

68985

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI



FERROMANYETİK MALZEMELER ÜZERİNDEKİ
ÇATLAKLARIN MANYETİK YÖNTEMLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yavuz EGE

Balıkesir, Temmuz - 1998

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI



FERROMANYETİK MALZEMELER ÜZERİNDEKİ
ÇATLAKLARIN MANYETİK YÖNTEMLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yavuz EGE

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖKTEPE

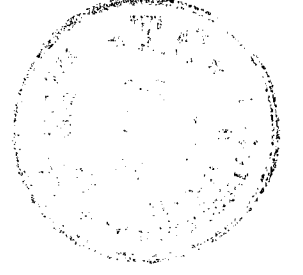
Sınav Tarihi : 10. 08. 1998

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ömer ERGİN

: Yrd. Doç. Dr. Ömer GEMİCİ

: Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖKTEPE (Danışman)

Balıkesir, Temmuz - 1998



ÖZ

**FERROMANYETİK MALZEMELER ÜZERİNDEKİ
ÇATLAKLARIN MANYETİK YÖNTEMLE BELİRLENMESİ**

Yavuz EGE
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü

(Yüksek Lisans Tezi / Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖKTEPE)

Balıkesir, 1998

Bu çalışmada MOH gibi, tanecik yönlendirilmiş silisyumlu demir malzemelerin üzerinde oluşabilecek çatlakların, manyetik yollarla tayin edilebilmesi için, manyetize edici sistem ve algılayıcıdan oluşan çatlak dedektörü yapılarak manyetik ölçme düzeneği kurulmuştur.

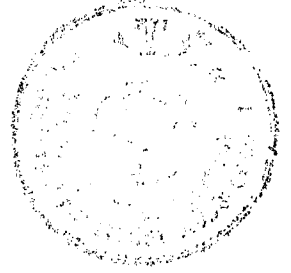
MOH adındaki tanecik yönlendirilmiş silisyumlu demir malzemenin, üzerinde yapay olarak değişik çatlaklar oluşturulmuş ve manyetize edici sistem malzeme üzerinde tek doğrultuda gezdirilmiştir. Bunun sonucunda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafikleri çizilmiştir. Çatlağın şeklinin, genişliğinin, malzemenin kalınlığının ve frekansın algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesini nasıl değiştirdiği tespit edilmiştir.

Ayrıca, çatlak bölgesinde iki farklı algılayıcının algılama karakteristikleri karşılaştırılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER : Ferromanyetik Malzeme / Manyetik algılayıcı /

Tahribatsız test / Çatlak deteksiyonu / Hall etkili sensör /

U- Çekirdek / Bobin



ABSTRACT

CRACK DETECTION ON FERROMAGNETIK MATERIALS BY USING MAGNETIC TECHNIGES

Yavuz EGE

Balıkesir University, Institute of Science, Department of Physics

(M. Sc. Thesis / Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mustafa GÖKTEPE)

Balıkesir- Turkey, 1998

In this study, a magnetic measurement circuit was constructed to detect surface cracks on a ferromagnetic Si-Fe materials

Different cracks were made artificially on the sample then the magnetic sensor was slipped over on one direction on to the material. The output of the sensor versus sample length was plotted as a result of crack dedection. The artificial crack were made in different shape to model real crack system. Then, changing effects of shape and width of cracks, thickness of material and frequency were examined to optimize the output of the sensor.

Finally, characteristics of two different sensors were compared to obtain an efficient non-destructive crack detection sensor

KEY WORDS : Ferromagnetic Materials / Magnetic Sensor / Non-destructive testing / crack detection / Hall effect sensor / C-core / H-coil

İÇİNDEKİLER



ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOL LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	xvi
1. BÖLÜM	1
1.1 Giriş	1
1.2 Manyetik yollarla ferromanyetik malzemeler üzerindeki çatlakların tayini	6
1.2.1 Levha şeklindeki malzemeye geçen manyetik akı yoğunluğunun bulunması	8
1.3 Ferromanyetik malzemelerin özellikleri	18
2. BÖLÜM	22
2.1 Deneysel sistemin kalibrasyonu	22
2.1.1 Hall etkili sensörün kalibrasyonu	22
2.1.2 Elektronik ölçme sistemi	28
3. BÖLÜM	32
3.1 Çatlak modelleri	32
4. BÖLÜM	47
4.1 Deneysel çalışmalar	47
4.1.1 Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, frekansa göre değişimi	47
4.1.2 Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, malzeme sayısına göre değişimi	89
4.1.3 Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, çatlağın genişliğine göre değişimi	110
4.1.4 Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, çatlağın şekline göre değişimi	113
4.1.5 Tam çatlak örneğinde, çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin örnek yüzeyden uzaklaştıkça değişimi	114



5.	BÖLÜM	
5.1	Sonuçlar ve tartışma	
5.1.1	Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, frekansa bağlılığı	119
5.1.2	Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, malzeme sayısına bağlılığı	120
5.1.3	Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, çatlak genişliğine bağlılığı	121
5.1.4	Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, çatlağın şekline bağlılığı	122
5.1.5	Tam çatlak örneğinde, çatlak bölgesinde manyetik akının B _y bileşeninin örnek yüzeyden uzaklaştıkça değişimi	123
5.1.6	Algılayıcıların algılama karakteristiklerinin karşılaştırılması	124
5.1.7	Tam çatlak örneğinin her iki yüzündeki manyetik akı değişiminin incelenmesi	126
	KAYNAKÇA	137



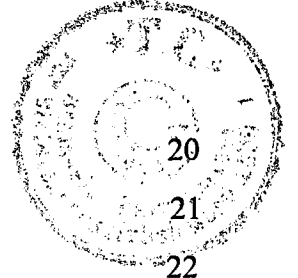
SEMBOL LİSTESİ

Simge	Adı	Tanımı / Değeri	Birimi
H	Manyetik alan şiddeti		$A m^{-1}$
B	Manyetik akı yoğunluğu	$B = \mu_0(H + M)$	T
M	Mıknatıslık		$A m^{-1}$
μ_0	Boşluğun manyetik geçirgenliği	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$	$H m^{-1}$
μ	Manyetik geçirgenlik	$\mu = \frac{B}{H}$	$H m^{-1}$
ϕ	Manyetik akı	$\phi = B.A$	Wb
f	Frekans		Hz
N	Bobinin sarım sayısı		-
N_1	Birincil bobinin sarım sayısı		-
N_2	İkincil bobinin sarım sayısı		-
A	Bobinin kesit alanı		m^2
I	Akım		A

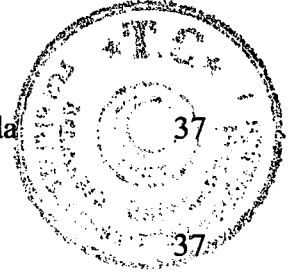


ŞEKİL LİSTESİ

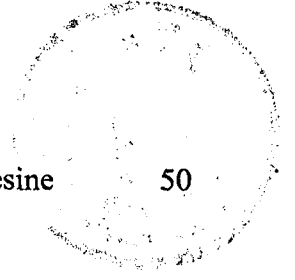
Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 1.1	Manyetize edici sistemin deney düzeneği	6
Şekil 1.2	Manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışını gösterir resim	7
Şekil 1.3	Akı kalibrasyonunu yapabilmek için kurulan sistem	8
Şekil 1.4	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (50 Hz)	10
Şekil 1.5	Malzemedan geçen akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (50 Hz)	10
Şekil 1.6	Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (50 Hz)	11
Şekil 1.7	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (100 Hz)	11
Şekil 1.8	Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (100 Hz)	12
Şekil 1.9	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (100 Hz)	12
Şekil 1.10	Malzemedan geçen akı manyetik yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (200 Hz)	13
Şekil 1.11	Malzemedan geçen akı manyetik yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (200 Hz)	13
Şekil 1.12	Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (200 Hz)	14
Şekil 1.13	Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (300 Hz)	14
Şekil 1.14	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (300 Hz)	15
Şekil 1.15	Malzemedan geçen akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (300 Hz)	15
Şekil 1.16	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (500 Hz)	16
Şekil 1.17	Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (500 Hz)	16
Şekil 1.18	Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (500 Hz)	17
Şekil 1.19	Demir tek kristali içinde manyetik bölgelerin düzenlenişi [1]	18
Şekil 1.20	Bir ferromanyetik manyetik madde içinde B ile M ve B ile H arasındaki bağıntıyı inceleyebilen bir sistem [2]	19



