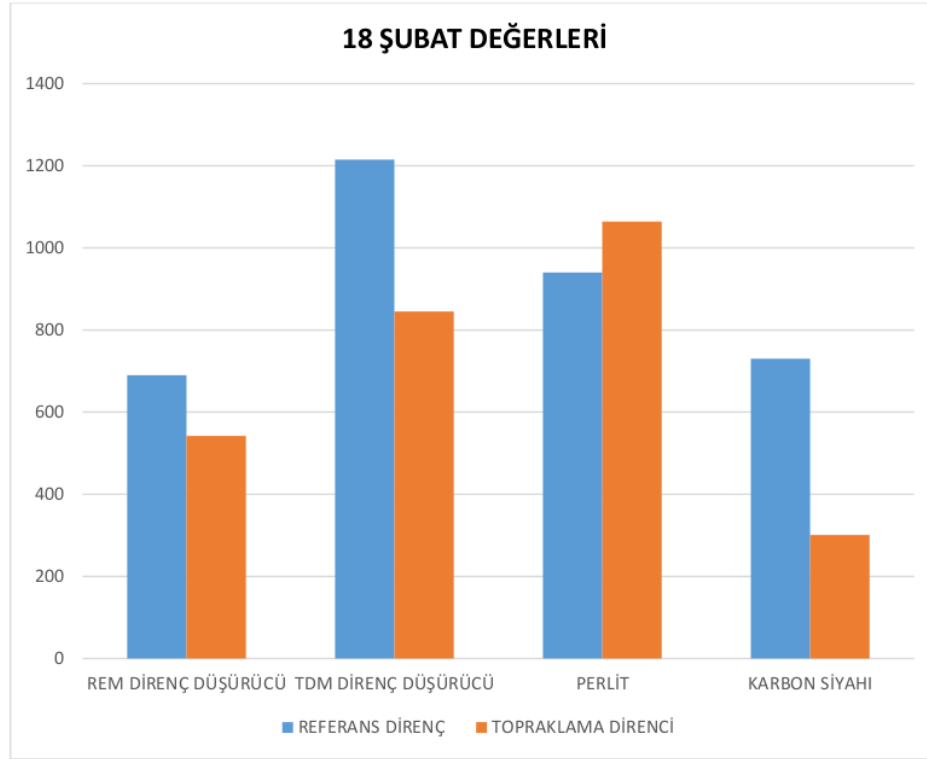
On beşinci topraklama direnç ölçümleri 3 Ocak 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %54 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %22 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %13 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %55 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



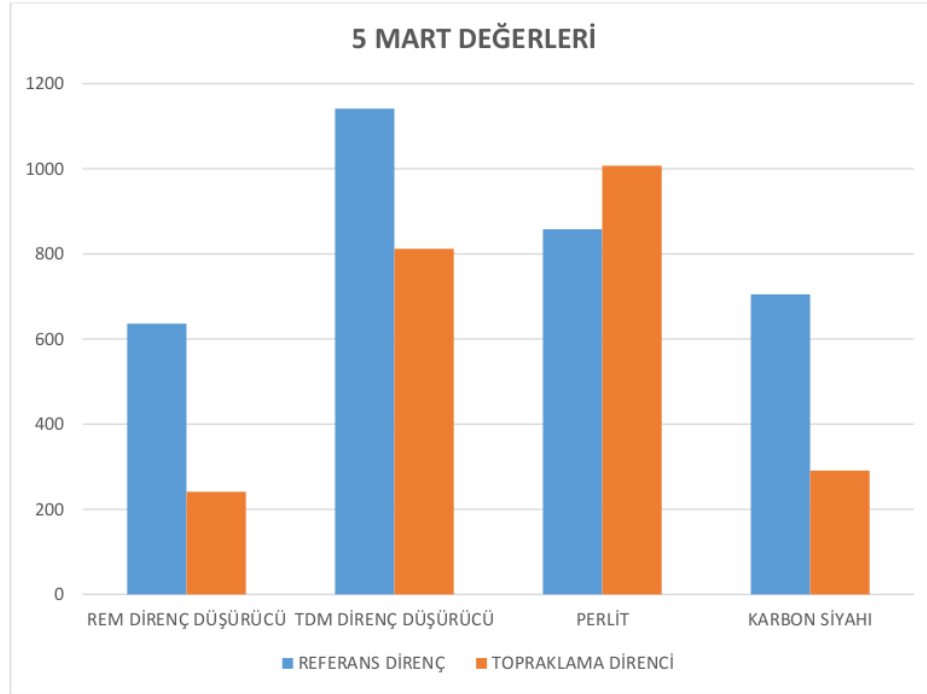
On altıncı topraklama direnç ölçümleri 3 Şubat 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %13 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %30 oranında düşürmüş hale getirmiştir. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %13 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %40 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



