

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI BAZALT MALZEMELERİN MANYETİK ALANDAKİ
ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ**

MELTEM ÇINAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI
FİZİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ORHAN İÇELLİ**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI BAZALT MALZEMELERİN MANYETİK ALANDAKİ
ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ

Meltem ÇINAR tarafından hazırlanan tez çalışması 26.06.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Orhan İÇELLİ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Doç. Dr. Mustafa OKUTAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Orhan İÇELLİ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Serap GÜNEŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Kadir ESMER

Marmara Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa OKUTAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Önder EYECİOĞLU

Gelişim Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlamam sırasında bana bilgi ve deneyimleriyle yardımcı olan ve yol gösteren çok değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Orhan İÇELLİ' ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin deneysel kısmında üstün bilgisi ve tecrübeleriyle elde edilen verilerin yorumlanmasında benden yardımını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Mustafa OKUTAN' a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca örneklerin ölçümü esnasında cihazın çalıştırılması, kullanılması ve çalışmanın her aşamasında benden yardımını esirgemeyen sayın hocam Arş. Gör. Dr. Nimet YILMAZ CANLI, Arş. Gör. Dr. Mehmet KILIÇ ve Arş. Gör. Yaşar KARABUL' a şükranlarımı sunarım.

Bütün eğitim hayatımda olduğu gibi bu çalışma sürecinde de maddi manevi desteklerini üzerimden eksik etmeyen ve her daim yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Haziran. 2015

Meltem ÇINAR

İÇİNDEKİLER

	sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
BÖLÜM 2	
DİELEKTRİK VE MANYETİZMA	5
2.1 Alaşımların Elektriksel Özellikleri	5
2.1.1 Dielektrik fonksiyon	5
2.1.2 Dielektriğin Fiziksel Özellikleri	6
2.1.3 Elektriksel Geçirgenlik	6
2.1.4 Elektrik Akım Yoğunluğu	7
2.1.5 Dielektrik Sabit.....	7
2.1.6 Dielektrik kayıplar	8
2.1.7 Kayıp Tanjantı	8
2.1.8 Katıların Dielektrik Sabit ölçümü	9
2.1.9 Empedans spektroskopisi	11
2.2 Alaşımların Manyetik Özellikleri	14
2.2.1 Diamanyetizma	14
2.2.2 Diamanyetik Malzemelerde Dipol Etkiler	15
2.2.3 Alaşımlarda Manyetik Döminlerin Davranışları.....	15
2.3 Dielektrik ve Diamanyetik Malzemelerin Karşılaştırılması	16
2.4 Elektro Mıknatıs ile Manyetik Alan Oluşumu	17
2.5 Manyetik Alanda dielektrik ve diamanyetik Malzemelerin Davranışları ..	18
BÖLÜM 3	
DENEYSEL YÖNTEM VE METODLAR	19

3.1	Kullanılan Malzemeler	19
3.2	Örneklerin Ölçüme Hazırlanması	20
3.3	Deneyde Kullanılan Cihazlar	22
3.3.1	Mastersizer:	22
3.3.2	Morfolojik Analiz	22
3.3.3	Empedans Analizör	22
3.3.4	Elektromıknatıs	23
3.3.5	SEM	23
3.3.6	XRF Cihazı.....	24
3.3.7	Termogravimetrik ve Diferansiyel Termal Analiz Cihazı (TG/DTA)....	24
3.3.8	FTIR Spektroskopisi.....	24
3.4	Alternatif Akım İletiminde CBH Modeli.....	224
BÖLÜM 4		
SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....		27
4.1	Mastersizer Sonuçları	27
4.2	FTIR sonuçları	29
4.3	TG/DTA Sonuçları	31
4.4	SEM Sonuçları	34
4.5	Morfoloji Sonuçları	38
4.6	Empedans Sonuçları.....	38
4.7	Sonuç Değerlendirme.....	48
KAYNAKLAR		39

SİMGE LİSTESİ

A	Elektrot yüzey alanı
A	Test cihazının alanı (m^2)
B	Manyetik alan(Tesla)
AC	Alternatif akım
C	Malzemeli kapasitans
C_o	Malzemesiz kapasitans
C	Kapasitör
C_p	Paralel kapasitans
c	Işık hızı
D	Test edilen numunenin dağılım faktörü
D	Elektrik yer değiştirme
D	Elektrik akım yoğunluğu
d	Elektrotlar arası uzaklık
d	Numunenin çapı [m]
E	Elektrik alan
E	Elektrik alan şiddeti
F	Frekans
G	Paralel iletkenlik
Hz	Hertz
M	Mıknatıslanma
ϵ	Dielektrik sabiti
P_R	İletim kaybı
P_H	Histerizis kaybı
P_p	Polarizasyon kaybı
R_p	Paralel reel direnç.
R	Direnç
R	Bir noktanın elektriksel yüke mesafesi
τ	Relaksasyon zamanı
t	Test cihazının kalınlığı (m)
t	Zaman
V	Volt
ϵ_p	Elektriksel geçirgenlik

ϵ_r^*	Kompleks relatif permitivite
ϵ_0	Serbest uzay permitivite $\approx 8.85 \times 10^{-12}$ Farad/m
ϵ^*	Kompleks geçirgenlik
ϵ_r	Test cihazının relatif dielektrik sabiti
ϵ'	Dielektrik sabitin reel kısmı
ϵ''	Dielektrik sabitin imajiner kısmı
ϵ_r^∞	Frekansın sonsuz olduğu durumdaki dielektrik sabiti
ϵ_{r0}	Frekansın sıfır olduğu durumdaki dielektrik sabiti
q	Elektriksel yük
μ	Manyetik geçirgenlik
μ'	Manyetik geçirgenliğin reel kısmı
X_L	İndüktif reaktans
X_C	Kapasitif reaktans
Z^*	Kompleks empedans
$\tan \delta$	Dağılım (kayıp) faktörü
$\bar{P}_e$	Polarizasyon vektörü
$\bar{E}$	Uygulanan elektrik alan vektörü
χ_e	Elektriksel alınganlık
ω	Açlısal frekans
$\bar{D}$	Toplam depolanan akı
$\emptyset(t)$	Elektrik alanın zamana bağılı şiddeti
R_s	Seri reel direnç
C_s	Seri kapasitans
$Y'(w)$	Admittans reel kısım
$Y''(w)$	Admittans imajiner kısım

KISALTMA LİSTESİ

SEM	Scanning Electron Microscopy
XRF	X-Ray Fluorescence
TG	Termogravimetri
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
IR	Infrared(kızılötesi)
FTR	Fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi
MS	Mastersizer
WBAP	Weathered basalt andesite products
FE	Finite element
IS	Empedans spektroskopi
CBH	Correlated barrier hopping

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Elektrotlu test cihazı.....	10
Şekil 2. 2 Cole-Cole diyagramı	11
Şekil 2. 3 Dielektrik malzemenin iki elektrotlu sistemin AC beslemesi ile Rp Cp paralel eşdeğer devresi	13
Şekil 2. 4 Dielektrik ve diyamagnetik malzemeler için Dipol moment (a) ve magnetik dipol moment (b)	17
Şekil 2. 5 Elektromıknatıs ve manyetik alanı	17
Şekil 3. 1 Elek analiz cihazı.....	20
Şekil 3. 2 Karışımların hazırlanması	21
Şekil 3. 3 Karışımların hazırlanması	21
Şekil 3. 4 Hazırlanan Peletler	21
Şekil 3. 5 Manyetik alan etkisini oluşturduğumuz deney düzeneği.....	23
Şekil 4. 1 CM 1 örneğinin parçacık boyut grafiği	27
Şekil 4. 2 KYZ-13 örneğinin parçacık boyut grafiği	28
Şekil 4. 3 KYZ-24 örneğinin parçacık boyut grafiği	28
Şekil 4. 4 CM 1 bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği	29
Şekil 4. 5 KYZ-13 bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği.....	30
Şekil 4. 6 KYZ-24 Bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği	30
Şekil 4. 7 CM 1 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği	33
Şekil 4. 8 KYZ-13 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği	33
Şekil 4. 9 KYZ-24 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği	34
Şekil 4. 10 KYZ-13 Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için sem görüntüleri	35
Şekil 4. 11 KYZ-24 Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için sem görüntüleri	36
Şekil 4. 12 CM 1Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için sem görüntüleri	37
Şekil 4. 13 CM 1 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi	39
Şekil 4. 14 KYZ-13 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi.....	40
Şekil 4. 15 KYZ-24 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin Açısal frekansa bağlı değişimi.....	40
Şekil 4. 16 CM 1 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin Sanal Kısımının açısal frekansa bağlı değişimi.....	41
Şekil 4. 17 KYZ-13 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin Sanal kısmının açısal frekansa bağlı değişimi.....	41

Şekil 4. 18	KYZ-24 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin sanal kısmının açısal frekansa bağlı değişimi	42
Şekil 4. 19	Bazalt numunelerinin dielektrik gücünün manyetik alana bağlı değişimi ...	44
Şekil 4. 20	Bazalt numunelerinin soğurma katsayısının manyetik alana bağlı değişimi.....	44
Şekil 4. 21	Bazalt numunelerinin relaksasyon sürelerinin manyetik alana bağlı değişimi.	45
Şekil 4. 22	CM 1 Bazalt numunesinin açısal frekansa bağlı iletkenlik grafiği.....	46
Şekil 4. 23	KYZ-13 Bazalt numunesinin açısal frekansa bağlı iletkenlik grafiği.....	46
Şekil 4. 24	KYZ-24 Bazalt numunesinin açısal frekansa bağlı iletkenlik grafiği.....	47

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1	Kullanılar bazalt malzemelerin kompozisyon dağılımı 19
Çizelge 4. 1	Bazalt numunelerin bileşimindeki malzemelerin erime sıcaklıkları..... 32
Çizelge 4. 2	Bazalt numunelerin morfoloji analiz değerleri..... 38
Çizelge 4. 3	Bazalt numunelerin morfoloji uzunluk analiz değerleri 38
Çizelge 4. 4	Bazalt numunelerin morfoloji hacim analiz değerleri 38
Çizelge 4. 5	Bazalt numunelerin dielektrik sabitlerinin değerleri 42
Çizelge 4. 6	Bazalt numunelerin “s” parametresi..... 48

**BAZI BAZALT MALZEMELERİN MANYETİK ALANDAKİ
ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ**

Meltem ÇINAR

Fizik Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Orhan İÇELLİ

Eş Danışman: Doç. Dr. Mustafa OKUTAN

Bazalt dünyanın yüzeyinde oldukça geniş yer kaplayan yaygın bir kayaç türüdür. Bu kayaç volkanik faaliyetlerin sonucunda yeryüzünü kaplayan ve içindeki bileşenlere bakıldığında çok zengin çeşitlilik gösteren bir yapı arz eder.

Bu çalışmada Van İlinin farklı bölgelerinden toplanan üç farklı basalt örneği(KYZ-13.KYZ-24.CM 1) incelendi. Morfolojik analizi, mastersizer ölçümü, SEM analizi gibi bir takım deneysel ölçümleri yapıp değerlendirildi. Toz halinde bulunan bu örneklerden pelletler oluşturuldu. Her bir örnek için ayrı ayrı Empedans Analizörü ile hem elektromanyetik alan yok iken hem de elektromanyetik alanın içinde elektriksel ölçümleri yapıldı. Ölçümler sonucunda dielektrik sabit, dielektrik kayıp, dielektrik güç ve relaksasyon süreleri gibi parametrelerin frekansa bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdikleri incelendi ve sonuçlar yorumlandı.

Anahtar Kelimeler: Bazalt elektromanyetik alan, dielektrik sabit, dielektrik kayıp.

**THE ELECTRICAL PROPERTIES OF SOME BASALT MATERIAL IN THE
MAGNETIC FIELD**

Meltem ÇINAR

Department of Physics

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Orhan İçelli

Co-Adviser: Doç. Dr. Mustafa Okutan

Basalt is the world's species covering very large part in the common rock surface. This rock covering the earth as a result of volcanic activity and we look at the components inside which has a very rich diversity.

This study examined three different basalt samples collected from different regions of Van province. Morphological analysis, Masters measurement, SEM analysis was assessed as a team made experimental measurements. Pellets were formed from these samples in powder form. While there is no electromagnetic fields and separately for each sample was electrical impedance analyzer measurements made in both electromagnetic field. As result of the measurements the dielectric constant. dielectric loss such as dielectric strength and relaxation time were analyzed and interpreted depending on the frequency to show how a change.

Keywords: Basalt electromagnetic fields, dielectric constant, dielectric loss.

1.1 Literatür Özeti

Teknolojinin hızla gelişmesi ve buna paralel olarak bilimsel araştırmaların hızlı bir ilerleme göstermesiyle birlikte bazaltlar günümüzde oldukça önemli bir konumdadır. Kullanım alanları her geçen gün genişlemekte olan bu kayalar; mimari yapıların her safhasında, zemin ve cephe kaplamalarında, şehir içi yollarda, kaldırımlarda, klima donanım ve kanallarında, tretuvarlarda, cam seramikte ve mineral tabanlı yalıtım sistemlerinde, ev ısıtma sistemlerinde, balast taşı olarak raylı yollarda, taş yünü olarak her türlü gemi ve denizde inşa edilen yapıların duvar yalıtımında, yüksek sıcaklığa olan mukavemeti nedeniyle yangın kapılarında, sanayi borularının yapımında(aşınmaya karşı dayanıklılığından dolayı), kazan dairelerinde ve çok yönlü özellikleri sebebiyle daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Bazalt dünyanın yüzeyinde oldukça geniş yer kaplayan yaygın volkanik kaya türüdür. Bu kaya volkanik faaliyetlerin sonucunda yeryüzünü kaplayan ve içindeki bileşenlerine bakıldığında çok zengin çeşitliliğe sahip olan bir kayadır; SiO_2 . Fe_2O_3 . MgO . K_2O . P_2O_5 . MnO . TiO_2 . Al_2O_3 . FeO . Na_2O ve CaO . Doku içeriği olarak oldukça zengindir; olivin, ojit, piroksen, plajiyoklaz ve demiroksit içerir [1].Yapılan literatür taramasında bazaltın farklı özelliklerini inceleyen araştırmacılar kendi yörelerindeki bazaltları değerlendirmiştir [2]. [3]. [4]. [5]. [6]. [7]. Bazaltlar ve bazalt kayalarından oluşturulan bazalt fiberler farklı çalışmalarda kompozit elemanı olarak kullanılmıştır. Bazalt fiberlerin kompozit içerisindeyken modifikasyon edildiği yüzeyde mekanik ve termal özelliklerini incelemişler. Gerilme dayanıklılığının ve termal istikrarın daha iyi çıktığını

gözlemlemişlerdir [8]. Buna benzer birçok çalışma yapılmıştır. Fiziksel özellikleri [9]. [10], [11], [12], [13] mekanik özellikleri [10]. [14], [15], [16], [13], kimyasal özellikleri [11], [17], [16], petrografik ve jeolojik özellikleri [17] ayrıntılı olarak incelenmiştir. Buna bağlı olarak birçok çalışmada kullanılmış [18] ve önerilmiştir [19]. Isı kapasitesi $4.2 \cdot 10^6$ J/m³K olarak bulunmuş ve en yüksek değer olarak saptanmıştır. Ayrıca mühendislik özellikleri açısından da standartlara uygunluğu ispatlanmıştır [11]. Bazaltların içinde bulunan bazı elementlerin (COHSCI) ölçümünü yapmak. Uçuculuk çözünürlüklerini, oranlarını ve buna bağlı olarak da bu sistem içindeki davranışlarını tespit etmek için SOLEX adlı bir program dizayn edilmiş [20]. Yıpranmış bazalt andezit ürünlerini(WBAP) kullanarak asidik kaynaktan Cu(2) elementi emme davranışı incelenmiş ve artık sularda oluşan ağır metalleri arıtmak için kullanılabilir bir metot olduğu belirtilmiştir [21]. Gözenekli malzemelerin enerji soğurma karakterlerinde bazalt fiberin etkisi incelenmiş ve bulunduğu kompozitin enerji soğurma özelliğini geliştirdiğini belirtmişlerdir [16].

Olivin bazaltlar önemli derecede CO₂ depolama kapasitesine sahiptir. Uygulanan farklı metotlarla (Ball Milling Process) bu kapasitenin arttığı gözlenmiştir. Bu metodun etkili ucuz bir karbonlaşma metodu olduğu önerilmektedir [22].

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda bazaltın yoğunluk, petrolojik ve mineralojik olarak herhangi bir sistematik varyasyonu gözlenmemiştir. Manyetik çalışmalarda ise manyetik gecikme ve termo-manyetik eğriler gibi özelliklerin varyasyona uğradığı belirtilmiş ve bunun da manyetit kristallerin ve oksitlenmenin etkisiyle oluştuğu söylenmiştir [23]. Yapılan diğer manyetik ölçümler bazaltik kayaçların ferromanyetik davranış sergilediğini elektriksel sonuçlar ise yüksek dielektrik sabitine sahip olduğunu ifade etmiştir [1]. Geniş sıcaklık (150-250 K) ve frekans (20Hz-1MHz) aralığında saf su buzu, kuru bazalt kumu ve farklı kum hacim oranıyla buz/bazalt karışımları için kompleks dielektriksel geçirgenlik ölçümleri gösterilmiştir. Yüksek frekans-düşük sıcaklıkta basalt kalıbının davranışı baskındır ve zayıflama lineer bir şekilde frekansa bağlı olarak artmaktadır [24].

Bazalt fiberlerin yüzeyi sürekli ve homojen Nikel çekirdek kabuk yapılarıyla kaplanarak mikrodalga soğurma özelliği incelenmiş ve çekirdek kabuk kaplamasıyla daha iyi emilim

göstermiştir [25]. Mikrodalga tarafından uyarılan silindirik basalt kayacın gösterdiği karakteristik özellikten dolayı termo-mekaniksel olarak FE-Modeli oluşturulmuştur. Bu modelin indüklenen termal gerginliği kullanılan malzeme için hasarın başlama sınırını ve kaya örneklerinde çatlak oluşumunu tahmin etmek için kullanışlı bir araç olduğu belirtilmiştir [26].

Dielektrik sabitinin çeşitliliği Fe^{+2} ve Fe^{+3} elementleri arasındaki elektron değişimi diye açıklanır [27].

Radar ve mikrodalga iletişim teknolojisinin gelişmesiyle birlikte mikrodalga emici malzemeler tüm dünya çapında yüksek enerji depolama sistemlerindeki uygulamalarıyla dikkat çekiyor. Son yıllarda nano yapılar özellikle tek boyutlu nano yapılar mikro yapı soğurması için ilgi odağıdır. Malzemelerin mikrodalga soğurma özellikleri kompleks dielektrik($\epsilon-j\epsilon''$), kompleks geçirgenlik($\mu-j\mu''$), elektromanyetik empedans eşleşme ve mikro yapıları olarak tanımlanır. İyi elektromanyetik eşleşme için ferromanyetik çekirdek kabuk yapıları CNTs/Fe. CNTs/CoFe₂O₄ . Fe₃O₄/SnO₂ gibi çeşitli metotlar geliştirilmiştir [28]. Bu geliştirilen metotlardan bir çalışma olarak; temel içeriğinde belli oranlarda Sn/Fe/Co/O elementlerin bulunduğu bir nano yapı hazırlanıp ve Citrojel metoduyla demir ve kobalt konsantrasyonlarının artışıyla birlikte yapının dielektrik özelliklerindeki değişimler gözlemlenmiştir [29].