Şekil 1.21	Saf demirin mıknatıslanma eğrisi [3]	20
Şekil 1.22	Si-Fe malzemesinin B-H karakteristik eğrisi [4]	21
Şekil 2.1	Hall etkili sensörün kalibrasyonunda kullanılan devrenin şeması [5]	22
Şekil 2.2	Frekans 50 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	24
Şekil 2.3	Frekans 100 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	24
Şekil 2.4	Frekans 150 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	25
Şekil 2.5	Frekans 200 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	25
Şekil 2.6	Frekans 250 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	26
Şekil 2.7	Frekans 300 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu	26
Şekil 2.8	Tüm frekanslar için Hall etkili sensörün kalibrasyon eğrilerinin toplu halde gösterimi	27
Şekil 2.9	Frekans 50 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	28
Şekil 2.10	Frekans 100 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	29
Şekil 2.11	Frekans 150 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	29
Şekil 2.12	Frekans 200 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	30
Şekil 2.13	Frekans 250 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	30
Şekil 2.14	Frekans 300 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	31
Şekil 2.15	Frekans 1 kHz için Opamp'ın karakteristik eğrisi	31
Şekil 3.1 (a)	Farklı frekanslar için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	32
Şekil 3.1 (b)	Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	32
Şekil 3.2 (a)	Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	34
Şekil 3.2 (b)	Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	34
Şekil 3.3 (a)	Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	35
Şekil 3.3 (b)	Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	35
Şekil 3.4 (a)	Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	36
Şekil 3.4 (b)	Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	36

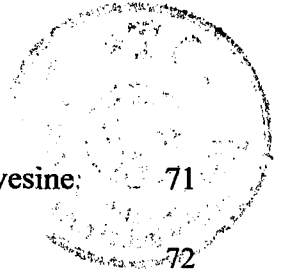


Şekil 3.5 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	37
Şekil 3.5 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	37
Şekil 3.6 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	39
Şekil 3.6 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	39
Şekil 3.7 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	40
Şekil 3.7 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	40
Şekil 3.8 (a) Frekans 300Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	41
Şekil 3.8 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	41
Şekil 3.9 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	42
Şekil 3.9 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	42
Şekil 3.10 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	43
Şekil 3.10 (b)Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli	43
Şekil 3.11 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi (İki farklı örnek için)	45
Şekil 3.11 (b)Yapay olarak oluşturulan çatlak modelleri	45
Şekil 4.1 Manyetize edici sistemin tam çatlak örneği üzerindeki hareketi	48
Şekil 4.2 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	49
Şekil 4.3 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	49
Şekil 4.4 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	50

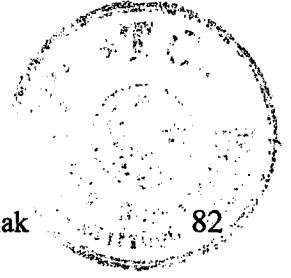


Şekil 4.5	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	50
Şekil 4.6	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	51
Şekil 4.7	Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ; (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ; (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.	52
Şekil 4.8	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 2 mm)	54
Şekil 4.9	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 2 mm)	54
Şekil 4.10	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 2 mm)	55
Şekil 4.11	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 2 mm)	55
Şekil 4.12	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 2 mm,	56
Şekil 4.13	Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 2 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ; (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ; (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.	57
Şekil 4.14	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 3 mm)	59
Şekil 4.15	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 3 mm)	59
Şekil 4.16	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 3 mm)	60

Şekil 4.17	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 3 mm)	60
Şekil 4.18	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 3 mm)	61
Şekil 4.19	Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 3 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ; (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ; (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.	62
Şekil 4.20	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 4 mm)	64
Şekil 4.21	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 4 mm)	64
Şekil 4.22	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 4 mm)	65
Şekil 4.23	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 4 mm)	65
Şekil 4.24	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 4 mm)	66
Şekil 4.25	Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ; (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ; (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.	67
Şekil 4.26	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	69
Şekil 4.27	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	69
Şekil 4.28	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	70
Şekil 4.29	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 1 mm)	70



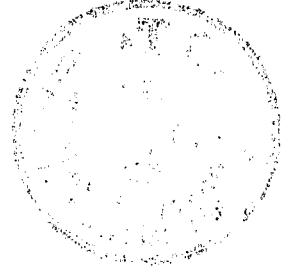
- Şekil 4.30 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 1 mm) 71
- Şekil 4.31 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : 72
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
 - (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
 - (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.
- Şekil 4.32 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 2 mm) 74
- Şekil 4.33 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 2 mm) 74
- Şekil 4.34 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 2 mm) 75
- Şekil 4.35 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 2 mm) 75
- Şekil 4.36 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 2 mm) 77
- Şekil 4.37 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 2 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki : 77
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
 - (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
 - (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.
- Şekil 4.38 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 3 mm) 79
- Şekil 4.39 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 3 mm) 79
- Şekil 4.40 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 3 mm) 80
- Şekil 4.41 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 3 mm) 80
- Şekil 4.42 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 3 mm) 81



- Şekil 4.43 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 3 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
 - (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
 - (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.
- Şekil 4.44 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 4 mm) 84
- Şekil 4.45 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 4 mm) 84
- Şekil 4.46 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 4 mm) 85
- Şekil 4.47 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 4 mm) 85
- Şekil 4.48 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 4 mm) 86
- Şekil 4.49 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
 - (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
 - (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.
- Şekil 4.50 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 1 mm) 90
- Şekil 4.51 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 1 mm) 90
- Şekil 4.52 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 1 mm) 91
- Şekil 4.53 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 1 mm) 91
- Şekil 4.54 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 1 mm) 92
- Şekil 4.55 Mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;
 - (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;
 - (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.

Şekil 4.56	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	95
Şekil 4.57	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	95
Şekil 4.58	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	96
Şekil 4.59	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	96
Şekil 4.60	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	97
Şekil 4.61	Miknatislanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :	98
	(1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.	
Şekil 4.62	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)	100
Şekil 4.63	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)	100
Şekil 4.64	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)	101
Şekil 4.65	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)	101
Şekil 4.66	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)	102
Şekil 4.67	Miknatislanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :	103
	(1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.	
Şekil 4.68	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	105
Şekil 4.69	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	105
Şekil 4.70	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	106
Şekil 4.71	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	106

Şekil 4.72	Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)	107
Şekil 4.73	Mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :	108
	(1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;	
	(3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.	
Şekil 4.74	Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)	111
Şekil 4.75	Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)	111
Şekil 4.76	Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için) (Malzeme sayısı : 9 adet , çatlak genişliği : 1 mm)	112
Şekil 4.77	Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için) (Malzeme sayısı : 9 adet , çatlak genişliği : 4 mm)	112
Şekil 4.78	Değişik kağıt kalınlığında taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)	115
Şekil 4.79	Kağıt kalınlığının, çatlağın tam olduğu yerde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)	115
Şekil 4.80	Değişik kağıt kalınlığında taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi (Yarım çatlak örneği için)	116
Şekil 4.81	Kağıt kalınlığının, çatlağın tam olduğu yerde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Yarım çatlak örneği için)	116
Şekil 4.82	İki sağlam malzeme arasında 6 adet 3 mm aralıklı levha şeklindeki MOH malzemeden oluşturulmuş kapalı çatlak için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi	117
Şekil 5.1	Algılayıcının bobin ve hall etkili sensör olduğu durumda, çatlak bölgesinde algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişimi	124
Şekil 5.2	Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	127
Şekil 5.3	Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	127
Şekil 5.4	Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi	128
Şekil 5.5	Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi	128



ÖNSÖZ

Bu çalışmaya başladığım andan itibaren engin bilgileriyle bana yol gösteren, her türlü konuda yardımlarını esirgemeksizin ilgilenen ve çalışmalarım sırasında kendisinden çok şey öğrendiğim danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖKTEPE'ye ne kadar teşekkür etsem azdır.