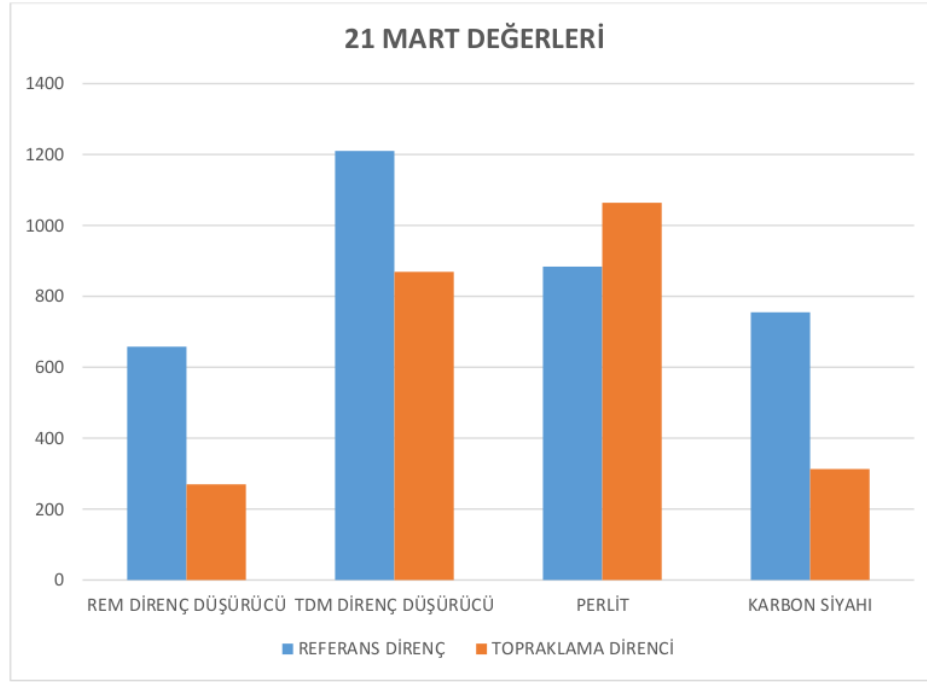
On yedinci topraklama direnç ölçümleri 18 Şubat 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %21 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %30 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %13 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %40 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



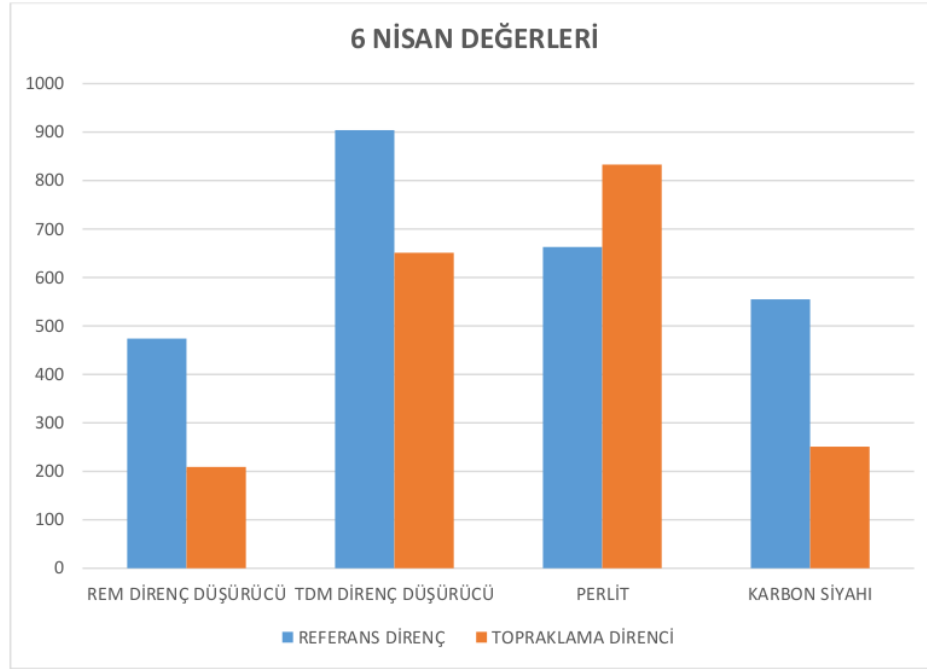
On sekizinci topraklama direnç ölçümleri 5 Mart 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %42 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %29 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %17 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %59 oranında düşürmüş hale getirmiştir.