Beton en yaygın yapı malzemesidir. Katkı malzemeleri betonun modifiye özellikleri içinde önemli rol oynar ve radyoaktif kaynak içeren tesislerin içinde radyasyon koruma ve radyasyon üreten ekipmanlar için kullanılan malzemeler, bu malzemelerin en önemlisidir. Beton koruma özellikleri içerisindeki kompozitlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Ulaşılabilir doğal ve yapay yerel malzemelere bağlı olarak hazırlanan karışımlarla farklı özel beton tipleri geliştirilebilir [30]. Çalışmayı planladığımız malzeme olan farklı miktarlarda katkılar içeren bazaltlar betonun istenen özelliklerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir.

Demir oksit, gözlük boyamadan manyetik plakalara kadar birçok farklı teknolojik uygulamalara sahip bir bileşiktir. Demir oksitler arasında (Fe₃O₄) ilginç manyetik özellikler sergileyen bir malzemedir. Diğer ilgili ferromanyetik oksit sistem(Fe₂O₃) histerik davranışı ve değişken sapma özellikleri açısından incelenmiş olduğu geniş çaplı

alışmalar mevcuttur [31]. Bizim alışmamızda kullandığımız bazaltlar da farklı oranlarda Fe_2O_3 içermektedir.

Son yıllarda malzemelerin elektriksel özelliklerini karakterize etmek için Empedans Spektroskopisi güçlü bir teknik haline gelmiştir. Biz de çalışmamızda bu tekniğı kullanarak bazalt numunelerimizin elektriksel parametrelerinin uygulanan manyetik alanla davranışını inceledik.

1.2 Tezin Amacı

Bazaltlar; yakın gelecekte günümüze üzerinde çok fazla çalışma yapılan ve hala da yapılmakta olan kaynak olarak da ülkemiz de dahil tüm dünyada yaygın olarak bulunan volkanik kayalardır. Özellikle kimyasal içeriğı bakımından birçok kayaç türüne göre oldukça zengindir. Bundan dolayı farklı alanlarda farklı içerik ve farklı amaçlı çalışmalar mevcuttur. Bizim alışmamızda hedeflediğimiz içerik (Fe_2O_3) ferromanyetik oksit diyeceğimiz bileşiktir.

Dielektrik malzeme elektriğı etkili bir şekilde iletmeyen veya yönlendirmeyen metalik olmayan malzemedir. Malzemelerin elektriksel özelliklerini belirlemek için empedans analizörü güçlü bir tekniktir.

Ülkemizin Van İli ve civarından temin ettiğimiz farklı isimlerle kodlanan üç ayrı malzemeyi (KYZ-13. KYZ-24. CM 1) Dielektrik Spektroskopi tekniğıyle elektriksel özelliklerini manyetik alan varken ve yokken frekansla değışimine bağılı olarak nasıl davrandığını test etmeyi amaçladık.

1.3 Hipotez

Mikrodalga bölgesinde düşük frekanslarda yüksek dielektrik sabitine sahip olmaları bazaltları ilginç hale getirmektedir. Manyetik alanda bazaltın demir açısından zengin olması onu ferromanyetik özellikli bulgularından yola çıkarak bu tez çalışmasında özellikle hastanelerde MR ve Ultrason odalarında kullanılan duvar sıvalarında, imento ya da betona agrega olarak katılması, manyetik zırhlamayı sağlayabilmesini ve bu yeni hipotezinde endüstride kullanılabilir olmasını beklemekteyiz.

BÖLÜM 2

DİELEKTRİK VE MANYETİZMA

2.1 Alaşımların Elektriksel Özellikleri

2.1.1 Dielektrik fonksiyon

Bir malzemenin dielektrik özellikleri kompleks dielektrik sabiti ile tanımlanır.

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'' \quad (2.1)$$

veya

$$\varepsilon = \varepsilon'(1 - j \tan \delta) \quad (2.2)$$

yazılır.

$$\tan \delta' = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

yalıtkanın kayıp açısı olarak tanımlanır. Burada gerçel kısım ε' . dielektrik sabiti olup elektrik alanı şeklinde bir malzemede depolanabilen enerjinin miktarını doğrudan belirtirken, sanal kısım ε'' kayıp faktörü olarak adlandırılır ve malzeme içinde ısı şeklinde yayılan enerjinin ölçüsüdür. Böylece dielektrik sabiti belirli bir elektrik şiddeti ile bir dielektrikte oluşturulan elektrik yerdeğişimin veya elektrik alanı şeklinde malzemede depolanabilen enerji miktarının ölçüsüdür. Kayıp faktörü ise malzeme

içinde ısı şeklinde yayılan enerjinin ölçüsüdür. Dielektrikteki enerji kaybı oranı ayrıca kayıp tanjantı ile de ifade edilir [32].

2.1.2 Dielektriğin Fiziksel Özellikleri

Dielektrik özellikler atomik ve moleküler yapının ayrıntılarına bağlıdır. Bu nedenle maddelerin dielektrik özellikleri çok değişken ve davranışları da oldukça farklı olabilmektedir [33]. Dielektrik malzemelerin elektriksel özelliklerini anlamak için de fiziksel nicelikleri bilmek oldukça önemlidir. Ayrıca dielektriğin özelliğinden kaynaklı farklı avantajları mevcuttur. Kondansatörün sığasını artırır, kondansatörün maksimum çalışma voltajını artırır, iletken plakalar arasında mekanik bir destek sağlayabilir [34].

2.1.3 Elektriksel Geçirgenlik

Elektriksel geçirgenlik (ϵ_p) elektrik alan ve materyal arasındaki etkileşimi tanımlar. Dielektrik sabiti (ϵ) relatif elektriksel geçirgenliğe eşit ya da elektriksel geçirgenlik serbest uzaya bağlıdır.

$$\epsilon_r^* = \epsilon^* = \epsilon_p^* / \epsilon_0 = \left(\epsilon_p' / \epsilon_0 \right) - j(\epsilon_p'' / \epsilon_0) \quad (2.4)$$

ϵ_r^* :kompleks relatif permitivite

ϵ_0 :serbest uzay permitivite $\approx 8.85 \times 10^{-12}$ Farad/m

Elektriksel geçirgenliğin reel kısmı ϵ_r' materyaldeki elektrik alandan ne kadar enerji depolandığının ölçüsüdür. Çoğu katı ve sıvılar için $\epsilon_r' > 1$ dir. Elektriksel geçirgenliğin

imajiner kısmı $\epsilon_r'' = \left(\epsilon_p'' / \epsilon_0 \right)$ kayıp faktörü olarak adlandırılır. Elektrik alandaki

malzemenin ne kadar saçıcı olduğunun ya da ne kadar enerji kaybettiğinin ölçüsüdür. ϵ_r'' her zaman 0'dan büyüktür ve ϵ_r' den daha küçüktür. Kayıp faktörü hem dielektrik kaybı hem de iletkenlik etkilerini içerir.

Bir yalıtkan malzemenin relatif geçirgenliği uygulanan elektrik alanın Hertz (Hz) birimindeki frekansına (f) bağlıdır ve kompleks fiziksel nicelik olarak ifade edilebilir.

$$\epsilon_p = \epsilon_r' + j \cdot \epsilon_r'' \quad (2.5)$$

Burada sanal kısım dielektrik kayıp ile ilişkilidir. Malzemelerin dielektrik sabitleri genelde 1MHz frekansında ölçülmüş olan çizelgelerde verilir.

2.1.4 Elektrik Akım Yoğunluğu

Elektrik akım yoğunluğu (D) veya yüzeydeki yük yoğunluğu elektrik alan ile orantılıdır;

$$D = \epsilon \cdot E \quad (2.6)$$

Formülü ile gösterilir. ϵ bir malzemenin geçirgenliğidir. Eğer sistem vakumlu ise yani herhangi bir malzeme içerisinde değilse;

$$D = \epsilon_0 \cdot E \quad (2.7)$$

Bu büyüklük dielektrik ötelenme olarak isimlendirilir ve vektörel bir büyüklüktür. Eğer ortamda polarizasyon var ise böyle bir durumda dielektrik ötelenme;

$$D = \epsilon_0 \cdot E + P \quad (2.8)$$

Olarak ifade edilir.

2.1.5 Dielektrik Sabit

Dielektrik sabiti, bir malzemenin üzerinde yük depolayabilme yeteneğini ölçmeye yarayan katsayıdır. Başka bir ifade ile dielektrik sabiti, bir elektriksel alanın etkilerinin veya yalıtkan bir ortam tarafından nasıl etkilendiğinin ölçümüdür. Bir ortamın dielektrik sabiti, ortamdaki birim yük başına elektrik alanının (daha doğru bir ifade ile akının) ne kadar oluştuğudur. Elektrik akısının bulunduğu bir ortamda birim yük başına düşen yalıtkanlık (dielektrik) sabiti, kutuplanma yoğunluğundan dolayı büyük olur. Yalıtkanlık sabiti, elektriksel alınganlık ile doğrudan ilişkilidir. Bu, bir yalıtkanın kutuplanma yoğunluğunun elektriksel alanı karşı tepkisinin ne derece olduğunu ölçer.

Sİ birimlerinde ϵ yalıtkanlık sabiti farad/metre'dir(F/m). X_e elektriksel alınganlığı boyutsuzdur. Bunlar arasındaki ilişki şöyledir:

$$\epsilon = \epsilon \epsilon_0 = (1 + X_e) \epsilon_0 \quad (2.9)$$

Burada; ϵ_r . herhangi bir malzemenin bağıl yalıtkanlık sabiti ve ϵ_0 . vakum yalıtkanlık sabitidir ve değeri $8.854187817 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ 'dir [35].

2.1.6 Dielektrik kayıplar

Kayıp Tanjantı Dielektrik malzemelerde toplam kayıp 4 çeşit kaybın bileşiminden oluşur.

1. İletim kaybı (P_R): Alana maruz bırakıldığında ara kesit yüzeylerinde dielektrik malzemeler arası yük dengesi kurulana kadar ortaya çıkan kayıplardır. Kaçak akımların yol açtığı kayıptır. Yalıtkan malzemenin direncinden ve üzerinden geçen akımdan kaynaklanır.

2. Histerezis kaybı (P_H): Genellikle mükemmel bir yalıtkan dielektrik kaybı fazla bir malzeme ile birlikte kullanılır. (gaz, katı vb.) Birbirine temas eden birden fazla yalıtkan malzemenin elektrik alan altında dielektrikler arası yük dengesi kurulana kadar gerçekleşen yük hareketine bağlı kayıplardır.

3. Polarizasyon kaybı (P_P): AC gerilim altında dipol moleküllerin kutuplarının uygulanan alanın zıt kutbuna doğru yönelme hareketinden meydana gelen kayıplardır. Düşük frekanslarda dipoller faz kaybı olmadan AC alanı takip ederler; frekans artınca sürtünme kaybı artar ve dipol hareketi alanın gerisinde kalır. Frekansın artması durumunda dipoller alanı takip edemez ve kayıplar düşer.

4. İyonlaşma kaybı (P_i): Yalıtkan bir ortamda kısmi boşalmaların yol açtığı kayıptır. (korona kaybı. vs.) İyonizasyon gerilimine ulaşıncaya boşalmaların sayısı ve büyüklüğüne bağlı olarak kayıplar artar. Bu tip kayıpları belirlemek amacıyla gerilim değeri değiştirilir [36].

2.1.7 Kayıp Tanjantı

Bir dielektrik malzeme için uygulanan elektrik alan E malzemelerin atomlarının veya moleküllerinin elektrik dipol moment oluşturmak için kutuplaşmasına neden olur. Toplam depolanan akı D. Bu ek polarizasyon vektörü $\bar{P}_e$ dir. Elektrik polarizasyonu da;

$$\bar{D} = \epsilon_0 \bar{E} + \bar{P}_e \quad (2.10)$$

Doğrusal bir ortamda elektrik polarizasyonu, doğrusal uygulanan elektrik alanı ile ilişkilidir.

$$\bar{P}_e = \epsilon_0 \chi_e \bar{E} \quad (2.11)$$

Karmaşık olabilen elektrik duyarlılığı olduğu zaman

$$\bar{D} = \epsilon_0 \bar{E} + \bar{P}_e = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \bar{E} = \epsilon \bar{E} \quad (2.12)$$

O zaman ϵ kompleks geçirgenlik şu şekilde ifade edilir.

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + \chi_e) = \epsilon' - j \epsilon'' \quad (2.13)$$

ϵ' nun imajiner kısmı titreşen dipol momentlerin sönümlenmelerinden kaynaklanan ısı kaybı olarak ifade edilir(dielektrik sönümleme). Enerji korunumundan dolayı negatif olmak zorundadır(ϵ'' pozitifdir). Kayıplı olmayan dielektrik malzemelerin (serbest alan gibi) imajiner kısmı sıfırdır. Dielektrik sönümlenen kayıp ve iletken kaybı malzemelerde farklı şekillerin kayıplarıdır [37]. Kayıp faktörü kayıp tanjant olarak şu şekilde ifade edilebilir;

$$\tan \delta = \frac{\epsilon''}{\epsilon'} \quad (2.14)$$

2.1.8 Katıların Dielektrik Sabit Ölçümü

Dielektrik sabiti, katı malzemelerin (Örneğin yalıtkanlar ve polimerler gibi) en önemli özelliklerinden biridir. Çünkü dielektrik sabiti ölçümleri, kimyasal analiz tekniklerinden daha kolaydır. Katı malzemelerin dielektrik sabitlerinin ölçümü C (kapasitans) ve D (Kayıp faktörü) değerlerine dayanarak bulunmaktadır. Disk içine yerleştirilen katı malzemenin dielektrik sabiti, aşağıdaki denklemlerle hesaplanmıştır [38].

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r = \frac{t}{A} \cdot C \text{ [F/m]} \quad (2.15)$$

$$\epsilon_r = \frac{t \cdot C}{A \cdot \epsilon_0} = \frac{t \cdot C}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \epsilon_0} \quad (2.16)$$

ϵ :Dielektrik sabiti

ϵ_0 :Boşluğun dielektrik sabiti (8.854×10^{-12})

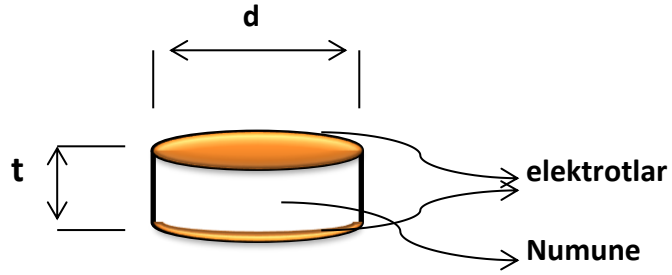
ϵ_r :Test cihazının bağıl dielektrik sabiti

t :Numunenin kalınlığı [m]

A :Numunenin alanı [m^2]

C :Numunenin kapasitansı [F]

d :Numunenin çapı [m]



Şekil 2. 1 Elektrotlu test cihazı

Genellikle bağıl dielektrik sabiti ϵ_r ana parametredir ve “dielektrik sabiti” olarak bilinmektedir. Elektrik alan şiddeti katı materyal boyunca değiştiği zaman polarizasyon değişimi elektrik alan değişiminde daha yavaştır. Bu da etki sonrası dielektrik olarak bilinmektedir ve zamanın bir fonksiyonu olarak şu şekilde ifade edilmektedir.

$$\emptyset(t) = (1/\tau) \cdot e^{t/\tau} \quad (2.17)$$

Burada τ , dielektrik releaksayon zamanı t ise zamandır. Bu durumda dielektrik sabiti kompleks formda yazılacak olursa;

$$\epsilon^* = \epsilon' - \epsilon'' \quad (2.18)$$

$$\epsilon' = \epsilon_r \cdot \cos \delta = \frac{tC}{A\epsilon_0} \cdot \cos(\tan^{-1} D) \quad (2.19)$$

$$\epsilon'' = \epsilon_r \cdot \sin \delta = \frac{tC}{A\epsilon_0} \cdot \sin(\tan^{-1} D) \quad (2.20)$$

$$\tan \delta = D = \frac{\epsilon''}{\epsilon'} \quad (2.21)$$

ϵ^* : Kompleks dielektrik sabiti

ϵ' : Kompleks dielektrik sabitinin reel kısmı

ϵ'' : Kompleks dielektrik sabitinin sanal kısmı

$\tan \delta$: Dağılım (kayıp) faktörü

D : Test edilen numunenin dağılım faktörü

τ 'yu kullanarak da ϵ' ve ϵ'' hesaplanabilir.

$$\epsilon' = \epsilon_{R\infty} + (\epsilon_{R0} - \epsilon_{R\infty}) \frac{1}{1 + \omega^2 \tau^2} \quad (2.22)$$

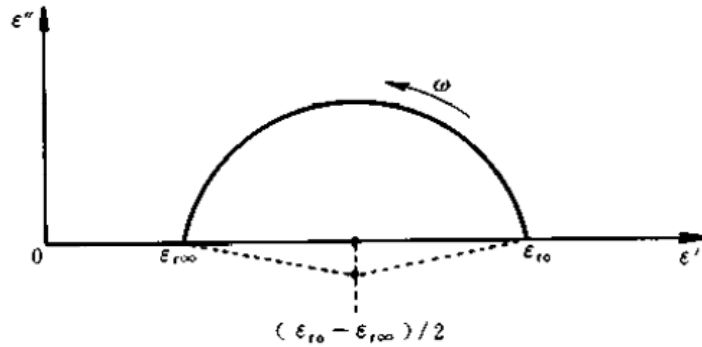
$$\epsilon'' = (\epsilon_{R0} - \epsilon_{R\infty}) \frac{1}{1 + \omega^2 \tau^2} \quad (2.23)$$

ϵ_{R0} : Frekansın sıfır olduğu durumdaki dielektrik sabiti

$\epsilon_{R\infty}$: Frekansın sonsuz olduğu durumdaki dielektrik sabiti

Bu denklemler göstermektedir ki; ϵ' ve ϵ'' frekansın bir fonksiyonudur. Frekansa bağlı bu etki "Dielektrik dağılımı" adını alır [38].