Ayrıca deneysel çalışmada kullandığım Si-Fe malzemenin temininde büyük katkıları olan Best Transformatör fabrikasının tüm elemanlarına çok teşekkür ediyorum. Deney düzeneğimin fotoğraflarının çekiminde bana yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ömer GEMİCİ'ye ve ilgilerinden ötürü Fizik Eğitimi Bölümü'nün tüm öğretim elemanlarına çok teşekkür ediyorum. Her zaman manevi desteğiyle yanımda olan eşime ve aileme yürekten teşekkürler.

Balıkesir, 1998

Yavuz EGE



1. BÖLÜM

1.1 Giriş

Günümüzde endüstriyel uygulamalarda ferromanyetik özelliği bulunan Fe, Co ve Ni kullanılarak imal edilmiş her nevi malzeme içerisinde oluşacak mekanik çatlakları algılamak çok önemli hale gelmiştir. Bu tür malzemelerin içerisinde gerek imalat gerekse kullanım aşamasında ortaya çıkan çatlakların malzemeye zarar vermeden algılanması endüstriyel çalışmalarda önemli yer tutmaktadır. Bütün tahribatsız test yöntemleri iki esas fonksiyonla tanımlanır. Bunlardan birisi nüfuziyet, diğeri de algılama fonksiyonudur. Nüfuziyet fonksiyonu, nüfuz edici elemanın test malzemesi içerisine giriciliği ve fiziksel süreksizlikleri algılama elemanına aktarmasıdır. Algılama elemanı ise, nüfuz edici elemandan aldığı bilgileri test operatörünün algılayacağı belirtiler haline getirir. Örneğin, radyografide malzemeye nüfuz edici eleman radyasyon, algılayıcı eleman da radyografik filmdir. Film üzerindeki bilgiler kimyasal işlemlerden sonra gözle algılanır belirtiler haline gelir.

Tahribatsız test yöntemlerini genel olarak 3 ana bölüme ayırmak mümkündür.

- i . Yüzey Yöntemleri
- ii. Hacimsel Yöntemler
- iii. Birleşik Yöntemler

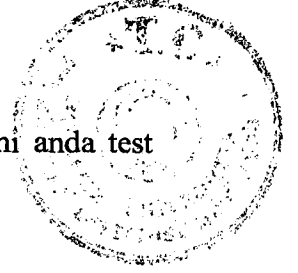
i . Yüzey yöntemleri malzemelerin yüzeyinde ve yüzey altında bulunan hataların tespitinde uygulanır ve aşağıdaki yöntemleri kapsar.

1. Sıvı Penetrant
2. Girdap Akımları

Gözle test de bu gruba dahil edilebilir.

ii . Hacimsel yöntemler malzemedeki test bölgesinin tamamına nüfuz etmek suretiyle hataların algılanmasını sağlarlar ve aşağıdaki yöntemleri kapsar.

1. Radyografi
2. Ultrasonik
3. Termografi



iii . Bileşik yöntemlerin en önemli yönü parçanın tamamının aynı anda test edilebilmesidir. Aşağıdaki yöntemler bu bölüme girer.

1. Kaçak Testi

2. Akustik Emisyon

Süreksizliklerin tiplerini, boyutlarını ve konumlarını belirlemek için her yöntem farklı tekniklerle uygulanabilir. Yukarıda sınıflandırılan tahribatsız test yöntemleri hakkında kısaca bilgi verilecektir.

a. Sıvı Penetrant (Girininim)

Bir yüzey yöntemi olup, yüzey hatalarının tespit edilmesinde uygulanır. Yöntemin uygulanacağı test malzemesinin yüzeyi gayet düzgün olmalıdır. Gözenekli bir yüzeyde hata belirtileri ile diğer belirtileri birbirinden ayırmak zordur.

Bir penetrant sıvı, viskozitesi, yüzey gerilimi ve yoğunluğu ile nitelendirilir. Görünürlüğü boya veya floresan maddelerle sağlanır. Penetrant testte kullanılan diğer elemanlar temizleyici ve developerdir.

Yöntem uygulanmadan önce test edilecek malzeme yüzeyi itinalı bir şekilde temizlenir. Yüzey kuruduktan sonra üzerine penetrant sıvı uygulanır. Yeterli bir nüfuziyet süresinden sonra , penetrantın fazlası yüzeyden temizlenir ve üzerine developer uygulanır. Developer hataların içerisine nüfuz etmiş olan penetrant sıvının tekrar malzeme yüzeyine emilmesini ve görünür hale gelmesini sağlar. Developer genellikle beyaz, penetrant ise kırmızı veya sarımsı yeşil floresan renkte olur. Bu renk farkının sağladığı görünürlüğü kolaylaştırır. Floresan penetrant ultra viyole ışık ile görünür hale getirilir.

Bu yöntem, kontrol edilecek malzemenin yüzeyi altındaki süreksizlikleri teşhis etmede kullanılamaz. [17,18]

b. Girdap Akımları

Girdap akımları (eddy current) yüzey ve yüzey altı hatalarının testi için uygun bir yöntemdir. Yöntem elektrik iletkenliğine sahip bütün metal ve alaşımlarına uygulanabilir. Ancak , ferromanyetik olmayan malzemelerde daha etkindir.

Prensibi, bir alternatif akım bobini tarafından oluşturulan değişken manyetik alanın, malzeme yüzeyinde dairesel gidap akımlarını indüklemesine dayanır. İndüklenen bu girdap akımları, bobindeki manyetik alana zıt yönde ikinci bir manyetik alan meydana getirir. Test parçasında girdap akımlarının olduğu bölgede

bir süreksizlik var ise, test malzemesi ve süreksizlik arasındaki elektrik direnci farkından dolayı akımlar farklı bir yörünge izleyeceklerdir. Bu farklılık bobin tarafından algılanır. [13,14,15,16,18]

Test derinliği 1" den azdır. Bu yöntemle süreksizliklerin fiziksel şeklini belileyemeyiz. [17]

c. Radyografi

Test kayıtlarının kalıcı ve yöntemin oldukça hassas olmasından dolayı radyografi çok yaygın olarak uygulanır.

Test parçası bir kaynaktan çıkan radyasyon demeti (x-ışını veya gama ışınları) ile ışınlanır. Radyasyon malzeme içinden geçtikten sonra parçanın arka yüzeyine yerleştirilmiş olan filme ulaşır. Süreksizlikler radyasyonu farklı absorplayacaklarından dolayı, süreksizliklerin olduğu bölgelerden geçen radyasyonun şiddeti ve film üzerindeki kararmalar hatanın belirtisi olarak görünür hale gelir.

Düzlemsel hatalar radyasyon demetine paralel doğrultuda buldukları sürece radyografi yöntemi ile algılanabilirler

Bu yöntemin yüksek bir ilk maliyeti ve ayrıca araştırmacının radyasyondan etkilenme tehlikesi vardır. [8,9,10,11,12,17,18,19]

d. Ultrasonik

Ultrasonik testin prensibi, prob tarafından üretilen yüksek frekanstaki (0.1 - 20 MHz) elastik dalgaların test malzemesi ortamında yayılması ve bir süreksizliğe çarptıktan sonra tekrar proba yansması esasına dayanır. Prob tarafından algılanan dalgalar elektrik sinyallerine dönüştürülür ve katod ışınları tüpü ekranında malzeme iç yapısının habercisi olan yankılar (echolar) halinde görülür. Ekran üzerinde gözlenen yankıların konumları ve genlikleri hatanın bulunduğu yer ve boyutları hakkında bilgi verir.