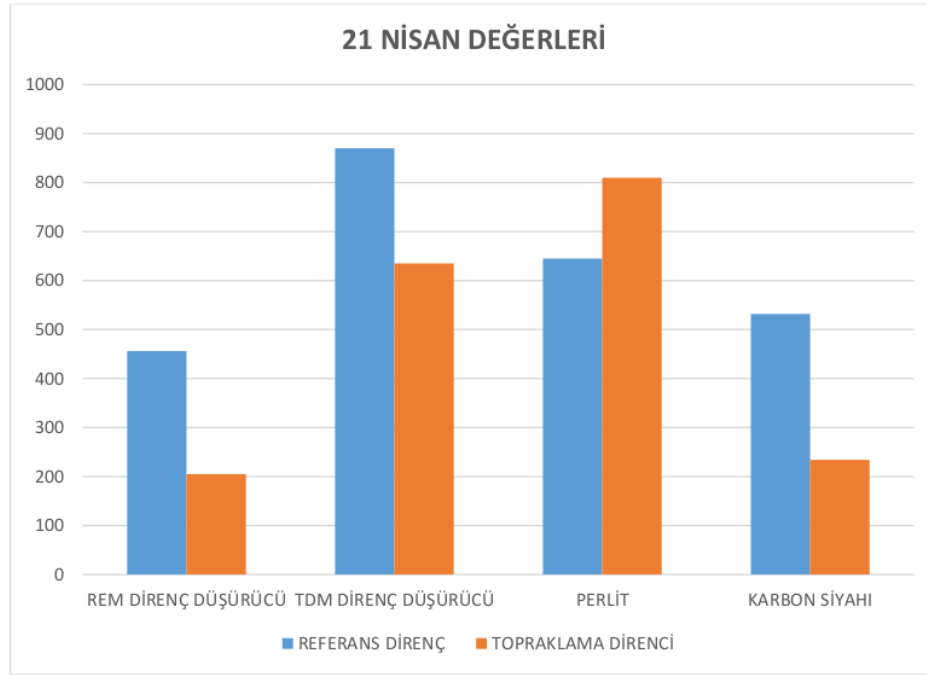
On dokuzuncu topraklama direnç ölçümleri 21 Mart 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %59 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %28 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %20 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %59 oranındaki düşürme oranını korumuştur.