2.1.9 Empedans spektroskopisi



Şekil 2. 2 Cole-Cole diyagramı

Empedans spektroskopisi (IS) malzemenin küçük genlikli sinyallere karşı verdiği tepkinin ölçümüdür. Elektriksel ölçümler materyal karakterizasyonunda güçlü araçlardır. Empedans spektroskopisi (IS) örneklerin hazırlanış sürecini daha iyi anlamak için kullanılan bir yöntemdir. Sistemin fiziko-kimyasal özellikleri ile ilgili yeterli verileri sağlar. Bu teknik bazen zaman fonksiyonunda ölçülmesine rağmen genellikle frekansın fonksiyonu olarak ölçülür. Dielektrik spektroskopisi ise maddenin yük iletim mekanizması hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmek için kullanılan yöntemlerden

birisidir. Ayrıca bu spektroskopisi empedans spektroskopisinin bir parçası olarak da bilinmektedir. Dielektrik spektroskopisi; geniş bir frekans aralığında empedansı ölçüldükten sonra kapasitans empedansın gerçel ve sanal kısımları, admittans, iletkenlik, modülüs vb. gibi parametrelerin tümü ölçülüp bileşenleri empedanstan hesaplanabilir.

Maddenin kompleks dielektrik sabiti (ϵ^*) özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar; reel dielektrik sabiti ve dielektrik(reel) kaybın frekansa ve sıcaklığa bağlı değişimlerine bakılır. Sıcaklık dielektriği etkileyen önemli parametredir. Maddelerin bilinen genel durumu frekans yükseldikçe dielektrik sabiti azalmakta ve yüksek frekanslarda sabit kalmaktadır.

ϵ^* kompleks dielektrik sabit ve kompleks empedans Z^* gibi bazı dielektrik fonksiyonları malzemenin frekansa bağlı özelliklerini belirlemek için kullanılır. Bu gösterim;

$$Z^* = Z' - iZ'' \quad (2.24)$$

Empedans spektroskopisi olarak bilinen alternatif akım (AC) ölçümler, maddenin elektriksel karakterizasyonunda en etkili tekniklerden birisidir. Maddenin empedansı iki bileşenli ifade olup, bunlar direnç (reel kısım) ve tepkisel (imajiner kısım) değerlerdir. Bu iki bileşenli kompleks empedans ifadesini bütün malzemeler için kompleks düzlemde genel olarak şu şekilde ifade edebiliriz. Kompleks empedans:

$$Z^*(w) = Z'(w) - Z''(w) = R_s - \frac{j}{wC_s} \quad (2.25)$$

Burada w açısal frekans ($w = 2\pi f$) olup f ise frekansı, $Z'(w)$ empedansın reel kısmı, $Z''(w)$ empedansın imajiner kısmı, R_s seri reel direnç ve C_s seri kapasitansdır. Kompleks empedans ifadesinin tersine kompleks admittans denir. Kompleks admittans;

$$Y^*(w) = \frac{1}{Z^*(w)} = Y'(w) - Y''(w) = \frac{1}{R_p} - jwC_p = G(w) + jB(w) \quad (2.26)$$

Burada $Y'(w)$ admittansın reel kısmı, $Y''(w)$ admittansın imajiner kısmı, R_p paralel reel direnç, C_p paralel kapasitans, G iletkenlik, B imajiner iletkenliktir. İki elektrot arasında

yer alan dielektrik malzemelerin kapasitansı değerinden dielektrik sabitinin reel değeri hesaplanmaktadır. Bu hesaplamaların temeli, elektrotlar arasında hava tabakası kapasitansına karşılık gelen C_o , dielektrik malzeme yer aldığındaki kapasitansına karşılık gelen C_p değerlerine sahip olurlar. C_o kapasitansına sahip bir kondansatörün levhaları arasına bir dielektrik malzemeyle doldurulduğunda ortamın kapasitansı C_p değerine yükselir.

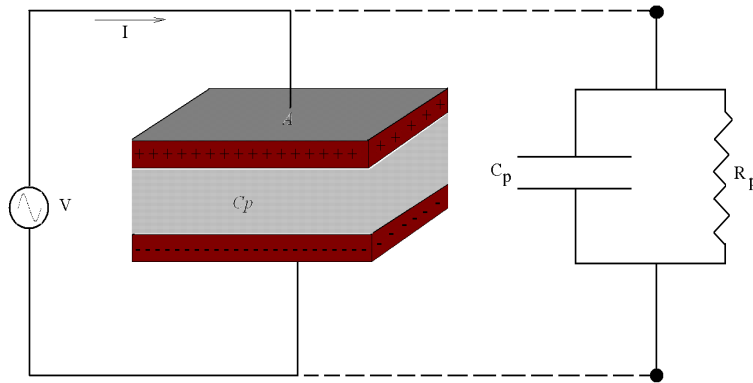
Elektrotlar arası hava tabakasının C_o kapasitansını;

$$C_o = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2.27)$$

Şeklinde ifade edilir. Burada ϵ_0 serbest uzay dielektrik sabiti (8.8542×10^{-12} F/m) ve $\epsilon_0 = 1/(c^2 \mu_0)$ ifadesindeki c ışık hızı, μ_0 serbest uzay geçirgenliği, d elektrotlar arası uzaklık, A elektrot yüzey alanıdır. Reel dielektrik sabiti $\epsilon'(w)$ açısal frekans altında bir değişken olup, bu iki değer arasındaki orantısal değere karşılık gelmektedir. Açısal frekansa bağlı kapasitanslar arası orantısal reel dielektrik sabiti fonksiyonu;

$$\epsilon'(w) = \frac{C_p}{C_o} \quad (2.28)$$

bağıntısal ilişki ile verilir.



Şekil 2.3 Dielektrik malzemenin iki elektrotlu sistemin AC beslemesi ile R_p C_p paralel eşdeğer devresi [39].

Şekildeki gibi geometrik yapıya alana alternatif akım uyguladığımızda malzemenin reel dielektrik sabiti fonksiyonu.

$$\varepsilon'(w) = \frac{C_p}{\varepsilon_o} \frac{d}{A} \quad (2.29)$$

şeklinde ifade edilir. Malzemenin imajiner dielektrik sabiti fonksiyonu;

$$\varepsilon''(w) = \frac{1}{R_p w C_o} \quad (2.30)$$

şeklinde ifade edilir. Bu durumda dielektriğin reel kısmı ile imajiner kısmının kompleks toplamı fonksiyonunu;

$$\varepsilon^*(w) = \varepsilon'(w) - j\varepsilon''(w) = \frac{-j}{2\pi f Z^*(w) C_o} \quad (2.31)$$

şeklinde olup, bu denklem kompleks dielektrik fonksiyonu olarak adlandırılır [39].

2.2 Alaşımların Manyetik Özellikleri

2.2.1 Diyamanyetizma

Açısal momentumu olan herhangi bir yüklü parçacığın daima bir manyetik momenti vardır. Atom teorisine göre, bu manyetik moment üç kaynaktan oluşur.

Bunlar sırasıyla;

- 1) Elektronun kendi eksenini etrafındaki dönme (spin) hareketinden ileri gelen “spin açısal momentumu”
- 2) Atomun en dışındaki yörünge elektronlarının çekirdek etrafındaki dolanmalarından ileri gelen “yörünge açısal momentumu”
- 3) Uygulanan manyetik alanın uyardığı yörünge açısal momentumundaki değişimlerdir.

Manyetik momentin ilk iki kaynaktan oluşmasına paramanyetizma ve bu özelliği taşıyan maddeye de paramanyetik madde denir. Manyetik momentin üçüncü kaynaktan oluşmasına diyamanyetizma ve bu özelliği taşıyan maddeye de

diyamanyetik madde denir. H_2 , N_2 , Ar, Cu, Ag, Pb gibi elementler; günlük yaşantımızda kullandığımız su, tahta, cam ve polietilen gibi maddeler diyamanyetikdir. Bir diyamanyetik madde bir dış B alanı içine koyulduğunda mıknatıslanır ve IBI ile orantılı bir M mıknatıslanması kazanır; ancak M ile B zıt yönde olur. Bu alan ortadan kaldırılırsa diyamanyetik maddenin mıknatıslanması da ortadan kalkar. Elektron kabukları dolu ve bu nedenle de net yörünge veya spin açısal momentumu sıfır olan malzemeler sadece diyamanyetik davranış göstermektedir. Diyamanyetizma taban durumunda bulunan atom dinamiğine bağlı olduğundan sıcaklığa bağlı bir olay değildir [40].

2.2.2 Diyamanyetik Malzemelerde Dipol Etkiler

Bağıl manyetik geçirgenlikleri $1'$ den biraz küçük olan maddeler diyamanyetik maddelerdir. Genellikle elektron yörüngeleri gelişigüzel yönelmiştir ve yörüngesel dipol momentler birbirini yok ederler. Fakat bir manyetik alanın varlığında, her bir atom küçük bir “fazladan” dipol momenti kazanır ve bu artımların hepsi alana antiparaleldir. Diyamanyetizmadan sorumlu olan mekanizma budur. Yani İndüklenmiş dipol momentler manyetik alana zıt olarak yönelirler. O tüm atomları etkileyen evrensel bir olgudur. Bununla birlikte tipik olarak paramanyetizmadan çok daha zayıftır ve bu yüzden genelde paramanyetizmanın bulunmadığı çift sayıda elektronu bulunan atomlarda gözlenir [41].

2.2.3 Alaşımlarda Manyetik Domoınlerin Davranışları

Ferromanyetik cisimlerin incelenmeleri göstermektedir ki atomların iç elektron yörüngelerinin bir ya da bir kaç dolu değildir ve herhangi bir atomdaki elektron spinleri (dönmeleri) dengelenmiş değildir. Örneğin; demir atomunda birinci yörüngesinde 2 elektron ve ikincide 8 elektron vardır. Üçüncü yörüngesi 18 elektron alabilir; fakat sadece 14 elektrona sahiptir ve en dış yörüngesi 2 elektrona sahiptir. Üçüncüden başka bütün yörüngelerde bir tarafa dönen elektronların sayısı öbür tarafa dönenlerin aynıdır; fakat üçüncüde bir yönde 9 elektron ve öbür yönde 4 elektron dönmektedir. Böyle bir dengelenmemiş spin demir atomunun polarize olmasına sebep olur ve ona bir manyetik moment kazandırır. Ferromanyetik cisimlerde milyonlar ya da milyarlarca atomlardan oluşmuş gruplar vardır ki dönen elektronları tarafından oluşan

manyetik alanlar ayrı bir doğrultuyu gösterecek tarzda sıralanmışlardır; bu cins mikroskopik gruplara Domen(domain) adı verilir. Bir domenin bütün atomları içinde elektronların kendi yörüngeleri boyunca hareketleri onun manyetik momentine şiddetle etkir. Mıknatıslanmamış bir ferromanyetik cisimde, bir domenin manyetik alanı komşularınıninkinden farklıdır ve küçük bir numunede bile bütün doğrultularda alanlarla pek çok domenler bulunduğu göre pratik bakımdan bileşke manyetik alan yoktur.

Cisim zayıf bir dış alana maruz kaldığında kişisel domenlerin manyetik momentleri, alanlarının doğrultularını biraz dış alanına yaklaştıracak tarzda dönerler. Keza; öbürlerine göre dış alana daha fazla yakın olarak yönelmiş bulunan bazı domenler, komşu atomların momentlerini alırlar ve bir bakımdan öbür domenlerin zararına olarak büyürler. Daha kuvvetli bir alana maruz bırakıldığı vakit, domen sınırlarının genişlemesi ile dış alana doğru daha tedrici bir yönelme ve manyetik momentlerinin daha iyi bir sıralanması meydana gelir [42].

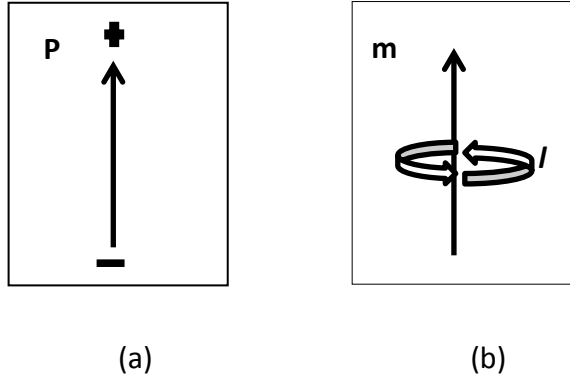
2.3 Dielektrik ve Diyamanyetik Malzemelerin Karşılaştırılması

Dielektrik malzemeler (nötr atomlar veya kutupsuz moleküllerden oluşan) içerisinde yüklerin tümü belirli atom veya moleküle bağlanmış olan malzemelerdir. Bu malzemelerde yüklerin hareketleri sınırlıdır. Bir elektrik alana maruz bırakıldıklarında alan, bunların her birinde kendisiyle aynı yönde yönelmiş çok küçük birer dipol momenti oluşturur. Eğer malzeme kutuplu yüklerden oluşmuşsa, her bir kalıcı dipol kendisini alanın yönünde hizalamaya çalışan bir torkun etkisinde kalır. Böylece çok sayıda küçük dipoller oluşmuş ve malzeme kutuplanmış olur. Birim hacim başına dipol moment kutuplanma diye adlandırılır.

Manyetik malzemeleri atomik boyutlarda incelediğimizde çok küçük akımlarla karşılaşırız. Çekirdek etrafında dönen elektronlar ve kendi eksen etrafında dönen elektronlar. Makroskopik amaçlar bakımından bu akım ilmekleri çok küçük olduklarından manyetik dipoller olarak adlandırılabilirler. Genellikle atomlar gelişigüzel yöneliminden dolayı dipoller birbirlerinin etkisini yok ederler. Çiftlenmemiş elektronu olmayan atomlarda özellikle Pauli dışarlama ilkesinin onları zıt spinli çiftler halinde

bulunmasını zorunlu kıldığından her bir elektronun oluşturduğu manyetik dipollerde yok olur. Bu özelliğe sahip malzemelere diyamanyetik malzemeler diyoruz.

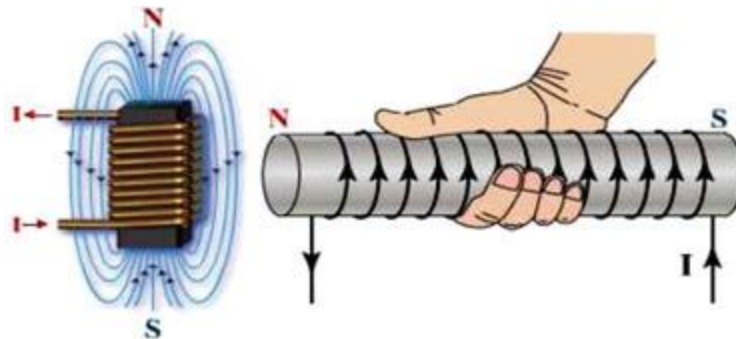
Aşağıda dielektrik malzemelerde oluşan elektrik dipol ve diyamanyetik malzemelerde oluşan manyetik dipol gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Dielektrik ve diyamanyetik malzemeler için Dipol moment (a) ve manyetik dipol moment (b).

2.4 Elektromıknatıs ile Manyetik Alan Oluşumu

İçinden akım geçen bir tel çevresinde manyetik alan oluşturur. Tek bir makaraya sarılarak içinden akım geçirilirse oluşturduğu manyetik alana benzer. Bu şekilde elde edilen düzeneklere elektromıknatıs denir. Manyetik alan, bir mıknatısın kuvvetinin etkili olduğu alandır. Bu etki, bir mıknatısın etrafına demir tozları döküldüğünde tozların kutupların bölgesinde yoğun olmak üzere mıknatısın etrafında çizgiler meydana getirmesinden anlaşılır. Bu nedenle manyetik alan, alan çizgileri ya da manyetik kuvvet çizgileri şeklinde de ifade edilmektedir.



Şekil 2. 5 Elektromıknatıs ve manyetik alanı [43].

2.5 Manyetik alanda dielektrik ve diyamanyetik malzemelerin davranışları

Diyamanyetik malzemelerde (çift sayıda elektrona sahip atomları olan) elektron yörüngeleri gelişigüzel yönelmiş ve yörüngesel dipol momentler birbirlerini yok ederler. Fakat bir manyetik alanın varlığında, her bir atom küçük bir fazladan dipol moment kazanır ve bu artışların hepsi alana zıt yöndedir. Burada oluşan tüm manyetik dipol momentlere mıknatıslanma denir. Yani birim hacim başına manyetik dipol moment mıknatıslanma olarak adlandırılır (manyetik kutuplanma). Durgun elektrikteki P kutuplanmasına benzerdir.

Dielektrik gibi başka malzemelerde bir manyetik alan tarafından etkilenir. Ancak dielektrik malzemelerde bu etki çok azdır. Yani paramanyetizma veya diyamanyetizma son derece zayıftır. Mesela bir odun parçasını bir mıknatısla alamayız.

DENEYSEL YÖNTEM VE METODLAR**3.1 Kullanılan Malzemeler**

Van İli ve civarından temin ettiğimiz KYZ -13, KYZ -24, CM 1 bazalt numunelerimiz kendi arasında sahip oldukları bileşenlere göre sınıflandırdığımızda KYZ- 13 ve KYZ- 24 örnekleri tahmini olarak günümüzden 4-6 milyon yıl önceki bir zaman aralığında oluşmuştur.

Çizelge 3. 1 Kullanılan bazalt malzemelerin kompozisyon dağılımı

Bileşik	CM1	KYZ-13	KYZ-24
SiO ₂	41.668	47.790	47.086
TiO ₂	2.0800	1.3950	1.7910
Al ₂ O ₃	13.106	16.918	17.574
Fe ₂ O ₃	13.823	10.878	11.493
MnO	0.1920	0.1630	0.1720
MgO	9.7540	7.6190	8.6710
CaO	10.602	11.357	9.9660
Na ₂ O	5.2610	3.1370	2.9340
K ₂ O	1.7370	0.5190	0.1210
P ₂ O ₅	1.7770	0.2240	0.1920
TOPLAM	100.00	100.00	100.00

CM 1 örneği ise; günümüzden tahmini olarak 100-500 bin yıl öncesindeki bir zaman aralığında oluşmuştur. Oluşum sıcaklıklarına veya tamamen erime sıcaklıklarına bir yaklaşımda bulunursak; CM 1 oluşum sıcaklığının(1200-1300°C) KYZ -13 ve KYZ -24(1100-1200°C)'den daha yüksek oldukları söylenebilir.

Bazaltların nicel ve nitel analizlerini yapmak amacıyla XRF cihazı kullanıldı. Bu ölçümler sonucunda elde edilen kompozisyonlar Çizelge 3. 1'de verilmiştir.

3.2 Örneklerin Ölçüme Hazırlanması

Elimizde bulunan ve farklı isimlerle adlandırdığımız (KYZ-13, KYZ-24, CM 1) bazalt numunelerimizi Van ilimiz ve çevresinde bulunan bazaltlardan temin edildi. Numuneler toz halinde alındı. Öncelikle aşağıda şekil (3. 2) de göstermiş olduğumuz 200 mesh'lik elek ile ayrı ayrı 5-10 dk kadar elendi. Elemiş olduğumuz numunelerimizden 1.8 gr bazalta 0.15 gr selüloz oranıyla homojen bir karışım oluşturuldu. Bu karışımlardan her bir örneğimiz için 0.600 gr miktarlardan alarak çapı 13 mm. kalınlığı 2 mm olacak şekilde pelletler oluşturuldu.



Şekil 3. 1 Elek analiz cihazı.