Ultrasonik yöntemle bütün hatalar hassasiyet sınırları dahilinde test edilebilir. Hatalar ultrasonik demete dik doğrultuda olduklarında en iyi şekilde algılanırlar. Kaba taneli yapılar özellikle östenitik malzemeler ultrasonik testi zorlaştırır.

Bu yöntemin orta yükseklikte ilk maliyeti ve sonuçların değerlendirilmesi için tecrübeli personele ihtiyaç vardır. [17,18,20,21,22,23,24]



e. Kaçak Testi

Kaçak testi malzemenin tüm kalınlığı boyunca uzanan süreksizliklerin tespitinde uygulanan yöntemdir. Test, malzemenin belli bir bölgesine uygulanabileceği gibi, tamamına da kapsayabilir. Süreksizliklerin içine nüfuz edecek olan madde bir sıvı veya gaz olabilir. Süreksizliğin içine sızıp karşı yüzeye geçen sıvı veya gaz tespit edilmek suretiyle kaçağın yeri bulunur. Yöntem iki gruba ayrılabilir. Birincisinde, süreksizliğin boyutuna bakılmaksızın sadece yeri tespit edilir. İkincisinde ise, süreksizliğin yeri ve boyutları tespit edilir. Kaçak testi farklı tekniklerle uygulanabilir.

1. Kabarcık Testi

Bu teknik sadece kaçağın yerini tespit etmede uygulanır. Kaçağın boyutları hakkında bilgi vermez. İki ayrı şekilde uygulanabilir.

i. Basınç testi : Basıncı kaplara uygulanır. Kaçak aranan bölgeye uygun bir sıvı sürülür. Karşı yüzeyden uygulanan basınçtan dolayı, süreksizlik içerisinden sızacak olan hava kabarcıklar oluşturur. Bu kabarcıklar çatlağın belirtisi olarak algılanır.

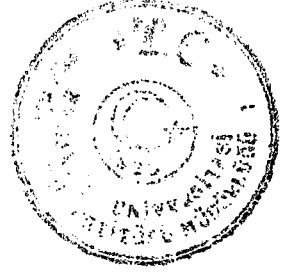
ii. Vakum kutusu testi : Basınç uygulanamayan kaplardaki kaçaqları tespit etmede kullanılır. Parçanın test edilecek bölgesine uygun bir sıvı sürülür ve üzerine vakum kutusu yerleştirilir. Yeteri derecede sızdırmazlık sağlandıktan sonra kutu içindeki hava boşaltılır. Ters basınçtan dolayı test yüzeyindeki herhangi bir kaçak kabarcıkların oluşmasına neden olur.

2. Halojen Diyod Detektörü Testi

Bu teknikte, bir halojen gazı izleyici olarak kullanılır. Test edilecek kap izleyici gaz ile doldurulur ve içine basınç uygulanır. Özel bir sistem yardımı ile, kaçaktan geçen gaz miktarından kaçağın boyutları yarı kantitatif olarak tespit edilir.

3. Helyum Kütle Spektrometresi Testi

Test edilecek kap bir vakum pompası ve spektrometre aleti ile bağlanır. Önce kap içindeki hava boşaltılır. Sonra kabın dış yüzeyine helyum gazı püskürtülür. Vakumdan dolayı Helyum gazı kaçak yerlerinden kabın içine sızar ve bu spektrometri aleti tarafından kantitatif olarak değerlendirilir. [17,18]



f. Akustik Emisyon

Akustik emisyon yönteminde, yük veya basınç altında bulunan parçalardaki süreksizliklerin ürettiği elastik dalgalar algılanır. Elastik dalgalar parçaya uygulanan stresten dolayı süreksizliklerin genişleyipdaralmasından doğar. Bu dalgalar algılanmak suretiyle süreksizliklerin yerleri ve boyutları tespit edilir. Eğer parça bir stres altında değilse süreksizliklerden herhangi bir sinyal algılanamaz ve varlıkları da tespit edilemez. Elastik dalgaların kaynağı (süreksizlikler) parça yüzeyine yerleştirilen ve ultrasonik problara benzeyen detektörlerle algılanır. Algılanan sinyaller, genliklerinden titreşim şeklinden (sürekli veya kesikli) ve zamandan gidilerek bilgisayarda değerlendirilir. [18,25,26]

Yukarıda anlatılan tahribatsız test yöntemlerinin yanında manyetik algılama tekniklerinde problemin türüne göre bir alternatif olacağı düşünülmüştür. Bu çalışmada manyetik özelliği olan malzemelerin içinde oluşabilecek çatlakların manyetik yollarla tespiti incelenmiştir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde söz konusu çatlakların manyetik yöntemlerle nasıl tayin edilebileceği ve deneysel çalışmada kullandığımız ferromanyetik malzemelerin manyetik ve fiziksel özelliklerinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde ise, deneysel çalışmada kullandığımız manyetize edici sistemin ve hall etkili sensörün kalibrasyonu anlatılmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yapay olarak elde edilen çatlak modelleri ve çatlak bölgesinde, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesinin taranan bölge uzunluğuna göre değişim grafikleri yer almaktadır.

Dördüncü bölüm olan deneysel çalışma bölümünde ise, çatlağın şeklinin, genişliğinin, malzemenin kalınlığının ve frekansın çatlak bölgesinde algılayıcıda indüklenen sinyali nasıl değiştirdiği elde edilen grafiklerle anlatılmıştır. Deneysel çalışmada hall etkili sensör ve bobin olmak üzere iki farklı sensör kullanılmış, çatlak bölgesinde bu iki sensörün algılama karakteristikleri karşılaştırılmıştır.

Son bölümde ise, deneysel çalışmanın sonuçları ve elde edilen bulgular anlatılmaktadır.

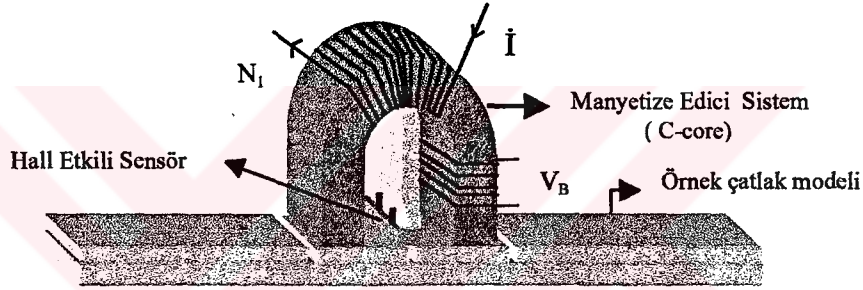


1.2 Manyetik Yollarla Çatlakların Tayin Edilmesi

Bu bölümde yapılan çalışmada çatlakların manyetik yollarla nasıl tayin edildiği tartışılmıştır. Manyetik bir malzemedeki birim hacim başına düşen dipol momenti sayısı mıknatıslanma olarak tarif edilir. Mıknatıslanma M ile gösterilen vektörel bir büyüklüktür ve SI 'da birimi A/m dir. m dipol momenti göstermek üzere mıknatıslanma formülü

$$M = \frac{\sum_i m_i}{\Delta V} \quad (1.1)$$

ile verilir.



Şekil 1.1 Manyetize edici sistemin deney düzeneği

Şekil 1.1'de görüldüğü üzere U şeklindeki çekirdek üzerine yerleştirilmiş olan $N_1 = 27$ sarımlı manyetize edici bobine akım verildiğinde, çekirdek üzerinde oluşan manyetik alan şiddeti manyetik momentleri mıknatıslanma vektörüne paralel olacak şekilde yönlendirir. Bu aşamada N_2 sarımı üzerinde indüklenen $\frac{dB}{dt}$ sinyali (V_B) ortalama değer ölçen bir voltmetre ile okunarak, (1.2) bağıntısı yardımıyla çekirdeğin bacaklarından geçen B manyetik akı yoğunluğu tesla cinsinden hesaplanabilir.