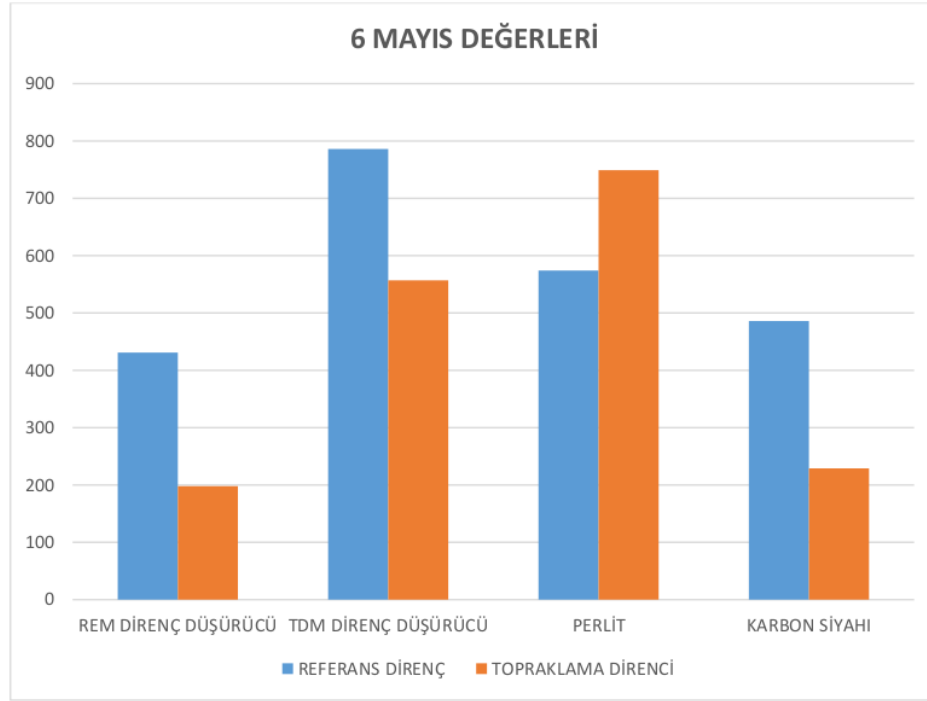
Yirminci topraklama direnç ölçümleri 6 Nisan 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %56 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %28 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %25 oranında artırmış hale getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %55 oranında düşürmüş duruma getirmiştir.



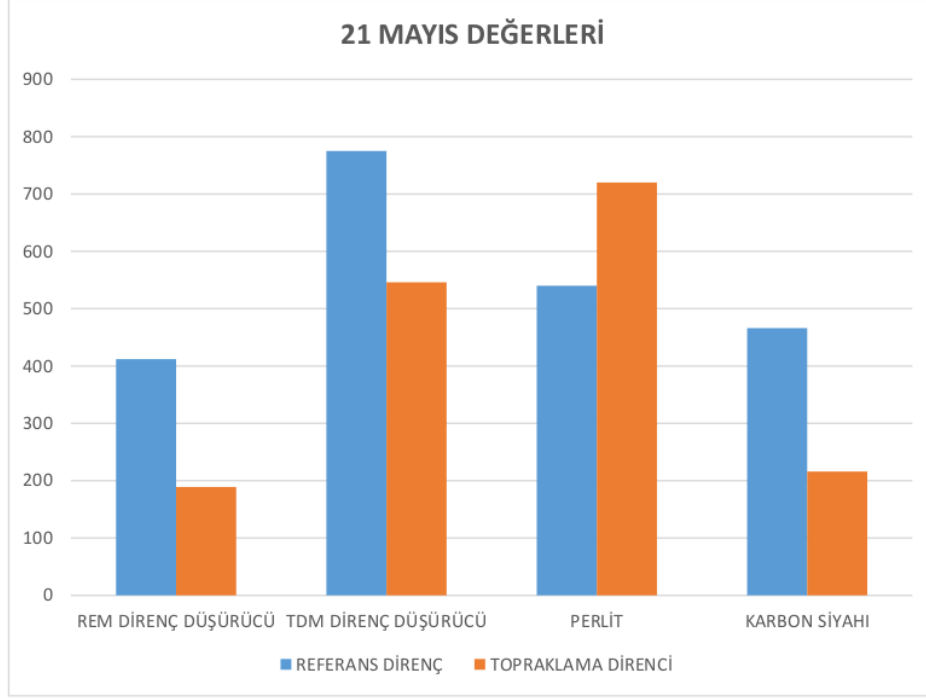
Yirminci birinci topraklama direnç ölçümleri 21 Nisan 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %55 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %27 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %25 oranındaki artırma durumunu korumuştur. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %56 oranında düşürmüş duruma getirmiştir.