Burada kullanılan mesh boyutu, elek tellerinin arası boşlukların yer aldığı kare ızgaralar(enine ve boyuna eşit aralıklarla gerilmiş tellerin oluşturduğu açıklık) olarak tanımlanır. Teller arası açıklık boyutu mesh boyutu ile ters olarak değişir. Büyük mesh boyutlarında küçük açıklık boyutları bulunur.



Şekil 3. 2 Karışımların hazırlanması.



Şekil 3. 3 Pres makinası.



Şekil 3. 4 Hazırlanan peletler.

3.3 Deneyde Kullanılan Cihazlar

3.3.1 Mastersizer:

MS2000 cihazı, 0.02µm ile 2000µm geniş ölçüm aralığında ve $\pm$ %1 doğruluk oranlarında partikül boyutuna göre toz malzemeleri sınıflandırma işlemini gerçekleştirmektedir.

3.3.2 Morfolojik Analiz

Morfoloji analizinde, numune içindeki parçacık boyutu (hacim, çap, uzunluk vb.) şekli, sayısı gibi veriler elde edilir.

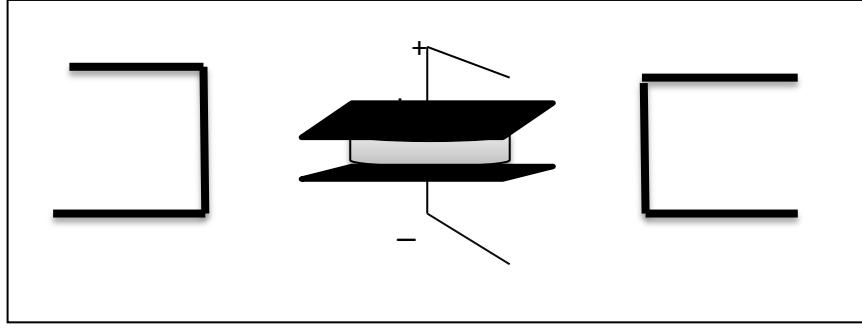
Morfoloji ölçümü sonucunda belirlenebilen parametrelerin (hacim, uzunluk, çap, alan vs.) max. min ve ortalama değerleri ile parçacıkların %10'u. %50'si. %90'ı için sayısal değerler elde edilir.

Parçacık boyutu, yapılacak çalışmanın amacına uygun olmalıdır. Örneğin; tablet yapılacaksa parçacıkların boyutlarının küçük ve şekillerinin küresele yakın olması istenir. Morfoloji ölçümünde parçacığın yapısal parametre değeri 1'e en yakın olan numune ideale yakın olmalıdır.

3.3.3 Empedans Analizör

Empedans analizörler, frekansa bağımlı olarak test altındaki bir sistemin kompleks empedansını, dielektrik sabitini ve iletkenlik gibi elektriksel parametreleri hakkında bilgi edinmemize yardımcı olur. Bizim kullandığımız cihaz "HP Empedans Analizörü frekans aralığı 100 Hz ile 15 MHz" dir.

Ayrıca malzemelerin manyetik alanla etkileşimini gözlemlemek için aşağıdaki şekil 3. 5' de gösterildiği gibi ölçümünü yapacağımız malzemeleri manyetik alanın içine yerleştirdiğimiz düzenek oluşturuldu.



Şekil 3. 5 Manyetik alan etkisini oluşturduğumuz deney düzeneği.

3.3.4 Elektromıknatis

İçinden akım geçen bir tel çevresinde manyetik alan oluşturur. Tek bir makaraya sarılarak içinden akım geçirilirse oluşturduğu manyetik alana benzer. Bu şekilde elde edilen düzeneklere **elektromıknatis** denir.

3.3.5 SEM

Madde analizi ve yaşam bilimlerindeki kullanıcıların mikroskoplardaki ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan SEM cihazının uygulama alanları aşağıdaki şekildedir:

- Doğal kaynakların morfolojisini ve mineralojisini araştırma uygulamaları
- Minerallerin ya da taşların kimyasal kompozisyonunun saptanması
- İmal edilen bileşenlerin rutin analizler sonucunda kalite standartlarına ve dayanıklılık gereksinimlerine uyup uymadığının araştırılması
- Malzemelerin sahip olduğu kusurların ve aşınma özelliklerinin saptanması
- Ateşli silah artıkları gibi kriminal kanıtların incelenmesi ve toksikoloji
- İlaç bileşenlerinin parçacık boyutu ve morfolojisinin incelenmesi
- Malzemelerin yüzey özellikleri, korozyon dayanımları, kaplama kalınlığı, parçacık boyutu, morfolojisi gibi özelliklerin belirlenmesinde kullanılır.

Bizim kullandığımız SEM cihazı;

Marka: Zeiss. Model: EVO® LS 10.

3.3.6 XRF Cihazı

Herhangi bir X-Ray kaynağından salınan X ışınları malzemedeki elektronlara çarparak onları bulundukları konumlarından uzaklaştırırlar. Bu çarpışma sonunda boşalan yere bir üst veya daha üstteki yörüngelerden elektronlar doldurur. Bu doldurma sırasında atoma özgü enerji seviyesine sahip ikincil bir X ışını salınır. Bu olaya X-Ray Flüoresans denir ve kısaca XRF olarak adlandırılır. Her elementin kendine ait bir enerji seviyesi spektrumuna sahip olduğundan elementler birbirinden kolayca ayrılabilir.

3.3.7 Termogravimetrik ve Diferansiyel Termal Analiz Cihazı (TG/DTA)

Artan sıcaklığa veya zamana bağlı olarak organik veya inorganik numunelerin bünyesinde meydana gelen termal ve gravimetrik değişimleri belirlemekte kullanılır.

Malzeme bünyesinde meydana gelen ağırlık değişimleri (su kaybı, organik madde uzaklaşması gibi) termogravimetri (TG), ekzotermik ya da endotermik reaksiyonlar sonucu meydana gelen sıcaklık değişimleri diferansiyel termal analiz (DTA) cihazı ile tespit edilir.

3.3.8 FTIR Spektroskopisi

Kızılötesi (IR) soğurma spektroskopisi bir tür titreşim spektroskopisidir; IR ışınları molekülün titreşim hareketleri tarafından soğurulmaktadır. Bu yöntem ile moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik ya da alifatik olup olmadığı belirlenebilir.

3.4 Alternatif Akım İletiminde CBH Modeli

Elektrik iletkenlik, malzeme içerisinde atomik boyutlarda yük taşıyıcılar tarafından gerçekleştirilir. Bu taşıyıcılar elektron veya elektron boşluklarıdır. Oluşturulmuş olan CBH (Correlated Barrier Hopping) Modeline göre İletim, bir Coulomb etkileşimiyle oluşan ara boşluk ile bariyer yüksekliği ilişkilendirilerek ve iki yüklü kusur durumları (D^+ ve D^-)

arasındaki potansiyel bariyerin üzerine elektronların eş zamanlı olarak sıçradığı bir e^- için polaran, iki e^- için bipolaran sıçrama sürecinde meydana gelir.

Yarıiletkenlerdeki AC iletkenlik çift yaklaşım açısından yorumlanmıştır. Bu yaklaşımda; belli bir genişleme zamanıyla birlikte aralarında elektronik taşıyıcıların hareket ettikleri sınırlandırılmış bir çift bölge içerir. Bu AC iletkenlik bütün çiftlerden gelen katkıların tümüdür. Bu birçok malzemede farklı frekanslara bağlı AC iletkenlik aşağıdaki ilişkiye göre ifade edilir;

$$\sigma_{ac} \propto \omega^s \quad s \leq 1 \quad (3.1)$$

CBH Modelinde; Yüklü kusur durumlardaki elektronlar W yüksekliğe sahip Coulomb bariyerinin üzerine sıçrarlar. Bu yükseklik şöyle ifade edilir;

$$W = W_m - (ne^2 / \pi \epsilon \epsilon_0 r) \quad (3.2)$$

W_m maksimum bariyer yüksekliği, ϵ toplu dielektrik sabiti, ϵ_0 serbest uzay geçirgenliği, r sıçrama yapılan alanlar arasındaki mesafe ve n ise bir sıçramadaki elektronların sayısıdır. Sırasıyla $n=1$ ve $n=2$ tek polaran ve bipolaran süreçlerdir.

Genişleme zamanı τ , elektronların bir uzunluk bariyerinin üzerinden sıçraması için gerekli zaman; τ_0 karakteristik genişleme zamanı. Bir atomik titreşim periyodik düzeni ve k Boltzman sabitine bağlıdır.

$$\tau = \tau_0 \exp (W / kT) \quad (3.3)$$

AC iletkenlik $\sigma_{ac}(\omega)$, yakın D^+ ve D^- çiftlerinden sıçrama kaynaklı bipolaran için şu şekilde ifade edilebilir;

$$\sigma_{ac}(\omega) = (1/6) n \pi^2 \epsilon_0 N N_p \omega (R\omega)^6 \exp (e^2 / 4 \pi \epsilon \epsilon_0 k T_g R\omega) \quad (3.4)$$

Atlama mesafesi R_w şöyle verilir;

$$R\omega = (n e^2 / \pi \epsilon \epsilon_0 W_m) [1 + k T / W_m \ln (\tau_0 \omega)]^{-1} \quad (3.5)$$

Burada N taşıyıcıların varlığında belirlenen durumun yoğunluğudur. N_p taşıyıcıların sıçramaları için belirlenmiş durumun yoğunluğudur. T_g malzemenin geçiş sıcaklığı ve

$n=2$ ve $n=2$ sırasıyla bipolaran ve tek polaran sıçramadır. Maksimum yükseklik W_m bant genişliği olarak ilişkilendirilir.

AC iletkenlik $\sigma_{ac}(\omega)$, rastgele dağıtılmış kusur merkezlerinden kaynaklanan tek polaran sıçrama için şu şekilde ifade edilebilir;

$$\sigma_{ac}(\omega) = \pi^3 \varepsilon \varepsilon_0 N N_p \omega (R\omega) / 6 \quad (3.6)$$

Burada;

$$R\omega = (e^2 / \pi \varepsilon \varepsilon_0 W_m) [1 + k T / W_m \ln (\tau_0 \omega)]^{-1} \quad (3.7)$$

Maksimum bariyer yüksekliği W_m , tek polaran sıçrama için bant genişliğinin yarısı olarak alınır.

Genel olarak AC iletkenlikleri şu şekilde ifade edilebilir;

$$\sigma_{ac}(\omega) = [\sigma_{ac}(\omega)]_s + [\sigma_{ac}(\omega)]_b \quad (3.8)$$

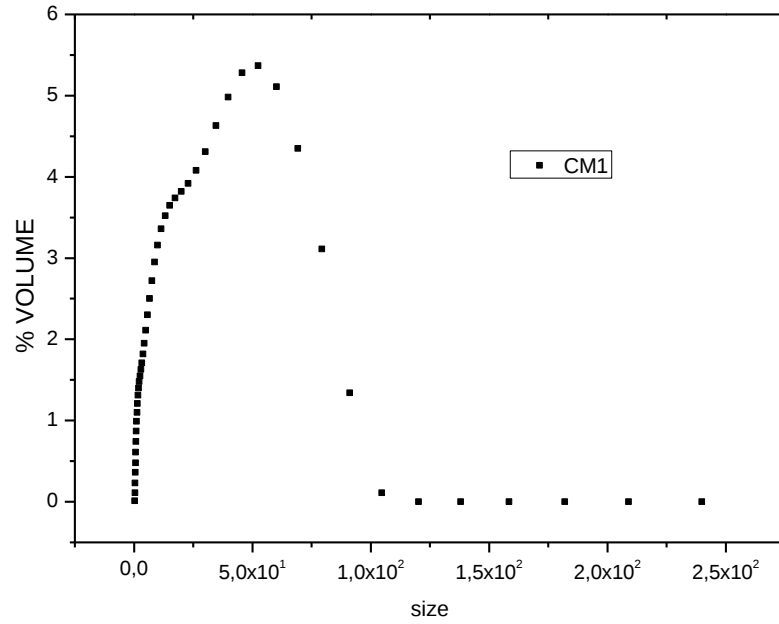
Burada $[\sigma_{ac}(\omega)]_s$ ve $[\sigma_{ac}(\omega)]_b$ sırasıyla tek polaran için rastgele dağılan kusurlu durumlarda sıçrama kaynaklarının ve kusurlu durumların rastgele olmayan dağılımından bipolaron atlama kaynaklı AC iletkenlikleridir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1 Mastersizer Sonuçları

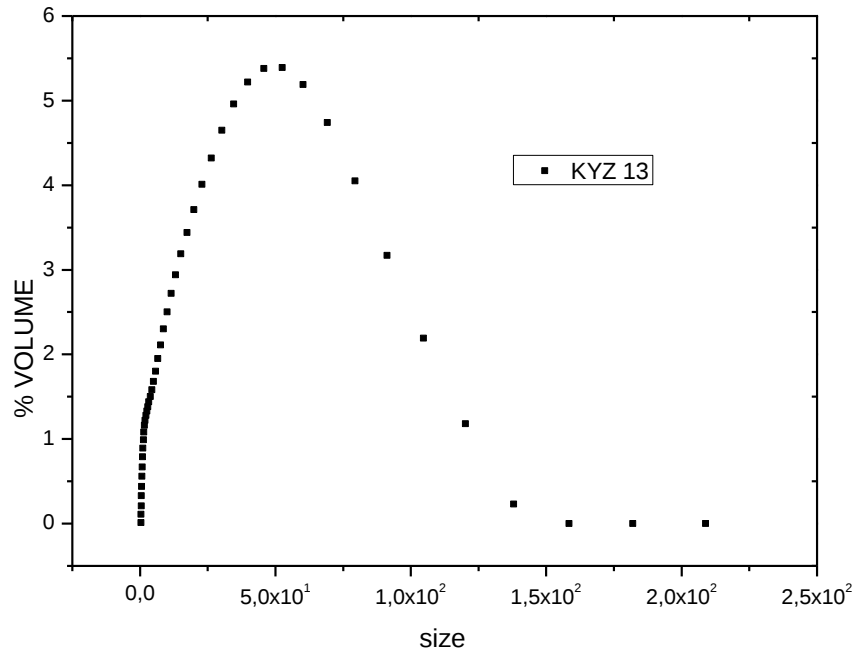
Yapılan mastersizer ölçümlerin sonuçları ayrı ayrı verilmiştir:

CM 1: Numune içerisindeki parçacıkların %10'u $2.013 \mu\text{m}$ 'den; %50'si $17.648 \mu\text{m}$ 'den. %90'ı $58.438 \mu\text{m}$ den küçüktür.



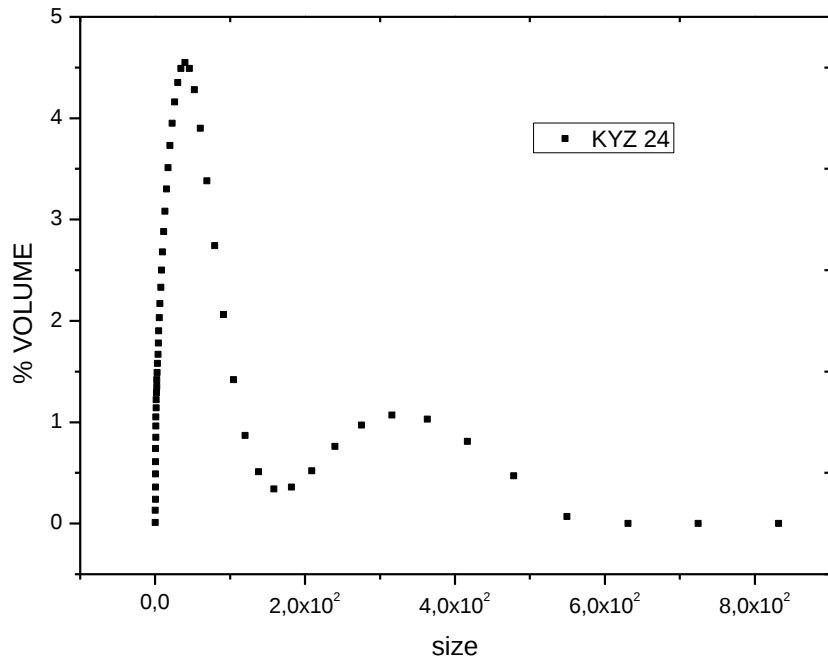
Şekil 4. 1 CM 1 örneğinin parçacık boyut grafiği

KYZ-13: Numune içerisindeki parçacıkların %10'u 2.249 μm 'den; %50'si 23.429 μm 'den, %90'ı 71.010 μm den küçük.



Şekil 4. 2 KYZ-13 örneğinin parçacık boyut grafiği.

KYZ-24: Numune içerisindeki parçacıkların %10'u 2.092 μm 'den; %50'si 21.054 μm 'den; %90'ı 85.833 μm den küçük. KYZ-24'ün içerisinde 100-480 μm boyutunda parçacıklarda bulunmaktadır.



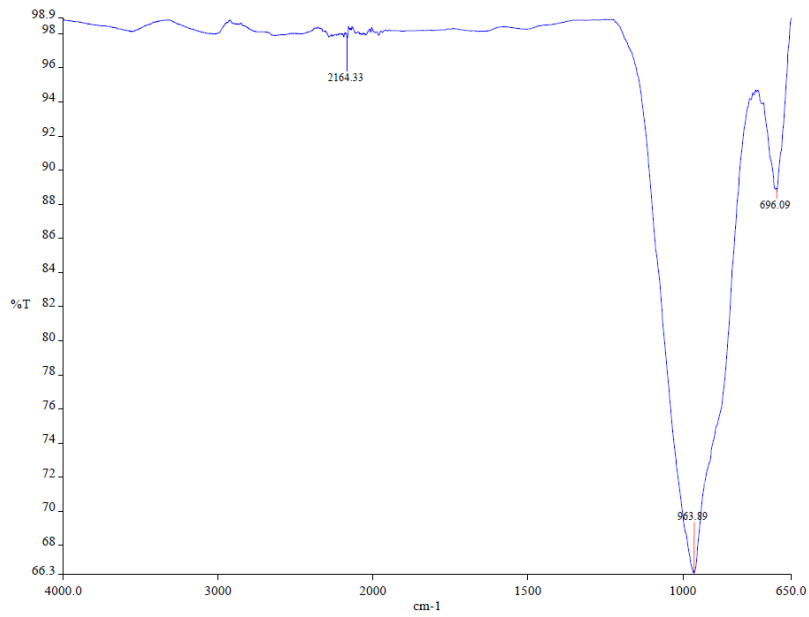
Şekil 4. 3 KYZ-24 örneğinin parçacık boyut grafiği.

4.2 FTIR sonuçları

FTIR ölçümü bittikten sonra cihaz elde ettiğimiz grafiği kullanarak kendi kütüphanesinden numune içinde olabilecek malzemeler ile ilgili bir tahmini bir sonuç veriyor. CM 1. KYZ-13. KYZ-24 kodlu bazalt kimyasalların FTIR analizleri $650\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ aralığında yapılmıştır.