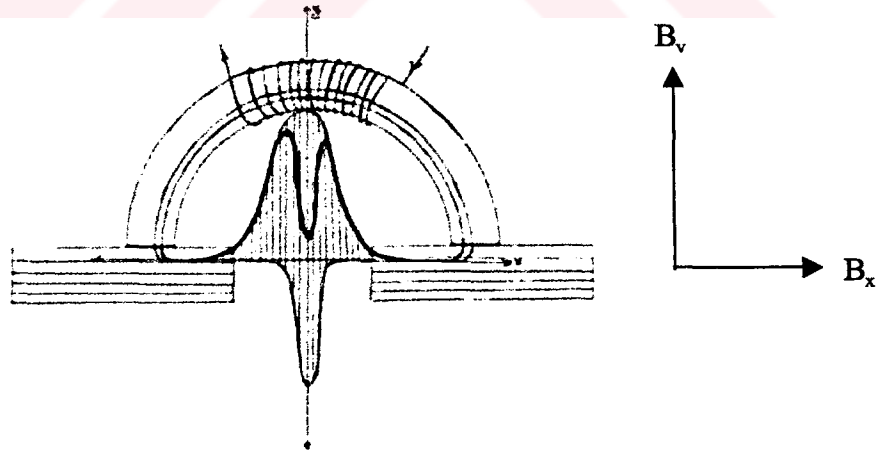
$$B = \frac{V_B}{4N_2 f A} \quad (1.2)$$

Burada, N_2 ikinci sarımın sarım sayısı, f mıknatıslanma frekansı, ve A ise çekirdeğin bacağıının kesit alanıdır. [3]

Burada manyetik akı, manyetik geçirgenliği büyük olan malzeme üzerinden akarak malzeme içindeki manyetik momentleri alan doğrultusuna yönlendirir ve malzeme mıknatıslanmış olur. N_2 sarımında oluşan manyetik akı yoğunluğunu aynı zamanda

$$B = \mu M \quad (1.3)$$

olarak yazabiliriz. Burada μ malzemenin manyetik geçirgenliği, M ise malzemenin mıknatıslanmasıdır. [4,6]



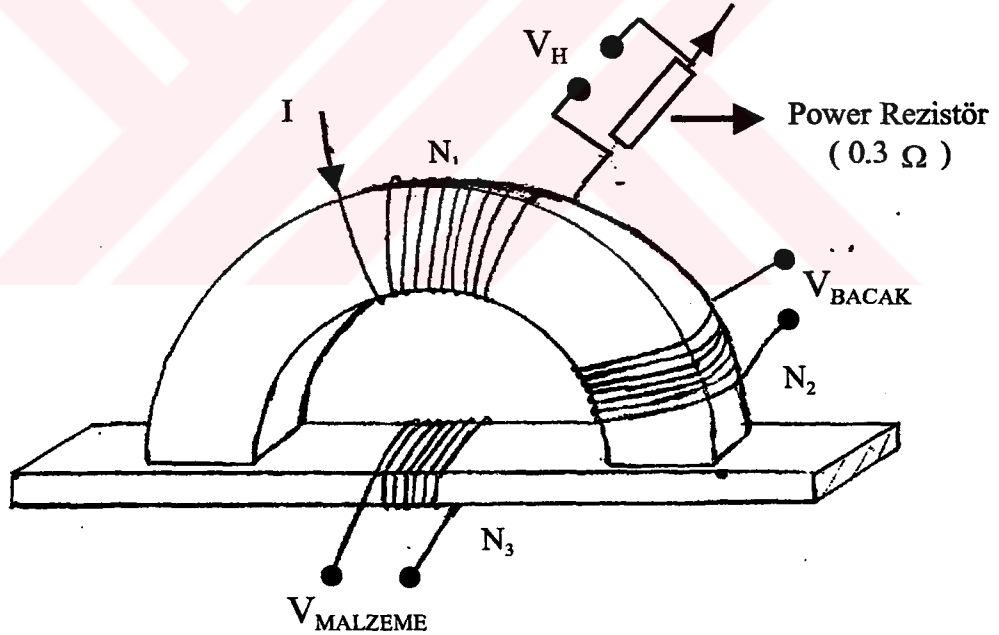
Şekil 1.2 Manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışını gösterir resim

Mıknatıslanan malzeme ile aynı yapıda olan levha şeklindeki malzemeyi Şekil 1.1’de görüldüğü gibi yerleştirelim. Manyetize edilen U şeklindeki çekirdeği levha üzerine koyarsak levha da mıknatıslanır ve manyetik akı kapalı bir yol izler. Eğer

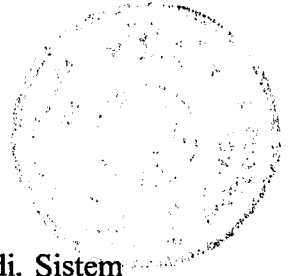
malzeme üzerinde herhangi bir çatlak yok ise manyetik akı levha içinde x doğrultusunda akar. Bu durum için manyetik akının sadece B_x bileşeni vardır denebilir. Levha şeklindeki malzemede çatlak varsa manyetik akı çatlak bölgesinde bir pik çizer. Sonuçta çatlak varsa çatlak bölgesinde manyetik akının hem B_x hem de B_y bileşeni oluşur. Eğer B_y bileşenini herhangi bir algılayıcı ile algılatılabilirse o bölgede çatlağın varlığından söz edilebilir. Deneysel çalışmada manyetik akının çatlak bölgesinde Şekil 1.2'deki gibi iki farklı yoldan aktığı, fakat algılayıcının sadece iki farklı B_y 'nin süperpozisyonunu algıladığı gözlenmiştir.

1.2.1 Levha şeklindeki malzemeye geçen manyetik akı yoğunluğunun bulunması

Çatlağın derinliği , genişliği hakkında yorum yapabilmek için yapılacak tüm deneysel işlemlerde levhadan geçen manyetik akı yoğunluğunun sabit kalması gerekir. Bu amaca yönelik aşağıdaki sistem kuruldu.



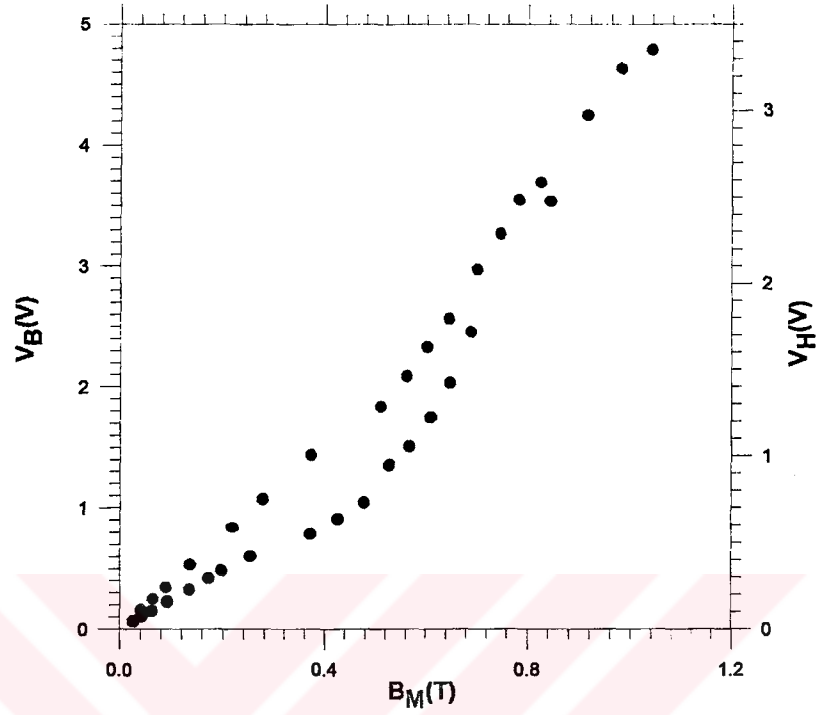
Şekil 1.3 Akı kalibrasyonunu yapabilmek için kurulan sistem