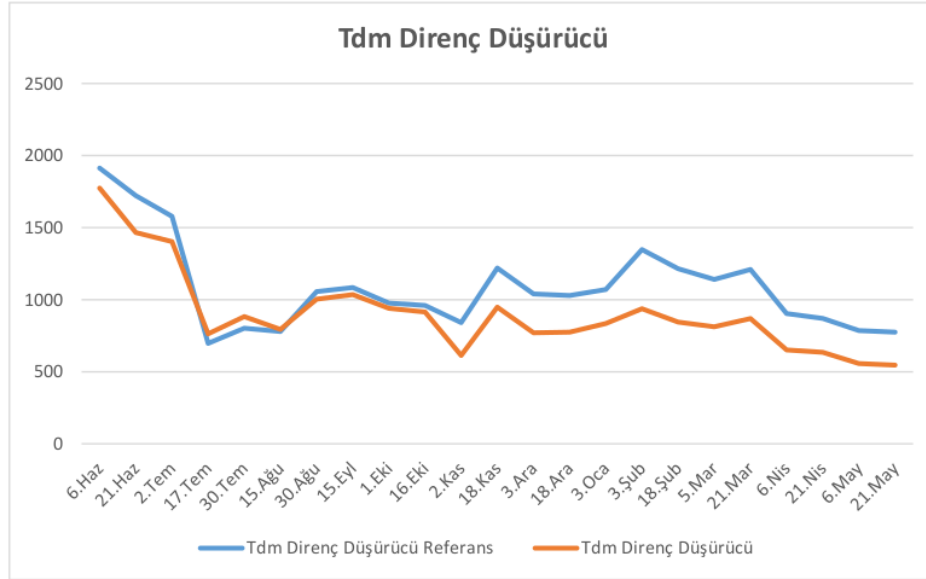
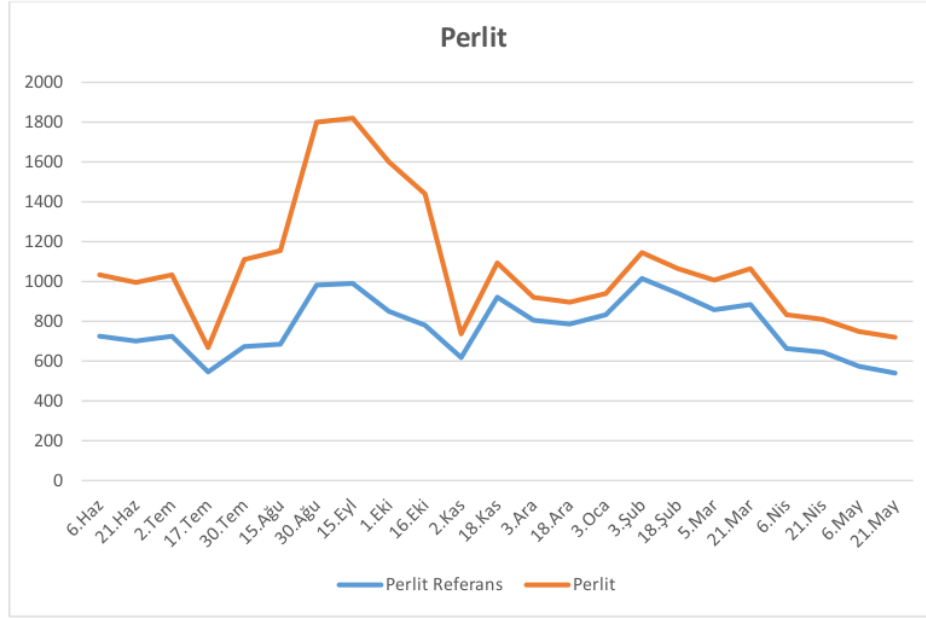