CM 1 Numunesinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

CM 1 numunesi için cihazın verdiği sonuca göre numune içinde; ZrSiO_4 , Nb_2O_5 , SrTiO_3 , SiO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO bulunuyor. Elde ettiğimiz FTIR spektroskopisindeki piklerin hangi malzemeye karşılık geldiğini belirlemek için yapılan literatür araştırmasına göre;



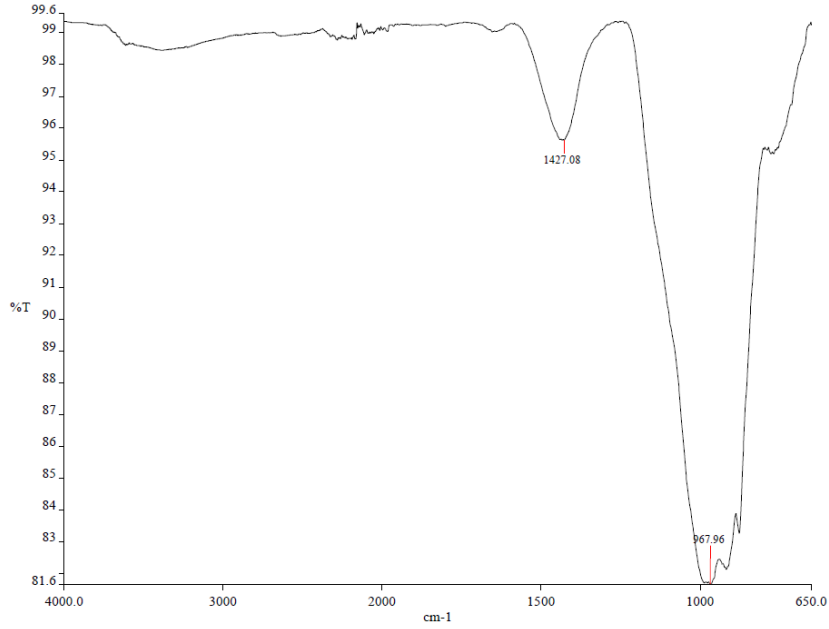
Şekil 4. 4 CM 1 bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği.

- Grafikteki 2164.33 cm^{-1} piki literatür araştırmasında Mg-C bağına karşılık gelmekte.
- Grafikteki 963.89 cm^{-1} piki literatürde Cu-CO bağına karşılık gelmekte.
- Grafikteki 696.09 cm^{-1} piki literatürde $x\text{Cu}_2\text{O}-(100-x)\text{MoO}_3$ karışımının transmisyon spektrumunda görülmüştür. Bizim numunemizde de Cu ve Mo mevcuttur.

KYZ-13 Numunesinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

KYZ-13 numunesi için cihazın verdiği sonuca göre numune içinde; BaMoO₄. Co₃O₄. Nb₂O₅. Mg Si. Fe. SiO₄ bulunuyor. Elde ettiğimiz FTIR spektroskopisindeki piklerin hangi malzemeye karşılık geldiğini belirlemek için yapılan literatür araştırmasına göre;

- Grafikteki 1427.08 cm⁻¹ piki literatürde SrTiO₃'ün FTIR spektroskopisine karşılık gelmektedir.
- Grafikteki 967.96 cm⁻¹ piki literatürde Si-O bağına karşılık gelmektedir.



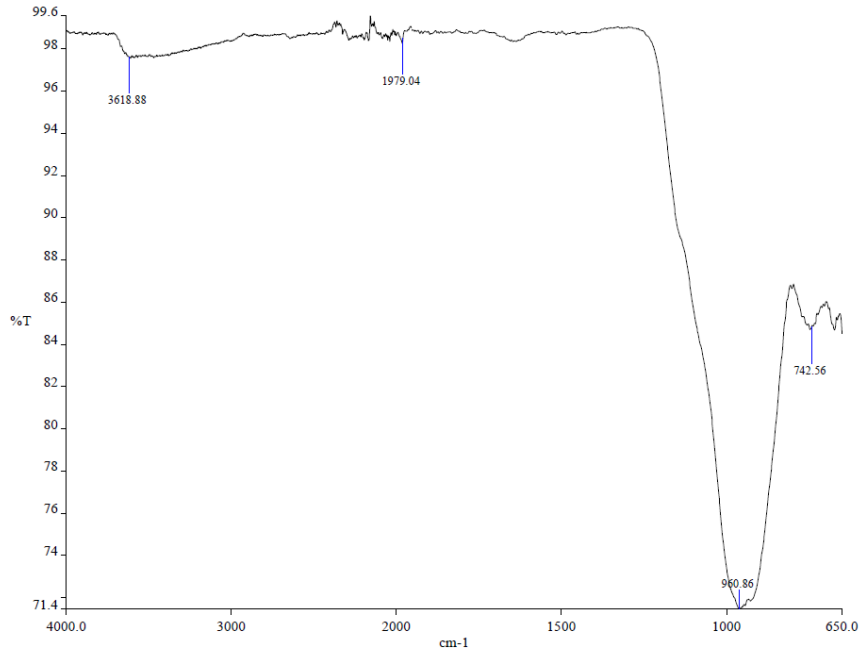
Şekil 4. 5 KYZ-13 bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği.

KYZ-24 Numunesinin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

KYZ-24 numunesi için cihazın verdiği sonuca göre numune içinde; Na. Ca. Al. Si. Nb₂O₅. Co₃O₄. As₂O₃. BaMoO₄. TiN. Decamethyltetrasiloxane [(CH₃)₃SiO[Si(CH₃)₂O]₂ Si(CH₃)₃]. Dimethyl2-Hydroxyethylphosphonate (C₄H₁₁O₄P) bulunuyor. Elde ettiğimiz FTIR spektroskopisindeki piklerin hangi malzemeye karşılık geldiğini belirlemek için yapılan literatür araştırmasına göre;

- Grafikteki 3618.88 cm⁻¹ piki literatürde Si-OH bağına karşılık gelmektedir.

- Grafikteki 1979.04 cm^{-1} piki literetürde Pt-Ru alaşımının FTIR spektroskopisine karşılık gelmektedir.
- Grafikteki 960.86 cm^{-1} piki literetürde Ti-O bağına karşılık gelmektedir.
- Grafikteki 742.56 cm^{-1} piki literetürde $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}30\text{Li}_2\text{O-}68\text{P}_2\text{O}_5\text{-}x\text{MoO}_3$ cam sisteminin kızıl ötesi soğurma spektrumunda P-O-P halkalarına karşılık gelmektedir.



Şekil 4. 6 KYZ-24 Bazalt kimyasalın FTIR analiz grafiği.

Sonuç olarak elde edilen FTIR sonuçlarından numunelerin içerisinde SiO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , As , Ba vb. bileşik ve elementlerin olduğu görülmektedir.

4.3 TG/DTA Sonuçları

Bizim numunelerimizin bileşiminde bulunan malzemelerin erime sıcaklıkları aşağıdaki tablolardaki gibidir:

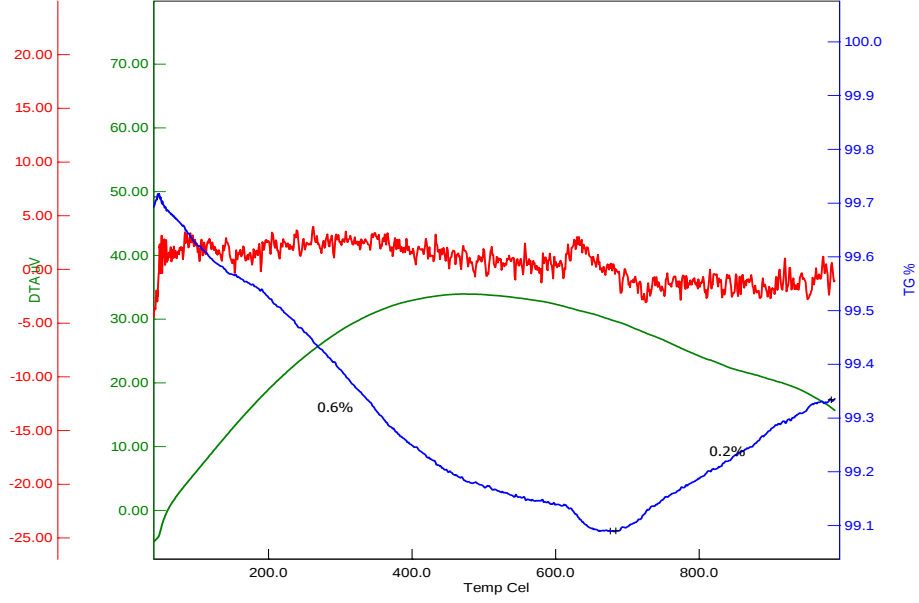
Çizelge 4. 1 Bazalt numunelerin bileşimindeki malzemelerin erime sıcaklıkları.

Bileşik	Erime Sıcaklığı (°C)	Bileşik	Erime Sıcaklığı (°C)	Bileşik	Erime Sıcaklığı (°C)	Bileşik	Erime Sıcaklığı (°C)	Bileşik	Erime Sıcaklığı (°C)
SiO ₂	1600	TOT/C	-	Ga	29.77	Pr	930.8	Yb	818.8
TiO ₂	1843	TOT/S	-	Rb	39.48	Nd	1021	Lu	1663
Al ₂ O ₃	2072	LOI	-	Sr	768.8	Sm	1074	Hf	2231
Fe ₂ O ₃ ^{TOT}	1566	Sc	154	Y	1522	Eu	826	Ta	3020
MnO	1945	V	1910	Zr	1855	Gd	1312	Pb	327.5
MgO	2852	Th	1755	Nb	2469	Tb	1356	U	1132
CaO	2613	Co	1495	Ba	727	Dy	1412	W	3422
Na ₂ O	1132	Ni	1455	Cs	28.44	Ho	1461	Sn	231.9
K ₂ O	350	Cu	1085	La	920	Er	1529	Mo	2623
P ₂ O ₅	340	Zn	419.5	Ce	795	Tm	1545	As	816.8

Yaptığımız TG-DTA ölçümü 20-1000°C aralığındadır.

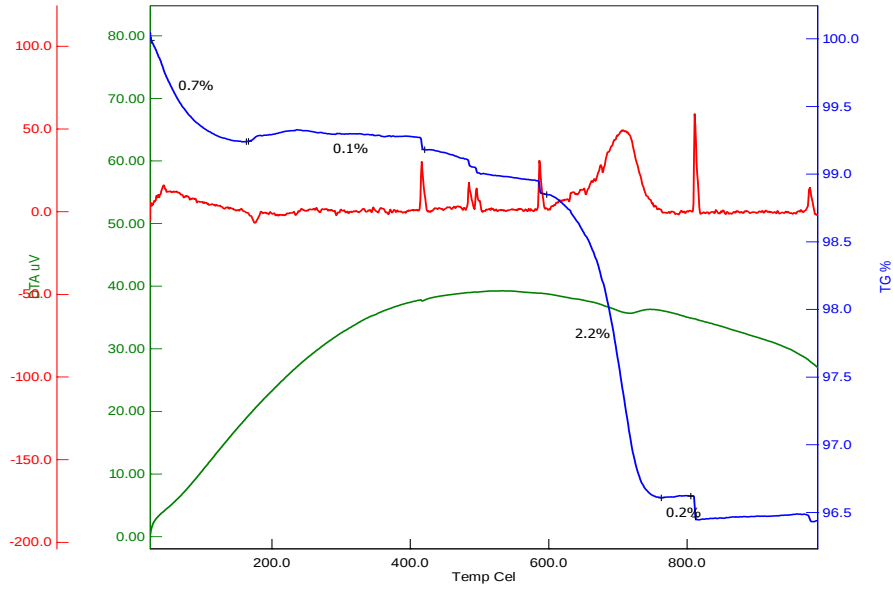
1) CM 1 numunesinin tg-dta ölçüm değerlendirmesi:

8.075 mg CM 1 numunesi kullanılarak ölçüm yapılmıştır. 33-625°C arası numunenin kütlesinde sıcaklığa bağlı olarak kayıp meydana gelmiştir. Bu kayıp numune içerisinde bulunan ve erime sıcaklıkları 600°C'nin altında K₂O, P₂O₅, Zn, Ga, Rb, Cs ve erime sıcaklığı daha yüksek olan malzemelerin yapılarında meydana gelmeye başlayan bozulmadan kaynaklanmıştır. 625-670°C arasında sıcaklığa bağlı kütledeki azalma devam etmektedir. 33-670°C arasında numunede %0.6'lık bir kütle kaybı meydana gelmiştir. 670-1000°C arasında ise numunenin kütlesinde oksitlenmeden kaynaklandığı düşünülen %0.2'lik bir kütle artış meydana gelmiştir. Ölçüm esnasında ekzotermik reaksiyon meydana gelmiştir.



Şekil 4. 7 CM 1 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği.

2) KYZ-13 numunesinin TG-DTA ölçüm değerlendirmesi:



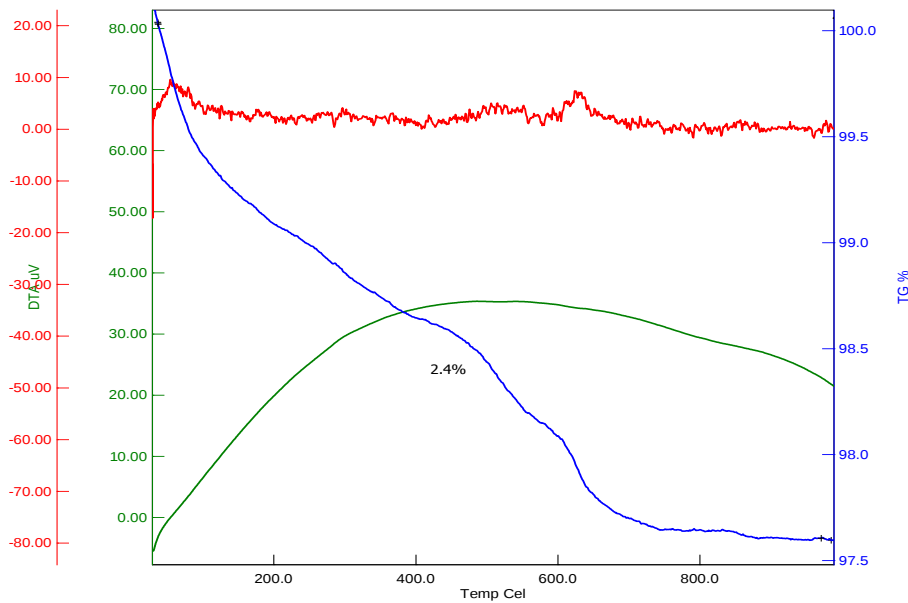
Şekil 4. 8 KYZ-13 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği.

7.378 mg KYZ-13 numunesi kullanılarak ölçüm yapılmıştır. 24-170 °C arası numunenin kütlesinde sıcaklığa bağlı olarak %0.7'lik kayıp meydana gelmiştir. 170-415 °C arasında hemen hemen bir kütle kaybı meydana gelmemiştir. Bu sıcaklık aralığında numune ısı

almıştır. 584-750 °C arası numunenin kütlesinde sıcaklığa bağlı olarak %2.2'lik kayıp meydana gelmiştir. 750-810° C arasında numunenin kütlesinde bir kayıp oluşmamıştır. 810-815° C arası numunenin kütlesinde sıcaklığa bağlı olarak %0.2'lik kayıp meydana gelmiştir. 815-978 °C arasında numunenin kütlesinde bir kayıp oluşmamıştır. Ölçüm esnasında ekzotermik reaksiyon meydana gelmiştir.

3) KYZ-24 numunesinin TG-DTA ölçüm değerlendirilmesi:

4.409 mg KYZ-24 numunesi kullanılarak ölçüm yapıldı. 28-740°C arası numunenin kütlesinde sıcaklığa bağlı olarak %2.4'lik kayıp meydana gelmiştir. 740-988 °C arasında ise arasında hemen hemen bir kütle kaybı meydana gelmemiştir. Ölçüm esnasında ekzotermik reaksiyon meydana gelmiştir.



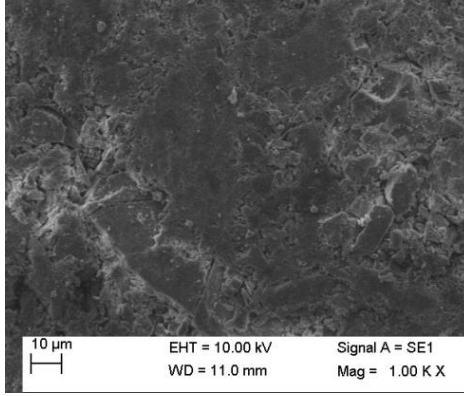
Şekil 4. 9 KYZ-24 Bazalt numunesinin TG-DTA ölçüm grafiği

Analiz yaptığımız cihaz maksimum 1000 °C' ye kadar çalıştığı için ve numune içerisinde erime sıcaklığı 2000 °C' ye kadar olan malzemeler olduğu için numunenin tamamı tükenmemiştir.