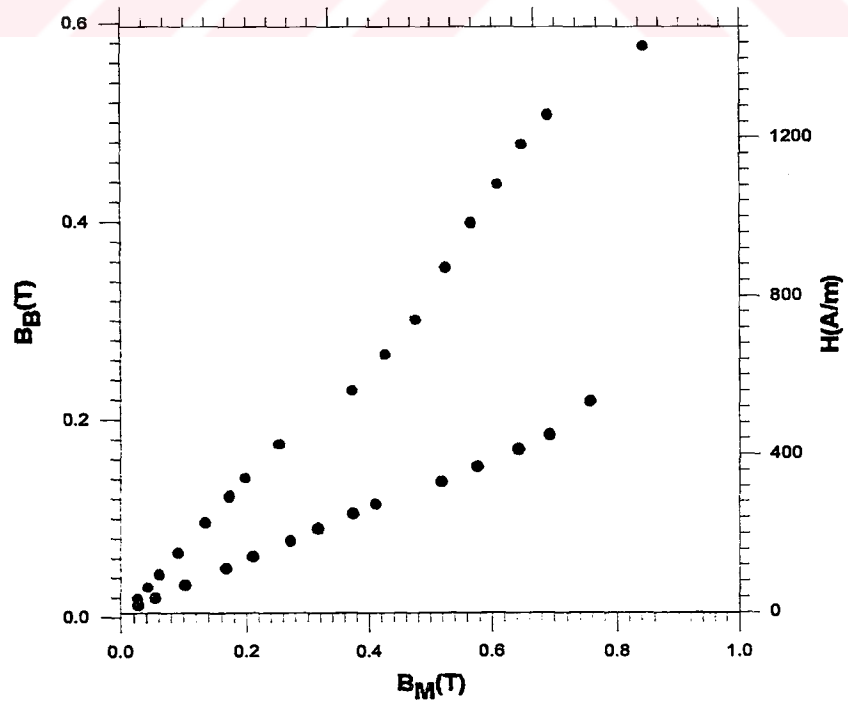
Önceki sisteme ek olarak sağlam levha üzerine N_3 sarımı yerleştirildi. Sistem manyetize edildiğinde N_3 sarımı üzerinde bir sinyal indüklendi. İndüklenen sinyalin potansiyelini ölçerek (1.1) bağıntısı yardımıyla levha üzerine geçen manyetik akı yoğunluğu bulundu. Manyetik akı yoğunluğu frekansa bağlı olduğundan yapılacak tüm işlemlerde frekans değişse bile manyetik akı yoğunluğunun değişmemesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik farklı frekanslar ve akım değerleri için, manyetize edici sistemin bacağındaki ve levhadaki oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti ölçüldü. (1.1) bağıntısından manyetik akı yoğunluğu hesaplandı. 0.3Ω 'luk güç direnci üzerindeki V_H potansiyel farkı kare ortalama karekök ölçen voltmetre kullanılarak ölçüldü. (1.3) bağıntısını kullanarak manyetik alan şiddetinin büyüklüğü hesaplandı. [3]

$$H = \frac{\sqrt{2}NV_H}{LR} \quad (\text{A/m}) \quad (1.3)$$

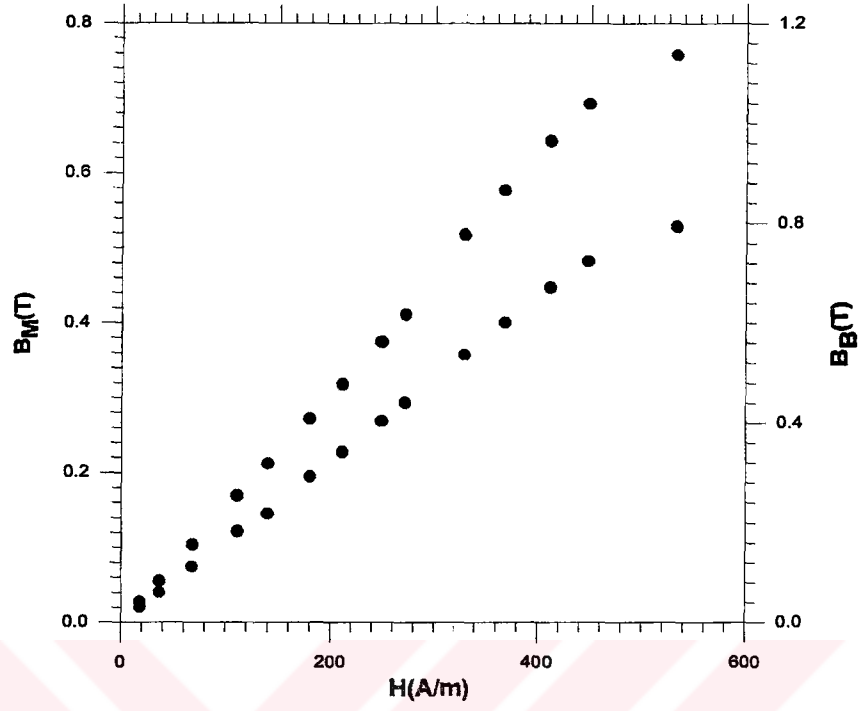
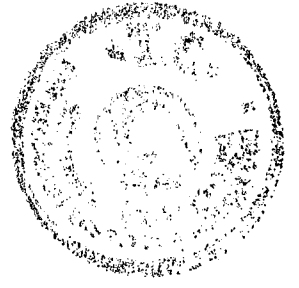
Her frekans için H , B_{bacak} , B_{malzeme} 'ye göre grafikler çizildi.



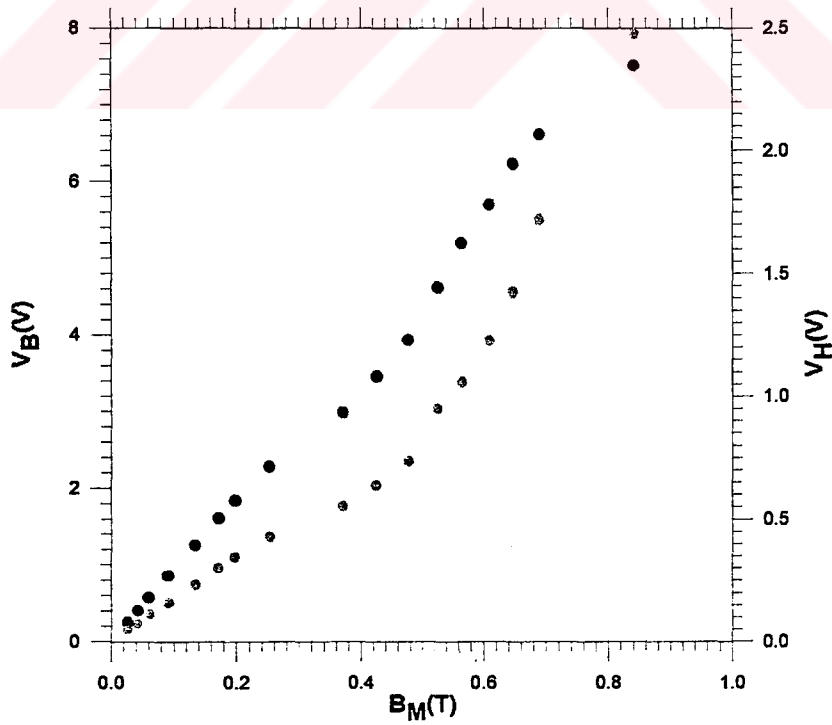
Şekil 1.4 Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (50 Hz)