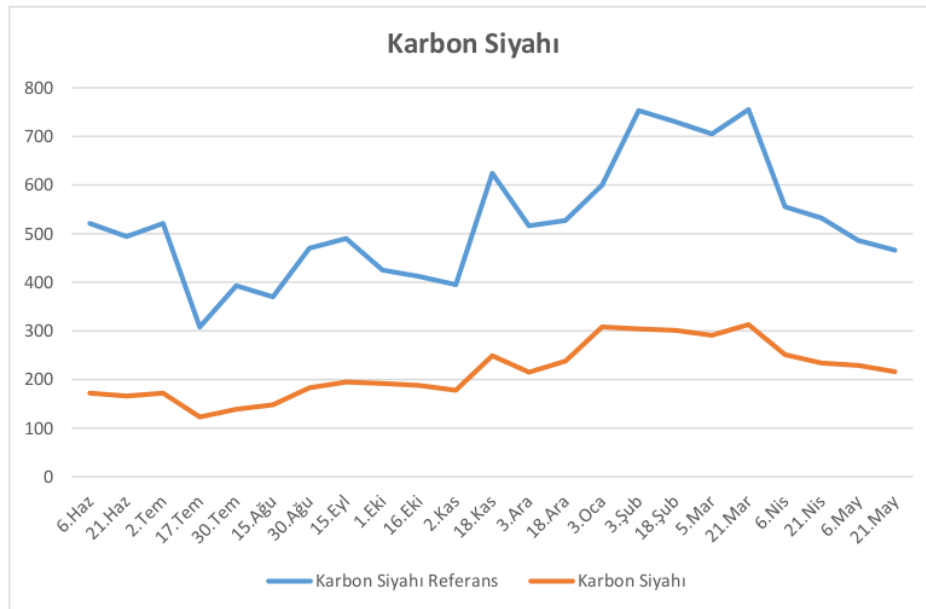
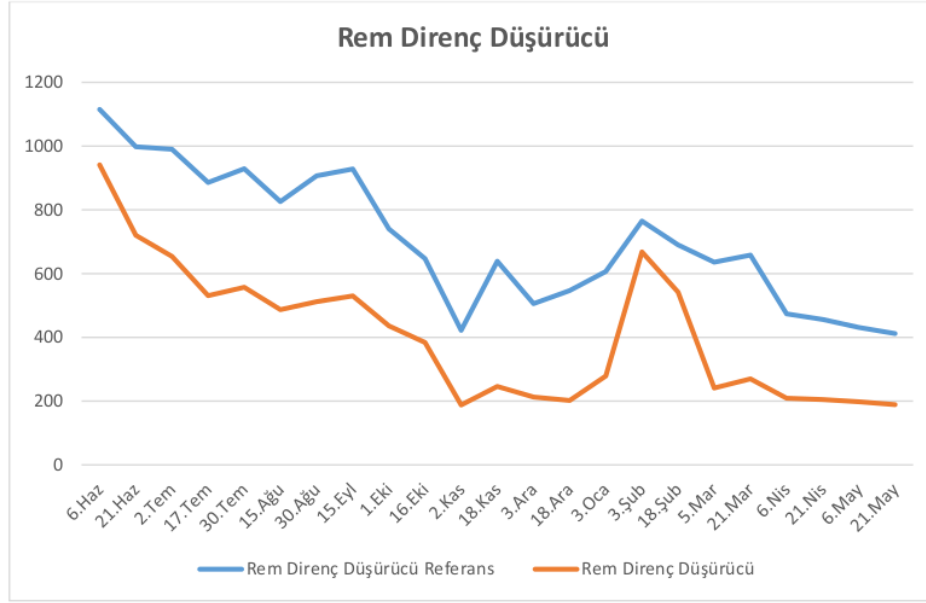
Yirmi ikinci topraklama direnç ölçümleri 6 Mayıs 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %54 oranında düşürmüş duruma getirmiştir. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %29 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %40 oranında artırmış duruma getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %47 oranında düşürmüş duruma getirmiştir.



Yirmi üçüncü topraklama geçiş direnç ölçümleri 21 Mayıs 2022 tarihinde yapıldı. Rem direnç düşürücü topraklama direncini referansa dirence göre %54 oranını düşürme oranını korumuştur. Tdm direnç düşürücü topraklama direncini referans dirence göre %30 oranındaki düşürme durumunu korumuştur. Perlit topraklama direncini referans dirence göre %33 oranında artırmış duruma getirmiştir. Karbon siyahı topraklama direncini referans dirence göre %54 oranında düşürmüş duruma getirmiştir.







6.SONUÇLAR

Kullanılan dört malzemenin ilk ölçüm değerlerinde bentonit kili, tdm direnç düşürücü ve karbon siyahında referans değerine göre düşük sonuç elde edilirken perlitte referans değerine göre yüksek bir direnç elde edilmiştir. 15 günlük dönemlerle yapılan ölçümlerde dört malzemenin de referans değerine paralel bir şekilde artış ve azalış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Perlitte temmuz ayında direnç değerleri yükselmiştir. Donma sıcaklıklarında yine direnç değerleri kötüleşip yükselmiştir. İlkbaharda havanın ısınıp yağışların artmasıyla birlikte direnç değerleri tekrar düşüşe geçmiştir. Perlit her ölçümde referans aldığımız değere göre kötü sonuçlar vermiştir. Topraklama direncini düşürememiştir. Tüm ölçümlerin sonucunda topraklama direncinde ortalama olarak % 38 lik bir artış sağlamıştır.