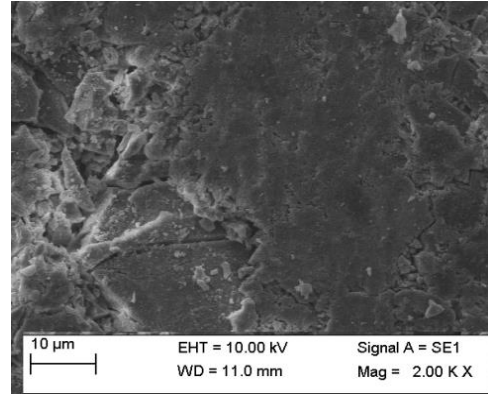
4.4 SEM Sonuçları

SEM Cihazını Kullanarak her malzeme için oluşturmuş olduğumuz pelletlerin (KYZ-13. KYZ-24 ve CM 1) farklı uzaklıklarda yüzey analizleri yapılmıştır ve aşağıda gösterilmiştir;

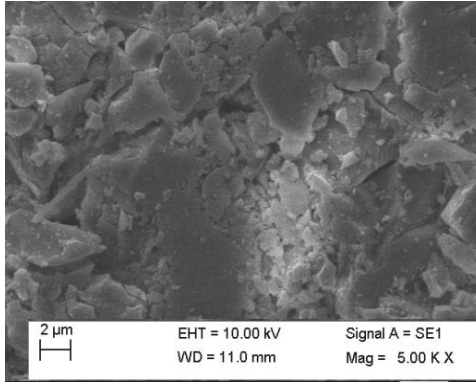
- KYZ-13 için SEM Görüntüleri



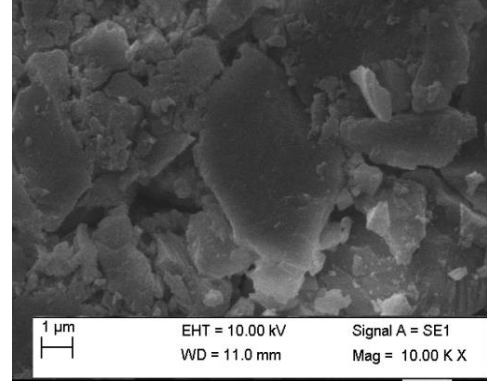
(a)



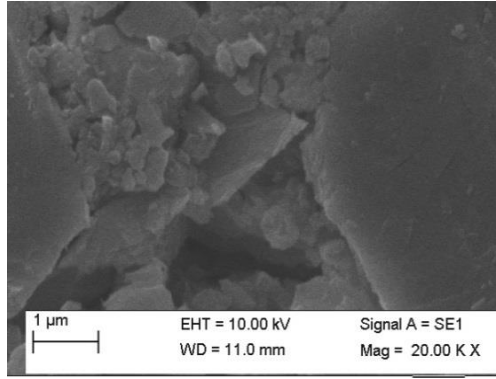
(b)



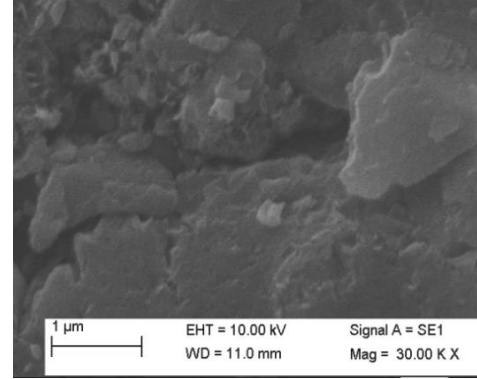
(c)



(d)



(e)



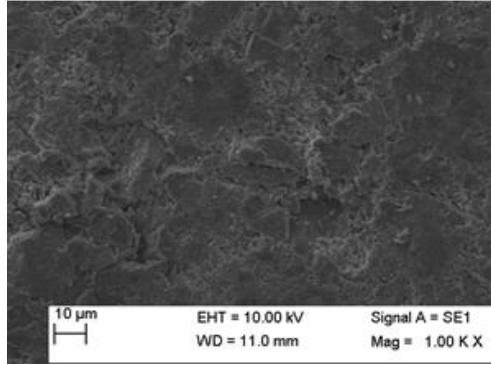
(f)

Şekil 4. 10 KYZ-13 Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için SEM görüntüleri: (a;1.00kx. b;2.00kx. c;5.00kx. d;10.00kx. e;20.00kx. f;30.00kx).

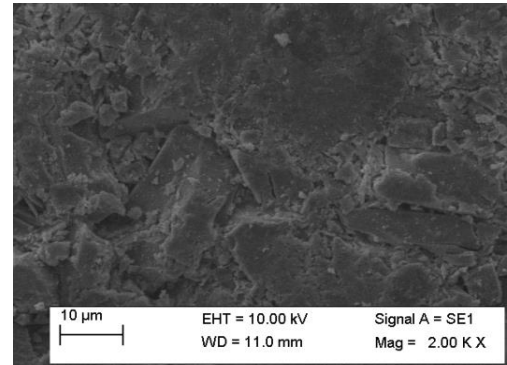
Farklı büyötmelerde elde edilen KYZ-13 Bazalt örneğinin; SEM görüntülerinden de görüldüğü gibi yüzey yapılarında farklı kompozisyonları iç içe girdiği görölmektedir.

Burada ki homojenliğin oluşmaması farklı kompozisyonlara bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 4.10)

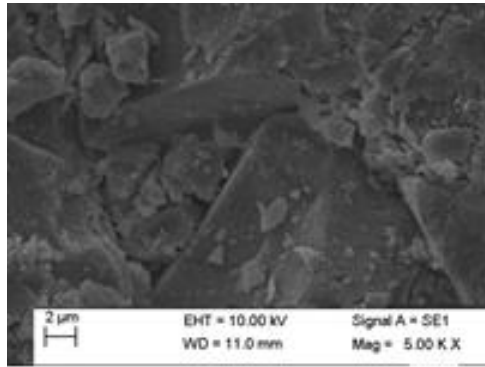
- **KYZ-24 için SEM Görüntüleri**



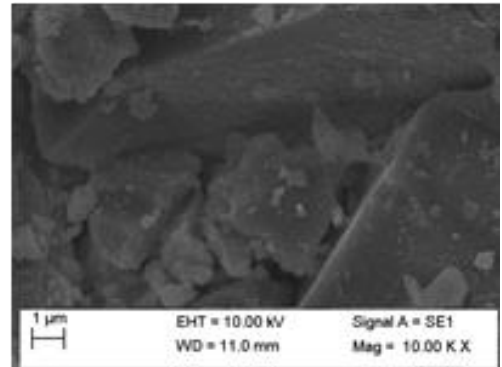
(a)



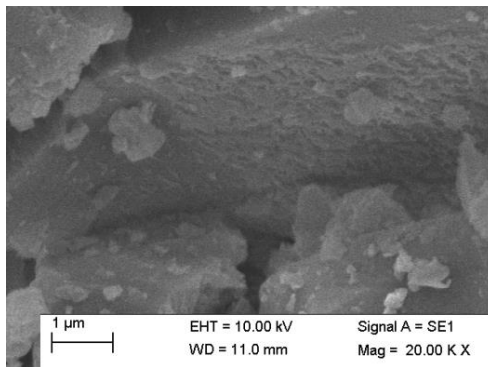
(b)



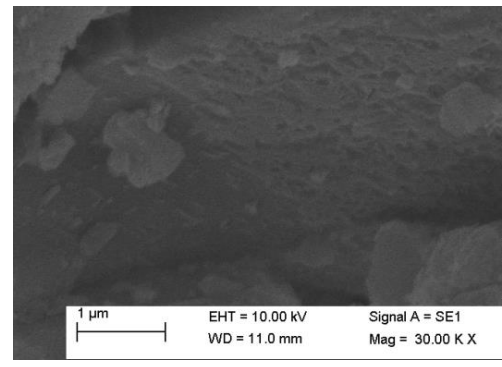
(c)



(d)



(e)

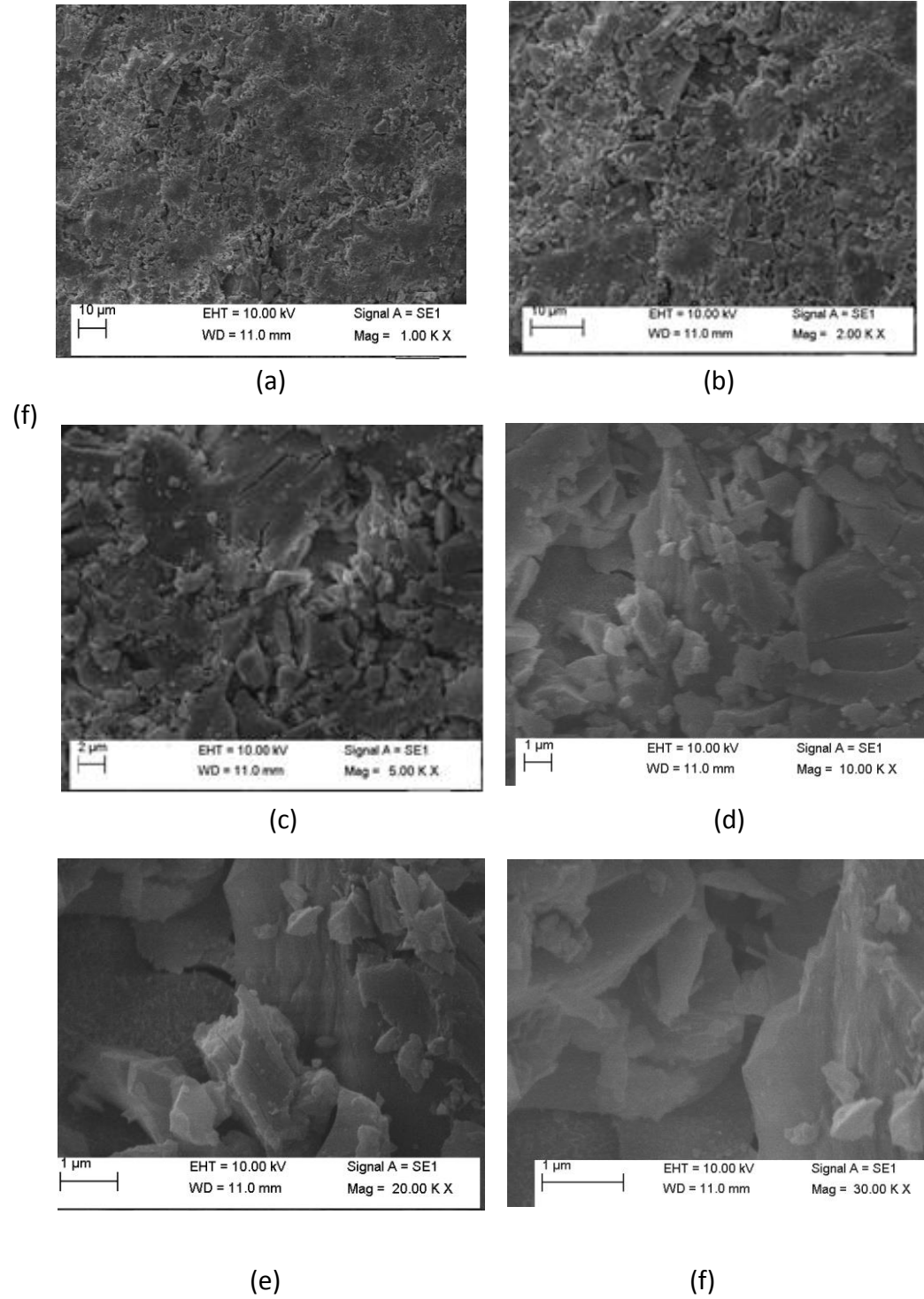


(f)

Şekil 4. 11 KYZ-24 Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için SEM görüntüleri: (a;1.00kx. b;2.00kx. c;5.00kx. d;10.00kx. e;20.00kx. f;30.00kx).

Benzer şekilde KYZ24 Bazalt örneğinde de farklı kompozisyonların iç içe girdiği görülmektedir. Homojen dağılım bu örnekte de görülmemektedir (Şekil 4.11).

- CM1 için SEM Görüntüleri:



Şekil.4.12 CM 1 Bazalt numunesinin farklı uzaklıklar için sem görüntüleri: (a;1.00kx. b;2.00kx. c;5.00kx. d;10.00kx. e;20.00kx. f;30.00kx).

Ayrıca CM1 Bazalt örneğinin de farklı kompozisyonlara sahip özelliğinden kaynaklı homojen olmayan bir dağılım görülmektedir (Şekil 4.12).

4.5 Morfoloji Sonuçları

CM 1, KYZ-13 ve KYZ-24 numuneleri için yapılan morfoloji ölçümünde elde edilen değerler:

Çizelge 4. 2 Bazalt numunelerin morfoloji analiz değerleri.

Örnekler	Ortalama çap (μm)	Parçacıkların %90'ının sahip olduğu çap değeri
CM 1	0.882	0.972
KYZ-13	0.870	0.968
KYZ-24	0.889	0.972

Çizelge 4. 3 Bazalt numunelerin morfoloji uzunluk analiz değerleri.

Örnekler	Ortalama uzunluk (μm)	Parçacıkların %90'ının sahip olduğu uzunluk değeri
CM 1	16.71	33.24
KYZ-13	13.33	26.14
KYZ-24	11.11	20.97

Çizelge 4. 4 Bazalt numunelerin morfoloji hacim analiz değerleri.

Örnekler	Ortalama hacim (μm^3)	Parçacıkların %90'ının sahip olduğu hacim değeri
CM 1	8153	6354
KYZ-13	4121	2926
KYZ-24	1734	1642

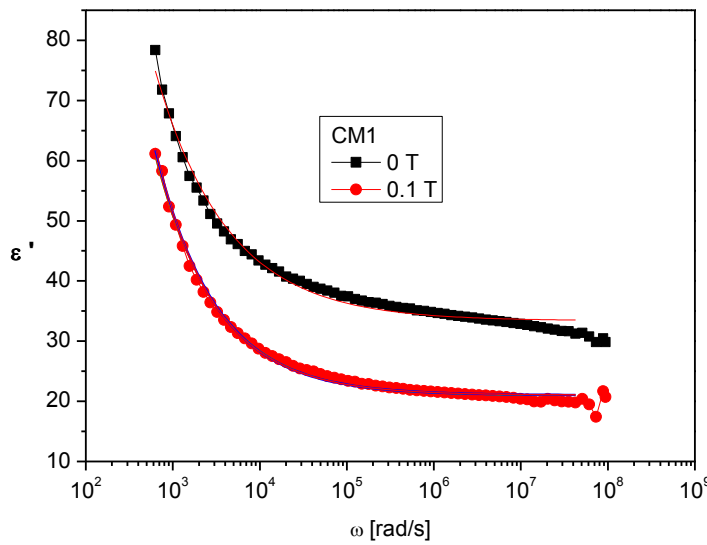
Yapılan ölçüm sonucu elde edilen verilerde parçacık boyutu ve yapısal değeri en küçük olan numune KYZ-24' dür.

4.6 Empedans Analizi Sonuçları

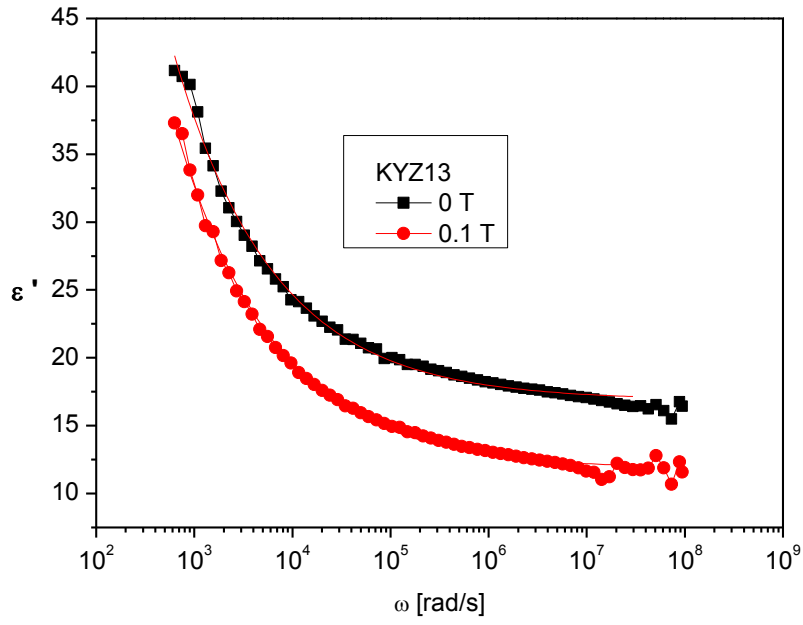
Bir malzemede polarizasyon olayının durumu dielektrik sabitiyle gösterilmektedir. Polarizasyon derecesi malzemede oluşan ve dış elektrik alanının etkisiyle yönlendirilen dipollerin yoğunluğuna bağlıdır. Bu yapılan çalışmada kullanılan malzemelerin (CM 1, KYZ-13, KYZ-24) dielektrik sabitlerinin artan frekansla azaldığı görülmüştür. Bunun

nedeni polarizasyonun etkisidir. Frekans arttıkça dipollerin etkisi artacağından polarizasyon meydana gelmiş ve dielektrik sabitinde düşüş görülmüş ve belli bir frekans değerinden sonra sabit kalmıştır.

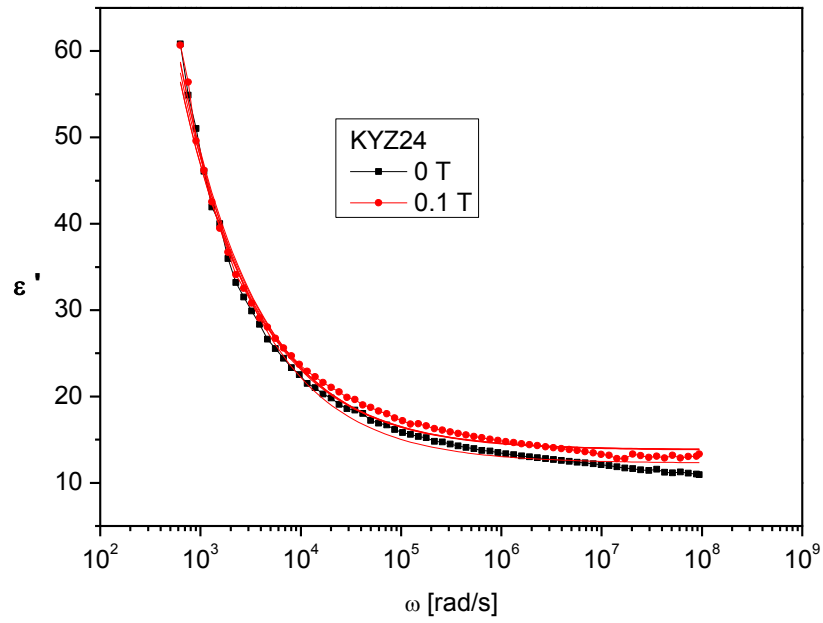
Oluşturmuş olduğumuz deney düzeneğinde (şekil 3. 5) malzemelerin manyetik alanla etkileşimi incelendi. Malzemeler şekil 4. 13, şekil 4. 14 ve şekil 4. 15' te gösterildiği gibi 0.1 Tesla (1000 Gauss) büyüklüğündeki manyetik alan altında dielektrik sabit değerlerindeki değişim ayrı ayrı çizilmiştir. CM 1 ve KYZ-13 de belirgin bir etkileşim söz konusuken KYZ-24 bu etkileşimde oldukça zayıf kalmıştır. Böyle bir durumun oluşmasının nedeni, örneğin içeriğinde manyetik elementlerin düşük oranından kaynaklandığı söylenebilir. KYZ-24 örneğinin Al_2O_3 oranının en yüksek olmasından dolayı manyetik alandan fazla etkilenmediği görülmektedir. Bu malzemenin manyetik alanda dipol yönelim etkisine katkı yapmadığını Şekil 4.15'te görülmektedir.



Şekil 4.13 CM 1 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi.

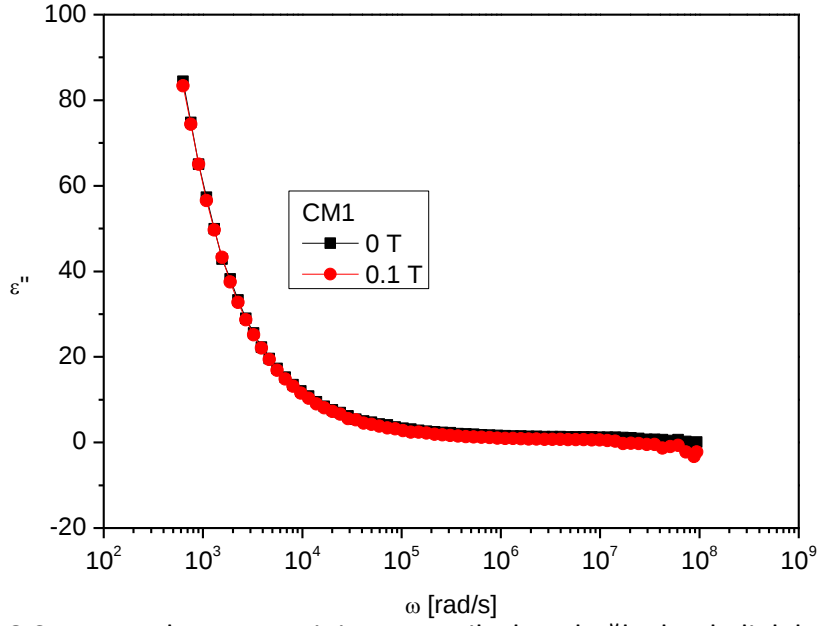


Şekil 4.14 KYZ-13 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi.