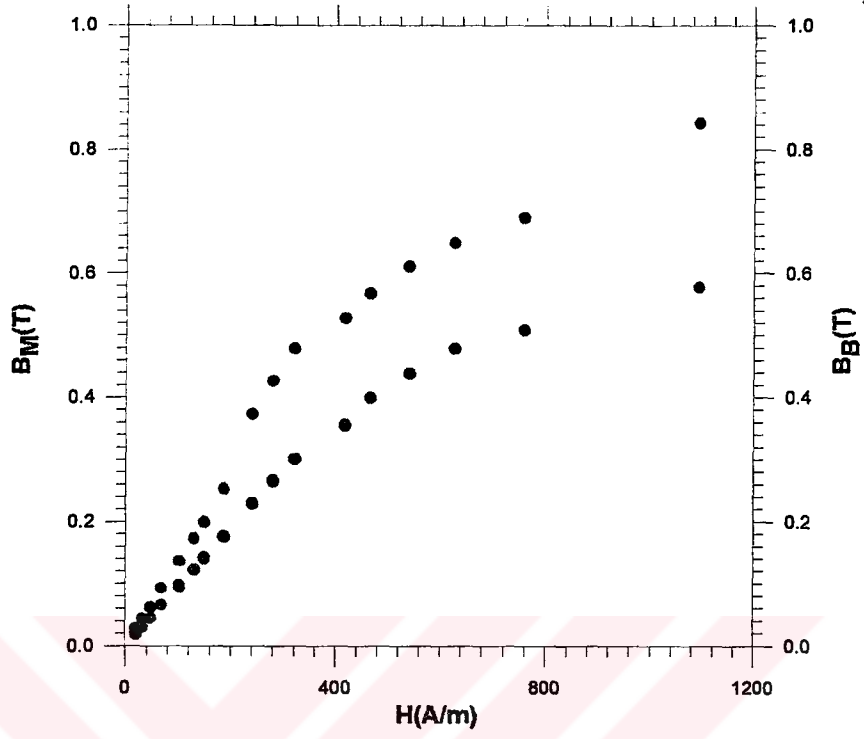
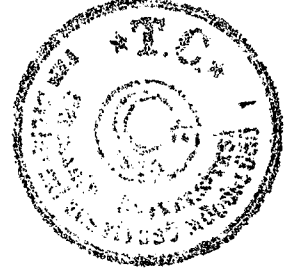
Şekil 1.5 Malzemedan geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (50 Hz)



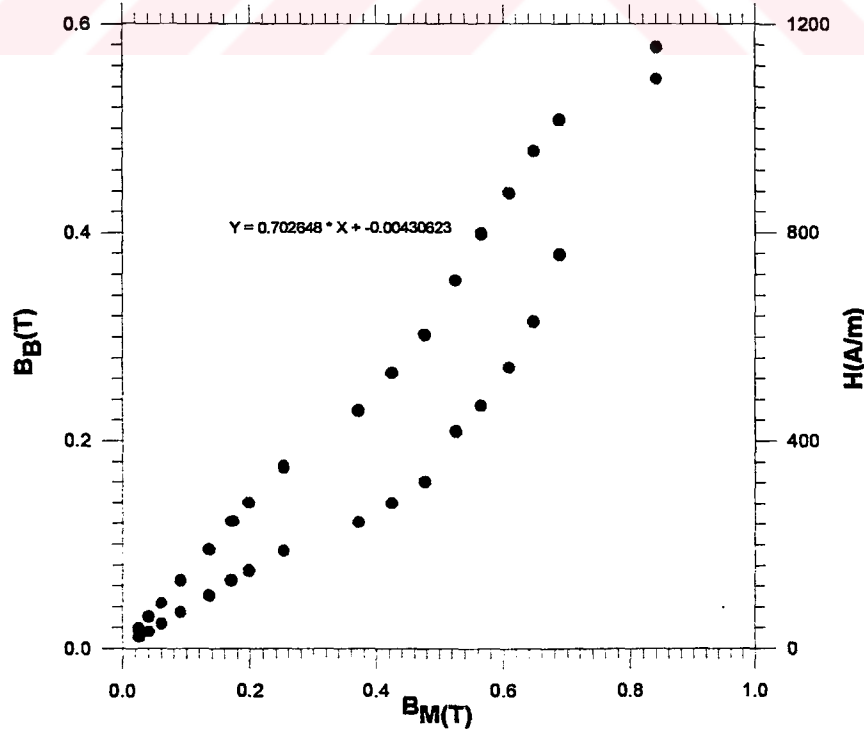
Şekil 1.6 Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (50 Hz)



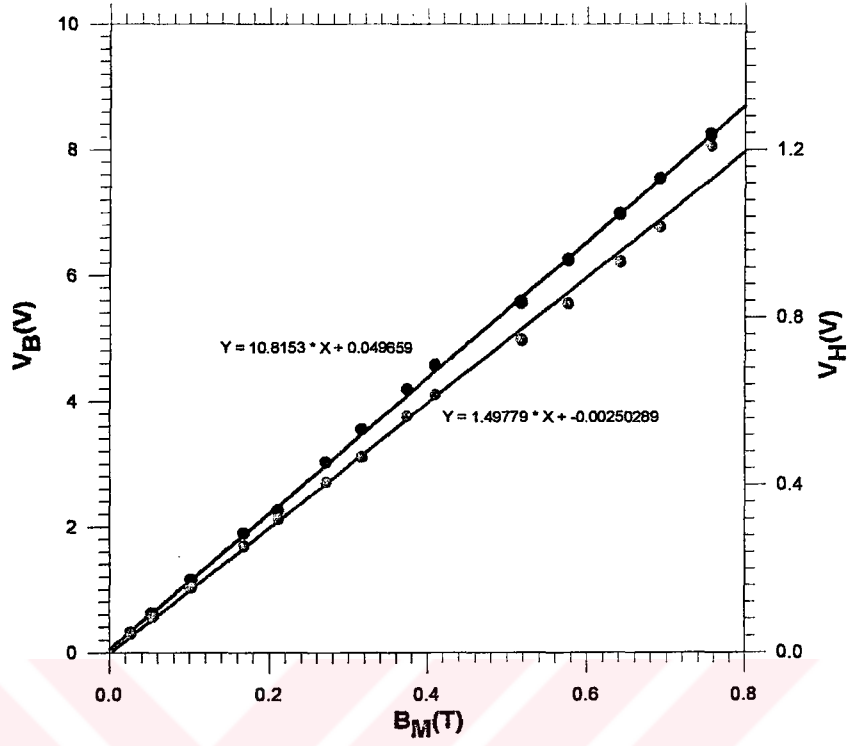
Şekil 1.7 Malzemeden geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (100 Hz)