Tdm direnç düşürücüde kasım ayına kadar direnç değerleri düşmüştür. Kasım ayına kadar olan süreçte temmuz ayındaki aşırı sıcaklarda tdm direnç düşürücüde referans değerden daha kötü direnç değerleri elde edilmiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu bu hava şartlarında tdm direnç düşürücünün kullanılmasının topraklama direnç düşürmede pek uygun olmadığı görülmüştür. Donma sıcaklıklarında yine direnç değerleri kötüleşip yükselmiştir. İlkbaharda havanın ısınıp yağışların artmasıyla birlikte direnç değerleri tekrar düşüşe geçmiştir. Tüm ölçümlerin sonucunda topraklama direncinde ortalama olarak % 17 lik bir düşüş sağlamıştır.

Rem direnç düşürücüde haziran ayında yapılan sıcak havalardaki ölçümlerden kasım ayına kadar ara ara ufak artışlar olsa da genel olarak direnç değerlerinde büyük düşüş meydana gelmiştir. Yağmurun olduğu dönemde bu düşüş daha da hızlı olmuştur. Kış aylarına girildiğinde ise direnç değerlerinde artış başlamıştır. Donma sıcaklıklarında bu artış yüksek direnç değerlerine kadar devam etmiştir. İlkbaharda havanın ısınıp yağışların artmasıyla birlikte direnç değerleri tekrar düşüşe geçmiştir. Tüm ölçümlerin sonucunda topraklama direncinde ortalama olarak % 42 lik bir düşüş sağlamıştır.

Karbon siyahında kasım ayına kadar topraklama direnç değerleri istikrarlı devam etti. Donma sıcaklıklarında karbon siyahında da direnç değerleri yükselmiştir. Referans direnç değerine göre en iyi topraklama direnç değerini karbon siyahı vermiştir. Tüm

ölçümlerin sonucunda topraklama direncinde ortalama olarak % 59 luk bir düşüş sağlamıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar perlit topraklama direncinin düşürülmesinde kötü sonuçlar vermiştir bu nedenle perlitin toprak direnç düşürücü olarak kullanılması uygun olmayacaktır.

Tdm direnç düşürücü topraklama direncini düşürmede ortalama olarak iyi sonuçlar verdiği halde sıcak hava şartlarında referans değerine göre kötü sonuçlar vermiştir. Mohamad Camara tarafından yapılan çalışmada da bentonitin nem oranının az olduğu durumlarda kötü sonuçlar verdiği görülürken nem oranının çok olduğu durumlarda iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Yaptığımız çalışmada bu durumu destekleyici veriler elde edilmiştir.

Rem direnç düşürücü her ölçümde karbon karasında olduğu gibi referans değerine göre iyi sonuçlar vermiştir. Topraklama direnç düşürücü olarak kullanılması fayda sağlayacaktır.

Karbon karası topraklama direncini düşürmede en iyi sonuçları vermiştir. Direnç değerleri değişen hava şartlarında büyük değişiklikler göstermemiştir. Karbon karasının toprak direnç düşürücü olarak kullanılması fayda sağlayacaktır.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Gümüşhane' de doğdu. İlkokul ve ortaokul eğitiminden sonra Erzincan Anadolu Lisesi' nden 2007 yılında mezun oldu. 2009-2014 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 2018 yılında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü' nde Yüksek Lisans eğitimine başladı.

tez

ORJİNALLİK RAPORU

%26

BENZERLİK ENDEKSİ

%26

İNTERNET KAYNAKLARI

%0

YAYINLAR

%11

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

TÜM KAYNAKLARI EŞLEŞTİR (SADECE SEÇİLİ OLAN KAYNAĞI YAZDIR)

%15

★ iksadyayinevi.com

İnternet Kaynağı

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

Kapat

Bibliyografyayı Çıkart

Kapat