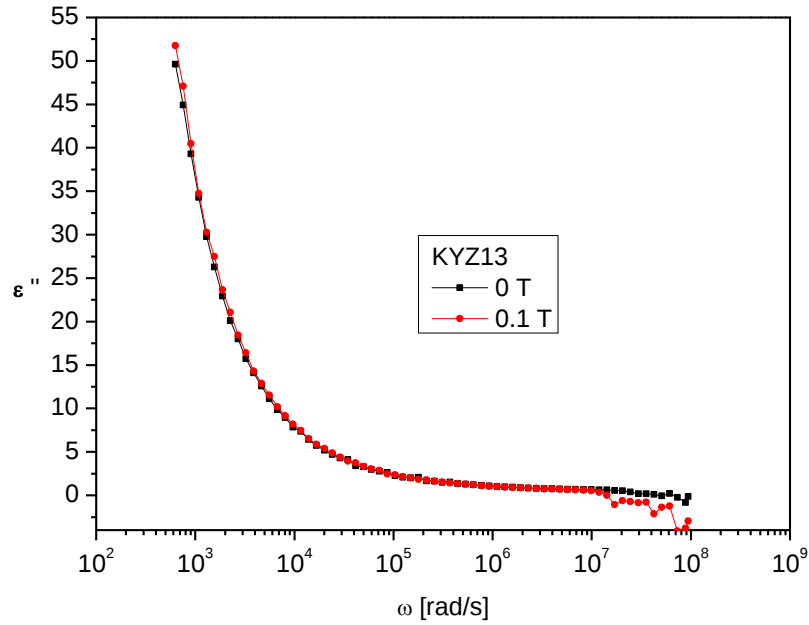


Şekil 4.15 KYZ-24 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin frekansa bağlı değişimi.

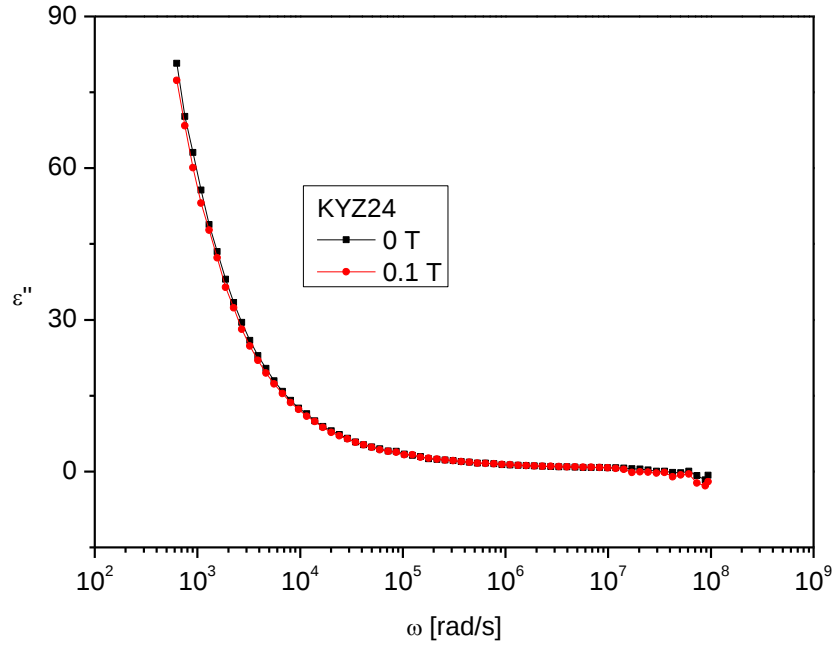
Dielektrik sabitinin sanal kısmı dielektrik kayıp olarak ifade edildiğini daha önce belirtmiştik. Alternatif bir voltaj uygulandığında önemli miktarda ısı oluşur. Açığa çıkan ısı frekans ile artar. Bunun nedeni, uygulanan elektrik alanın değişen yönüne göre yönelecek olan dipollerin ve moleküllerin birbirine sürtünmeleridir. Her üç malzeme için şekil 4. 16, şekil 4. 17 ve şekil 4. 18' e baktığımızda dielektrik kayıp faktörü (ϵ'') manyetik alanla etkileşimi oluşmamaktadır.



Şekil 4.16 CM 1.Bazalt numunesinin manyetik alana bağlı olarak dielektrik sabitinin sanal kısmının açısal frekansa bağlı değişimi.



Şekil 4.17 KYZ-13 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitini sanal kısmının açısal frekansa bağlı değişimi



Şekil 4.18 KYZ-24 Bazalt numunesinin manyetik alanın varlığında dielektrik sabitinin sanal kısmının açısal frekansa bağlı değişimi.

Örneklerimizin dielektrik güç değerlerini manyetik alan uygulandığı ve manyetik alan uygulanmadığı zaman ortaya koymak için dielektrik sabitlerinin frekansa bağlı değişim grafiklerinden elde edildi. Bu değerler bizim hem dielektrik güç değerleri hem de manyetik alan ile davranışları ortaya kondu. Malzemelerin çizilmiş olduğu şekil 4. 13, şekil 4. 14 ve şekil 4.15' den her biri için ayrı ayrı dielektrik sabitlerinin ilk ve son değerleri okundu ve aşağıdaki çizelge 4. 5 elde edildi.

Çizelge 4. 5 Bazalt numunelerin dielektrik sabitlerinin değerleri

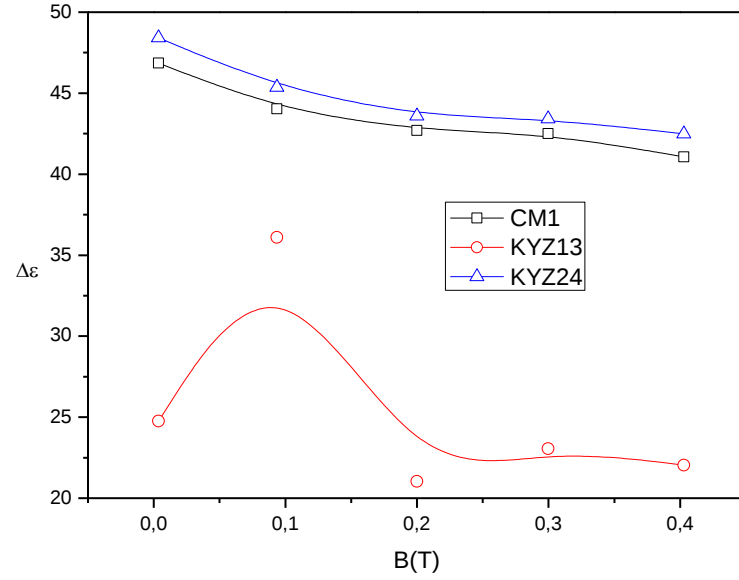
	CM 1		KYZ-13		KYZ-24	
B(Tesla)	ϵ_i	ϵ_∞	ϵ_i	ϵ_∞	ϵ_i	ϵ_∞
0	78.38	29.84	41.17	16.42	60.83	12.41
0.1	78.38	29.84	51.75	15.66	60.67	15.3
0.2	63.45	20.75	38.97	17.94	58.9	15.31
0.3	64.17	20.76	41.04	17.99	58.7	15.29
0.4	62.53	20.77	40.02	17.99	57.77	15.29
0	78.38	29.84	41.17	16.42	60.83	12.41

Bu çizelgeden $\Delta\epsilon = \epsilon_i - \epsilon_\infty$ formülünden faydalanarak malzemelerimizin dielektrik güç değerlerini hesaplayarak şekil 4. 19' deki grafik elde edildi. Bu grafikte gördüğümüz gibi dielektrik gücü en yüksek olan KYZ-24 olup uygulanan manyetik alan artışı ile bu değeri zayıflamakta olduğu görülmüştür. Dielektrik güç değeri bakımından en zayıf KYZ-13 olup, manyetik alan uygulandığında dipol etkisi artışına bağlı olarak bu değer 0.1T'de artmakta ve daha yüksek alanlarda düşürdüğü görülmektedir. Bu durum dipol yapısının manyetik alan ile yapısındaki manyetik malzeme katkısından güçlendirdiği ve dolayısı ile dielektrik güç değerlerinin zayıflattığı görülmektedir. Bu bakımdan en iyi dielektrik güç bakımından KYZ-24 olup, CM1 bundan bir derece zayıf dielektrik güce sahip malzemedir.

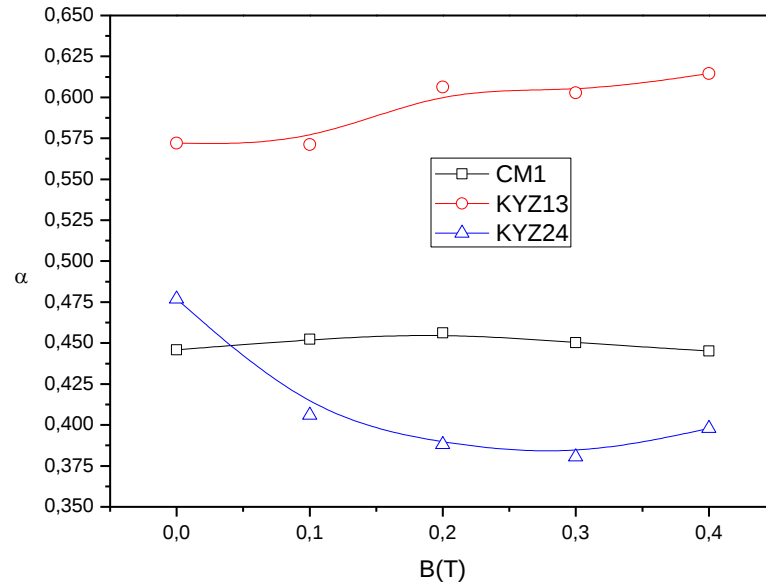
CM1, KYZ-13 ve KYZ-24 örneklerinin soğurma katsayıları ve durulma zamanı deneysel olarak elde edilen reel dielektrik sabiti değişimleri Şekil 4. 13, Şekil 14. 15 grafiklerinin denklem 4.1 yardımı ile Orgin Lab 8 programından fit edilerek elde edildi.

$$\epsilon'(\omega) = \left[\epsilon'_{high\ freq.} + (\epsilon'_{low\ freq.} - \epsilon'_{high\ freq.}) \frac{1 + (\omega\tau)^{1-\alpha} \sin \frac{1-\alpha\pi}{2}}{1 + 2(\omega\tau)^{1-\alpha} \sin \frac{1-\alpha\pi}{2} + (\omega\tau)^{2(1-\alpha)}} \right] \pi r^2 \quad (4.1)$$

Burada ϵ_i ve ϵ_∞ düşük ve yüksek frekans dielektrik sabitleridir. α ($0 < \alpha \leq 1$) soğurma katsayısı ve τ durulma sabitidir. Eğer α değeri sıfır ise Debye type özellik gösterirken, $0 < \alpha < 1$ arasından bir değer alıyorsa non-Debye tipi özellik sergiler [44].



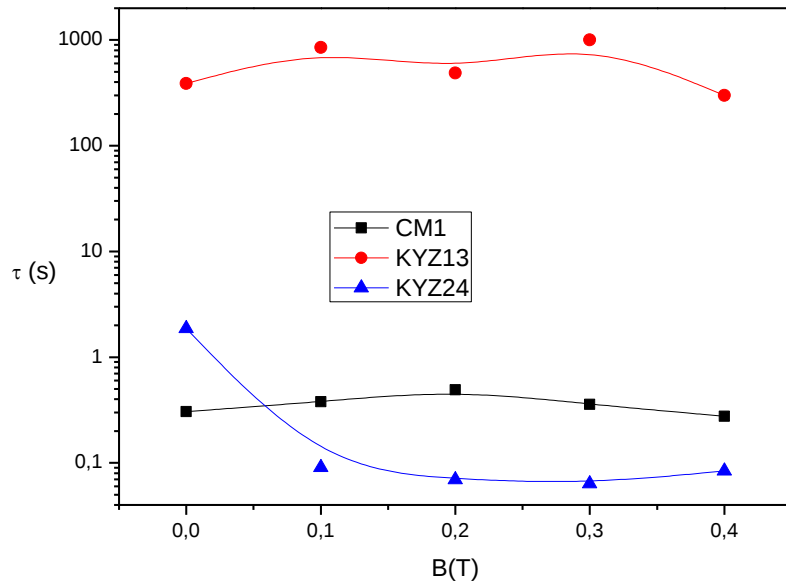
Şekil 4.19 Bazalt numunelerinin dielektrik gücünün manyetik alana bağlı değişimi.



Şekil 4.20 Bazalt numunelerinin soğurma katsayısının manyetik alana bağlı değişimi.

Malzemelerin, uygulanan manyetik alanın artışıyla soğurma katsayıları hesaplandı ve yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi CM 1 ile KYZ-13 örnekleri dielektrik noktasında zayıf olup non-Debye tipi özellik gösterdiler. Bu durum onların yapısal özelliklerinden kaynaklıdır. Yapıda Al_2O_3 oranı düşük ve manyetik bileşikler oranının fazla olmasına bağlı olduğu düşünüldü.

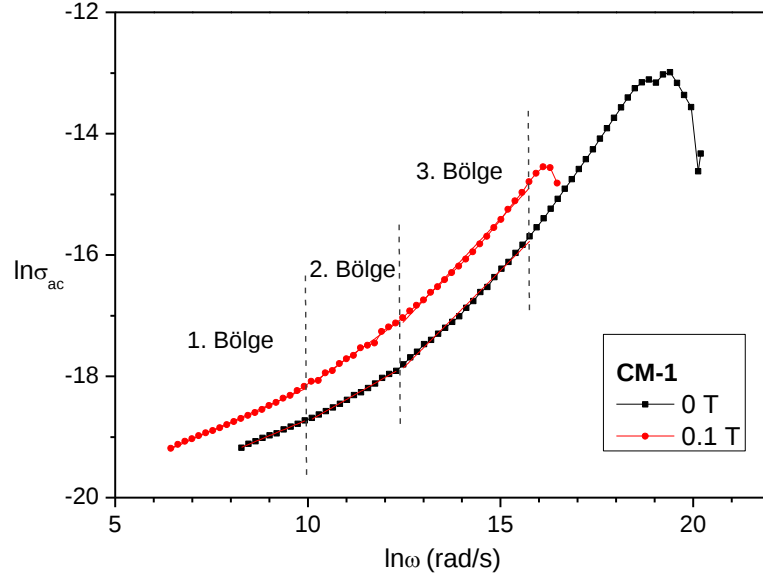
Durulma zamanını değerlendirdiğimizde ise aşağıdaki şekil 4. 19' da görüldüğü gibi artan manyetik alan etkisinde KYZ-13 ve CM 1 yüksektir. Bundan dolayı bu iki örneğin manyetik sensör ya da manyetik soğurma olarak daha geniş frekansta çalışma olanağı sağladığı düşünülmektedir. KYZ-24 ise diğer iki örneğe nazaran oldukça düşük durulma zamanına sahiptir.



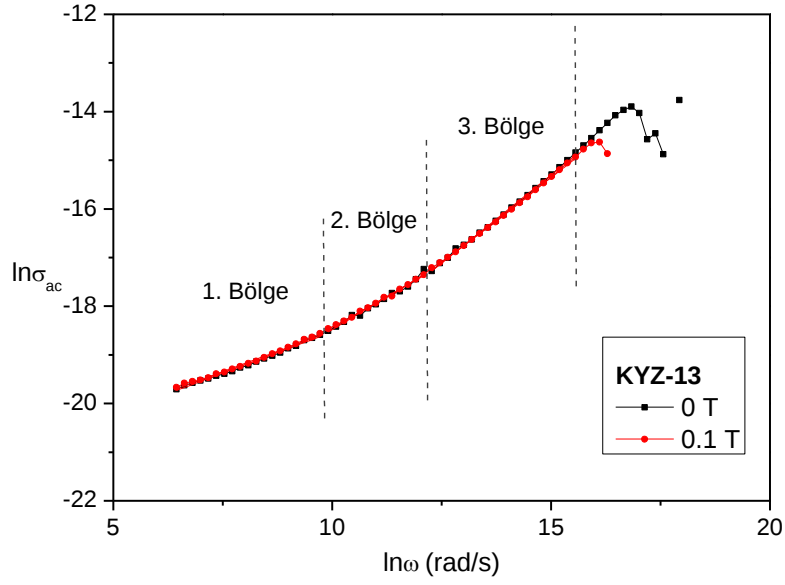
Şekil 4.21 Bazalt numunelerinin durulma zamanı manyetik alana bağlı değişimi.

Malzemelerin iletkenliğini incelemek onların yapısını anlamada önemlidir. Dielektrik spektroskopide, malzemelerin elektriksel özelliklerini karakterize etmek için genellikle alternatif akım (AC) iletkenlik ölçümleri tercih edilir. Bu değişimler Şekil 4. 22.23.24 grafiklerinde açısal frekansa bağlı AC iletkenlik değişimleri verilmiştir.

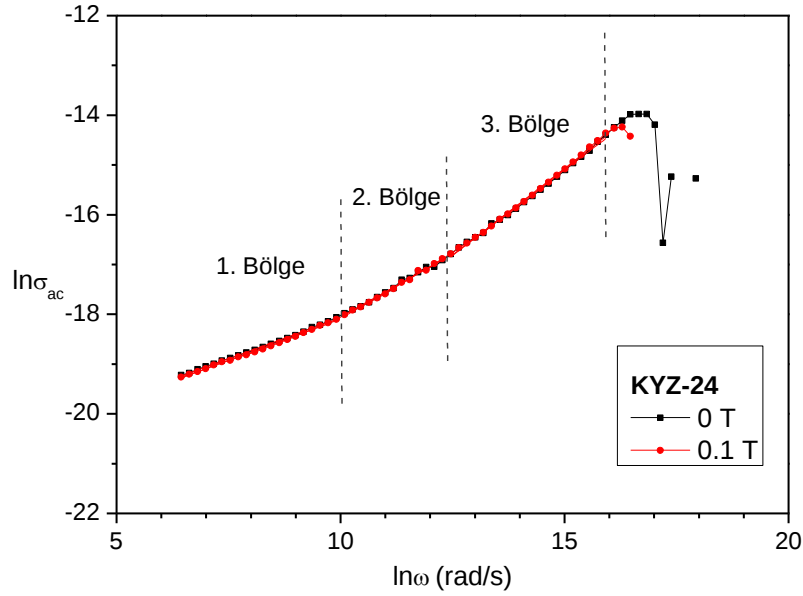
Şelil 4.22.23 ve 24 grafiklerinde CM 1, KYZ-13 ve KYZ-24 örneklerine ait sırası ile AC iletkenlik davranışları açısal frekansa bağlı olarak verilmiştir. Örneklerin hangi iletkenlik mekanizmasına sahip olduğu tespiti bu grafikler yardımıyla belirlenir.



Şekil 4.22 CM 1 Bazalt numunesinin açısal frekansa bağlı iletkenlik grafiği.



Şekil 4.23 KYZ-13 Bazalt numunesinin açısal frekansa bağlı iletkenlik grafiği.



Şekil 4.24 KYZ-24 Bazalt numunesinin açılal frekansa bağılı iletkenlik grafiğı.

Açılal frekansa bağılı düzensiz her türlü malzemenin iletkenliğı için;

$$\sigma = \sigma_0 + A \omega^s \quad (4.2)$$

formülü ile verilir. Denklemin σ_0 kısım DC iletkenlik mekanizması olup. $A \omega^s$ kısmı AC iletkenlik mekanizmasına karşılık gelir. Burada “s” parametresi Şekil 4.22.23.24 grafiğıindeki eğimden fit edilerek doğrudan hesaplanmaktadır. Bu eğimler her bir örneğıe ait; 3 farklı bölgede Origin Lab 8.5 grafik programı ile lineer fit edildi. Lineer fitten “s” parametreleri farklı frekans aralığındaki oranlarıyla malzemelerimizin nasıl bir iletkenlik mekanizması davranışı gösterdiğini ifade eder. Farklı sayısal değeri için farklı iletkenlik mekanizması modelini oluşturur. Kullandığımız malzemeler için elde ettiğimiz iletkenlik grafiklerimizi üç ayrı (ortalama aynı eğim olacak şekilde) bölgede analiz ettik. Bu değeri Çizelge 4. 6’da verilmiştir.

Çizelge 4. 6 Bazalt numunelerin “s” parametresi.

s	CM-1			KYZ-13			KYZ-24		
	1.Bölge	2.Bölge	3.Bölge	1.Bölge	2.Bölge	3.Bölge	1.Bölge	2.Bölge	3.Bölge
0 T	0.266	0.362	0.637	0.337	0.542	0.725	0.329	0.502	0.683
0.1 T	0.283	0.452	0.674	0.334	0.509	0.700	0.332	0.520	0.700
0.2 T	0.284	0.442	0.675	0.341	0.543	0.749	0.336	0.510	0.703
0.3 T	0.279	0.455	0.677	0.341	0.544	0.756	0.335	0.531	0.706
0.4 T	0.285	0.442	0.675	0.345	0.569	0.754	0.337	0.520	0.707

Bu çizelgeden görüldüğü gibi düşük frekans bölgesinde her bir örneğin s parametreleri düşük olup yüksek frekans bölgelerinde CBH modeline uyduğu görülmektedir.

4.7 Sonuç Değerlendirme

Bu çalışmada bazalt malzemeler olan CM1, KYZ-13 ve KYZ-24’ ün elektriksel özelliklerinin manyetik alandaki değişimleri Empedans Analizörü yardımıyla incelenmiştir. Ayrıca yapısal olarak tanıyabilmek için Mastersizer Analizleri, XRF ölçümleri, FTIR Spektroskopi ölçümleri, TG-DTA ve SEM Analizleri yapılmıştır.

Malzemelerimizin XRF ve FTIR Spektroskopi ölçüm sonuçlarında oldukça çeşitli ve farklı miktarlarda bileşiklere sahip oldukları ve çoğu bileşiğin yapısında oksitli olduğu görülmüştür. Mastersizer sonuçlarında KYZ-24’ ün en büyük ve CM1’ in en küçük tanecikli yapıya sahip olduğu söylenebilir. SEM Analizi sonuçlarından da bunu gözlemlemek mümkün. Böylece mastersizer ve SEM sonuçlarının uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca SEM görüntülerinden, malzemelerin XRF ölçümleri sonucu elde ettiğimiz kompozisyon dağılımından da anlaşılabileceği üzere homojen malzemeler olmadıkları anlaşılmaktadır.

Sıcaklık olarak 20-1000 °C aralığında yapılan TG-TDA Analiz sonuçlarına bakıldığında ise artan sıcaklıkla kütlelerinde azalma görülmüştür. Malzemelerin içindeki elementlerin erime sıcaklıkları çoğu için yüksek olmasına rağmen oksitli bileşik yapılarının bu sıcaklıkları düşürdüğünü ve buna bağlı olarak değişimlerin gerçekleştiğini söyleyebiliriz.

Manyetik alanın varlığında malzemelerimizin reel kısmı için CM 1 ve KYZ-13 de belirgin bir düşürücü etkileşim söz konusuyken KYZ-24 bu etkileşimde oldukça zayıf kalmıştır. Böyle bir durumun oluşmasının nedeni olarak örneğin içeriğinde manyetik elementlerin düşük oranından kaynaklandığı söylenebilir ve KYZ-24 örneğinde Al_2O_3 ' in en yüksek olmasında etkisi olduğu düşünülmüştür. Dielektrik sabitinin sanal kısmı olarak ifade ettiğimiz kayıplar ise manyetik alandan üç malzeme içinde etkileşim görülmemiştir.

Dielektrik güç bakımından en iyi KYZ-24 olup, CM1 bundan daha zayıf dielektrik güce sahip malzemedir. KYZ-13 ise en zayıf olanlarıdır. Manyetik alanda bu durumun oluşmasının sebebi örneklerdeki ferrit diye adlandırdığımız Fe_2O_3 bileşiğinin oranına bağlı olarak etkileşimidir. KYZ-13' te Fe_2O_3 oranı açısından en düşük olduğu için dielektrik gücü de zayıftır. Ayrıca KYZ-24 için CM1' e göre daha düşük ferrit (Fe_2O_3) miktarına sahip olmasına rağmen yapısındaki Al_2O_3 oranının yüksek olması ve taneciklerinin büyük olması nedeniyle (pellet halindeyken daha az ara yüzeye sahip olması) dielektrik gücü büyük olduğu görülmektedir.

Uygulanan manyetik alanın artışıyla soğurma katsayıları hesaplandı. CM 1 ile KYZ-13 örnekleri α soğurma katsayıları yüksek olup dielektrik özelliği bakımından non-Debye tipi özellik gösterdiler. Bu durum onların yapısal özelliklerinden kaynaklıdır. Yapısında Al_2O_3 oranı düşük ve manyetik bileşikler oranının fazla olmasına bağlı olduğu düşünülmüştür. Durulma zamanını değerlendirdiğimizde ise artan manyetik alan etkisinde KYZ-13 ve CM1 yüksektir. KYZ-24 örneğinin durulma zamanı manyetik alanda en düşük olup bu örneğin manyetik sensör ya da manyetik soğurma olarak daha yüksek frekansta çalışma olanağı sağladığı düşünülmektedir.

İletkenlik karakteristik mekanizması olarak yüksek frekansta her üç örneğimizde CBH modeline uyum içinde olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak yapmış olduğumuz bu ölçümler ve değerlendirmeler ışığında KYZ-24 bazalt örneğinin gerek manyetik alana karşı yüksek dielektrik güce sahip olmasından

kaynaklı ve düşük soğurma katsayısından dolayı manyetik zırhlama yapılarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Beer Lambert yasasından da bilindiği üzere bir malzemenin iyi bir soğurucu malzeme olabilmesi için soğurma katsayısının düşük olması gerekir ki KYZ-24 örneğimiz bu koşulu sağlamaktadır.

Daha ileriki çalışmalarımızda yüksek frekans (GHz) mertebelerinde elektromanyetik soğurma özellikleri incelenecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Ahmad. M.S.. Zihlif. A.M.. (1990).” Some Magnetic and Electrical Properties of Bazalt Rocks”. Materials Letters. 10(4):207-214.
- [2] Rodriguez-Losada. J.A.. Martinez-Frias. J.. Bustillo. M.A.. Delgado. A.. Hernandez-Pacheco A.. de la Fuente Krauss. J.V.. (2000). “The Hydrothermally Altered Ankaramite Basalts of Punta Poyata (Tenerife. Canary Islands)”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 103 (2000):367-376
- [3] Shervais. J.W.. Vetter. S.K.. (2009). “High-K Alkali Basalts of The Western Snake River Plain (Idaho): Abrupt Transition from Tholeiitic to Mildly Alkaline Plume-Derived basalts”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 188(2009):141-152.
- [4] Housh. T.B.. Aranda-Gomez. J.J.. Luhr. F.J.. (2010). “Isla Isabel (Nayarit. Mexico): Quaternary Alkali Basalts with Mantle Xenoliths Erupted in The Mouth of The Gulf of California”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 197(2010):85-107.
- [5] Saadat. S.. Stern. C.R.. (2012). “Petrochemistry of a Xenolith-Bearing Neogene Alkali Olivine Basalt from Northeastern Iran”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 225(2012):13-29.
- [6] Oskarsson. B.V.. Riishuus. M.S.. (2013). “The Mode of Emplacement of Neogene Flood Basalts in Eastern Iceland: Facies Architecture and Structure of The Holmar and Grjota Olivine Basalts Groups”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 267(2013):92-118.
- [7] Xu. Z.. Zheng. Y.. He. H.Y.. Zhao. Z.F.. (2014). “Phenocryst He-Ar Isotopic and Whole-Rock Geochemical Constraints on The Origin of Crustal Components in The Mantle Source of Cenozoic Continental Basalt in Eastern China”. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 272(2014):99-110.
- [8] Lee. J.H.. Rhee. K.Y.. Park. S.J.. (2010). “The Tensile and Thermal Properties of Modified CNT-reinforced Basalt/Epoxy Composites”. Materials Science and Engineering A. 527(26):6838-6843.
- [9] Yıldız. S.. Işık. N.. Keleştemur. O.. (2008). ” Investigation of Physical Properties of Basalt Stones in The Southeast Anatolian Region of Türkiye”. e-Journal of New Word Sciences Academy. 3(4):671-681.

- [10] Kaygısız. H.. (2010). Kayseri Yöresindeki Yapıtaşlarının FizikO-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- [11] Aral. İ.F.. (2004). "Karatepe Bazaltlarının (Çorlu-Tekirdağ) Yapı Malzemesi Olarak Kullanabilirliği". İstanbul Ün. Müh.Fak. Yerbilimleri Dergisi. 17 (2):69-76.
- [12] Alataş. T.. Ahmedzade. P.. ve Doğan. Y.. (2006). "Bitümlü Sıcak Karışımlarda Kullanılan Agregasınin Kaplamanın Fiziksel Özelliklerine Etkisi". Fırat Ü. Fen ve Müh. Bil. Dergisi. 18(1):81-89.
- [13] Dhand. V.. Mittal. G.. Rhee. K.Y.. Hui. D.. (2014). "A Short Review on Basalt Fiber Reinforced Polymer Composites". Composites Part B:Engineering.73(2015):166-180.
- [14] Weimin. L.. Jinyu. X.. (2008). "Mechanical Properties of Basalt Fiber Reinforced Geopolymeric Concrete Under Impact Loading". Material Science and Engineering A. 505:178-186.
- [15] Ayup. T.. Shafiq. N.. Nuriddin. M.F.. (2014). "Effect of Chopped Basalt Fibers on The Mechanical Properties and Microstructure of High Performance Fiber Reinforced Concrete". Advances in Materials Science and Engineering. 2014(2014):Article ID 587686.
- [16] Xin. L.. Jin-yu. X.. Er-lei. B.. Weimin. L.. (2014). "Study on the Effect of Basalt Fiber on the Energy Absorption Characteristics of Material. Construction and Building Materials". Construction and Building Materials. 68(2014):384-390.
- [17] Korkanç. M.. ve Tuğrul. A.. (2004). "Beton Agregası Olarak Kullanılacak Bazaltların Alkali-Silis Reaksiyonu Yönünden İncelenmesi". İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi. 17(2):161-169.
- [18] Shi. J.. Chen. Z.. Shao. S.. Zheng. J.. (2014). "Experimental and Numerical Study on Effective Thermal Conductivity of Novel form-Stable Basalt Fiber Composite concrete with PCMs for Thermal Storage". Applied Thermal Engineering. 66(2014):156-161.
- [19] Lapko. A.. Urbanski. M.. (2014). "Experimental and Theoretical Analysis of Deflections of Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebar". Archives of Civil and Mechanical Engineering. 15(1):223-230.
- [20] Witham. F.. Blundy. J.. Kohn. S.C.. Lesne. P.. Dixon J.. Churakov. S.V.. Botcharnikov. R.. (2011). "SolEx: A Model for mixed COHSCI-Volatile Solubilities and Exsolved Gas Compositions in Basalt". Computers & Geosciences. 45(2012):87-97.
- [21] Singh. R.. Shah. A.V.. and Shah. B.A.. (2007). " Sorption Behavior of Cu(II) from Acidic Solition Using Weathered Basalt Andesite Products". E-Journal of Chemistry. 4 (4):587-605.
- [22] Rigopoulos. I.. Petallidou. K.C.. Vasiliades. M.A.. Delimitis. A.. Ioannou. I.. Efstathiou. A.M.. Kyratsi. T.. (2015). "Carbon Dioxide Storage in Olivine Basalt: Effect of Ball Milling Process". Powder Technology.273(2015):220-229.
- [23] Urrutia- Fucugauchi. J.. (1982). "Magnetic Anisotropy Study of A Columnar Basalt from San Anton". Bulletin Volcanologique. 45(1):1-8.

- [24] Mattei. E.. Lauro. S.E.. Vannaroni. G.. Cosciotti. B.. Bella. F.. Pettinelli. E.. (2013). "Dielectric Measurements and Radar Attenuation Estimation of Ice/Basalt Sand Mixtures as martian Polar Caps Analogues". *Icarus*. 229(2014):428–433.
- [25] Kang. Y.. Cao. M.. Shi. X.. Hou. Z.. (2007). "The Enhanced Dielectric from Basalt Fibers/Nickel Core-Shell Structures Synthesized by Electroless Plating". *Surface & Coatings Technology*. 201(2007):7201–7206.
- [26] Hartlieb. P.. Leindl. M.. Kuchar. F.. Antretter. T.. Moser. P.. (2012). "Damage of Basalt Induced by Microwave Irradiation". *Minerals Engineering*. 31(2012):82–89.
- [27] Devan. R.S.. Chougule. B.K.. (2007). "Magnetic Properties and Dielectric Behavior in Ferrite/Ferroelectric Particulate Composites". *physica B*. 393(1-2):161-166.
- [28] Kang. Y.. Cao. M.. Yuan. J.. Zhang. L.. Wen. B.. Fang. X.. (2010). "Preparation and Microwave Absorption Properties of Basalt Fiber/Nickel Core-Shell Heterostructures". *Journal of Alloys and Compounds*. 495(1):254-259.
- [29] Mehraj. S.. Ansari. M.S.. Alimuddin. (2014). "Structural. electrical and Magnetic Properties of (Fe.Co) Co-Doped SnO₂ Diluted Magnetic Semiconductor Nanostructures". *Physica E*. 65(2015):84–92.
- [30] Okutan. M.. Yalçın. Z.. İçelli. O.. Ay. F.. Boncukçuoğlu. R.. Artun. O. and Delipınar. D.. (2013). "Electrical Behavior of Propertite by Dielectric Spectroscopy". 17th International Symposium on Boron.Borides and Related Materials. 2011.
- [31] Masrour. R.. Hlil. E.K.. Hamedoun. M.. Benyoussef. A.. Mounkachi. O.. (2014). "Electronic and Magnetic Structures of Fe₃O₄ Ferrimagnetic Investigated by First Principle. Mean Field and Series Expansions Calculations". *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 378(2015):37-40.
- [32] Şahin. H.. (2002). Mikrodalga Frekanslarda Doğal ve Emprenye Edilmiş Odun Türlerinin Dielektrik Özellikleri. Doktora Tezi. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- [33] Çavuş. M.S.. (2010). Dielektrik Durulmanın Kusur-Destekli Kesirli Stokastik ISING Modeli. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi FBE. Adana.
- [34] Serway. R.A. and Beichner. R.J.. (2000). *PHYSICS For Scientists and Engineers with Modern Physics*. 5th Edition. Saunders College Publishing. Şehir ;
Çolakoglu. K.. (2002). *Fen ve Mühendislik için FİZİK-1*. Palme Yayıncılık. Ankara.
- [35] Vikipedi.Yalıtkanlık Sabiti.
http://tr.wikipedia.org/wiki/Yal%C4%B1tkanl%C4%B1k_sabit . 27 Mayıs 2015.
- [36] Dielektrik Özellikler. Dielektrik Kayıp.
<http://ee.istanbul.edu.tr/uploads/dersnotlari/9019-3.Dielektrik.pdf>. (28.05.2015).
- [37] Huang. S.Y.. (2012). Loss Tangent.

file:///c:/Users/Pc/Downloads/SYHUANG_notes_losstangent.pdf. 23 Şubat 2015.

- [38] İyibakanlar. G. Ve Oktay. A..(2007). “Bazı Polimerlerin Dielektrik Özelliklerinin Frekansla Değişimlerinin İncelenmesi”. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi. 3(1):11-19.
- [39] Delipınar. D.. (2013). Probertit. Elektrokoagülasyon Termal Atık ve Elektrokoagülasyon Bor Atığının Dielektrik Özelliklerinin Empedans Spektroskopisi Yöntemi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- [40] Pollack. G.L. and Stump. D.R.. Electromagnetism. 1th Edition. Addison Wesley; Türköz. Ş.. Aydın. Z.Z. and Zengin. M.. (2004). Elektromanyetik Teori. Gazi Kitapevi. Ankara.
- [41] Griffiths. D.J.. (1999). Introduction to Electrodynamics. 3th Edition. Prentice-Hall Internaitonal(UK) Limited. London; Ünal. B.. (2003). Elektromagnetik Teori. Birinci Baskı. Gazi Kitapevi. Ankara.
- [42] Hausmann. E. and Slack. E.. (1972). Physic. 5th Edition; Kürkçüoğlu. N.. (1972). Fizik. 2. Cilt. 6.baskı. Matbaa Teknisyenleri Basımevi.İstanbul.
- [43] Manyetik Alan ve İndüksiyon. Elektromıknatıs ve Kullanım Alanları. <http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/3ElektrikBilgisi/unite16.pdf>. 23 Haziran 2015.
- [44] Meller A.. (1983). *Gmelin Handbuch der Anorganische Chemie*. Boron Compounds; Springer-Verlag: Berlin.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Meltem Çınar
Doğum Tarihi ve Yeri	:05.06.1989
Yabancı Dili	:İngilizce
E-posta	:meltemcinar.0@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Fizik	İstanbul Üniversitesi	2011
Lise	Sayısal	Antalya Atatürk Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
-----	-------------	--------

YAYINLARI

Bildiri

1.TESNAT 2015	Electrical Properties of Some basalt Materials Under Magnetic Field
---------------	---