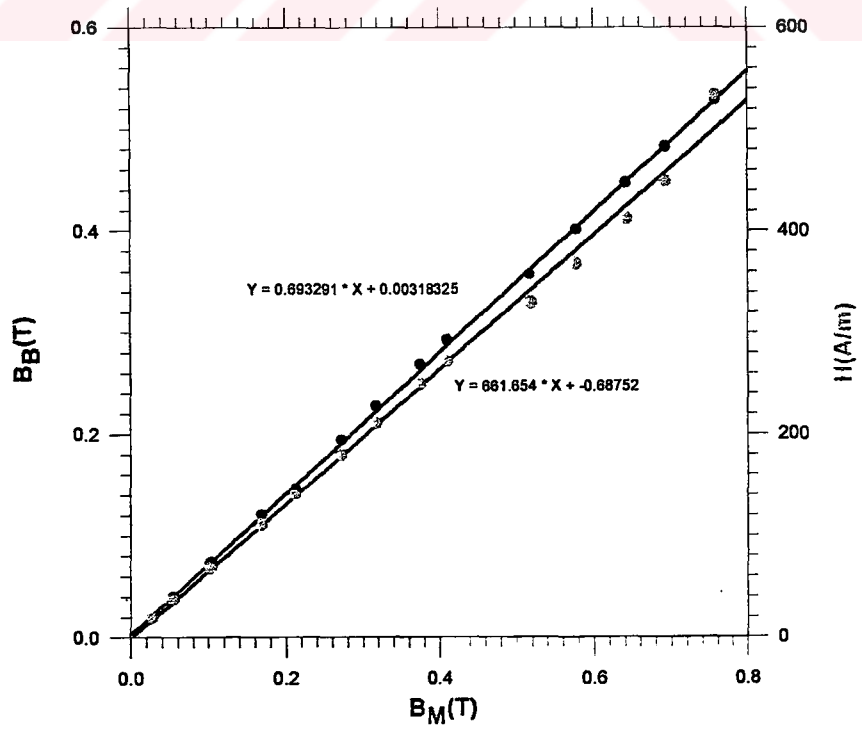
Şekil 1.8 Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (100 Hz)



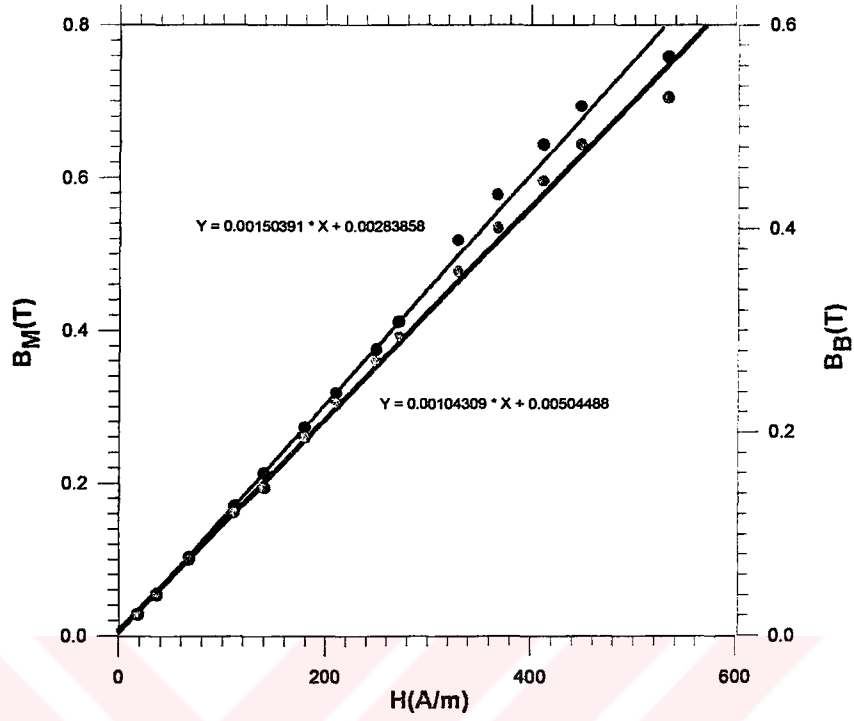
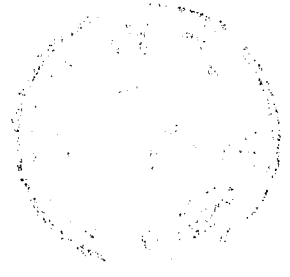
Şekil 1.9 Malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (100 Hz)



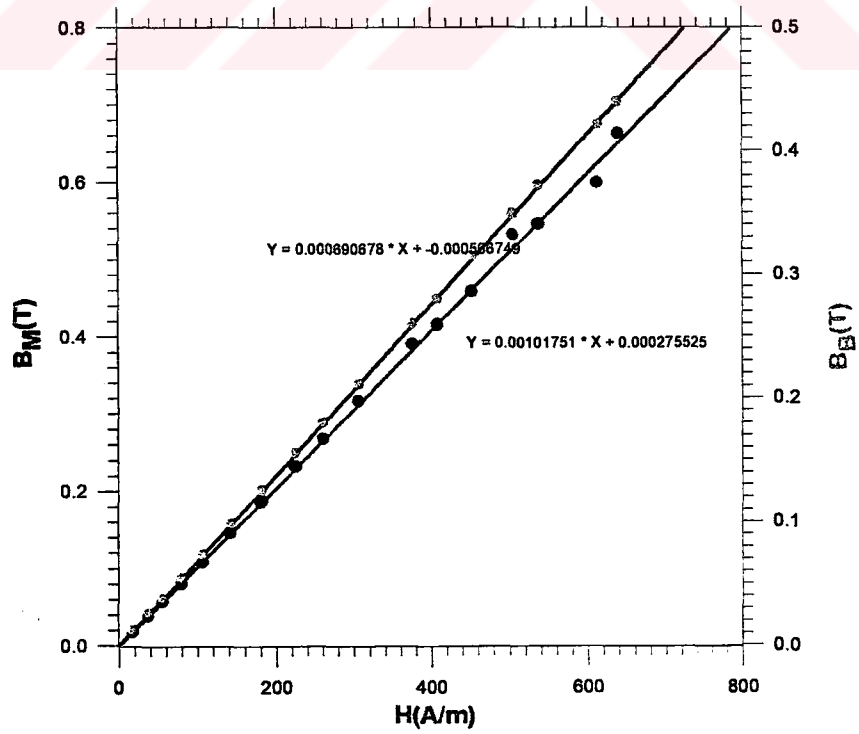
Şekil 1.10 Malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (200 Hz)



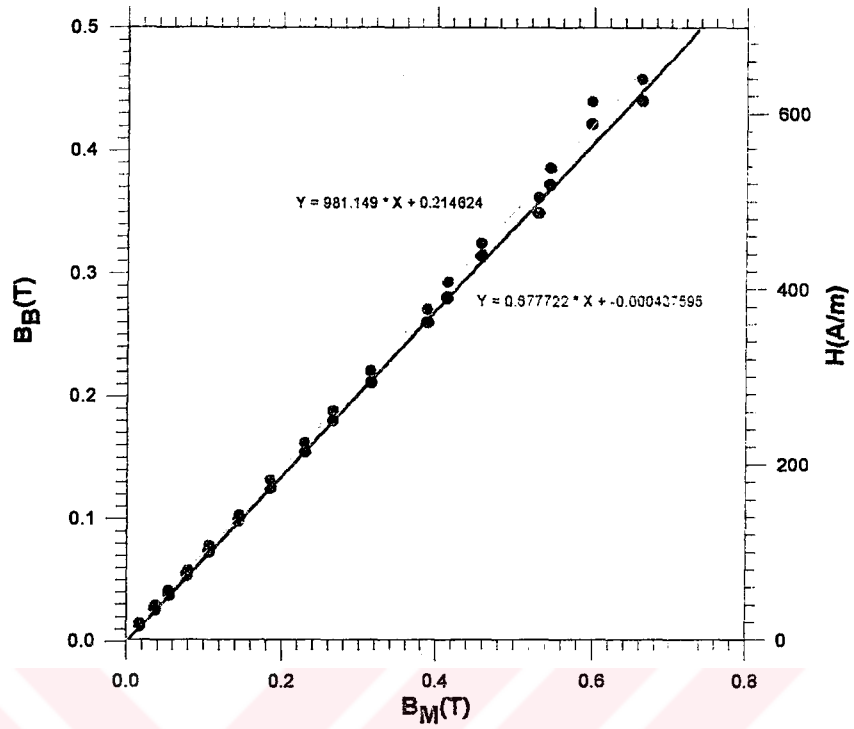
Şekil 1.11 Malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (200 Hz)



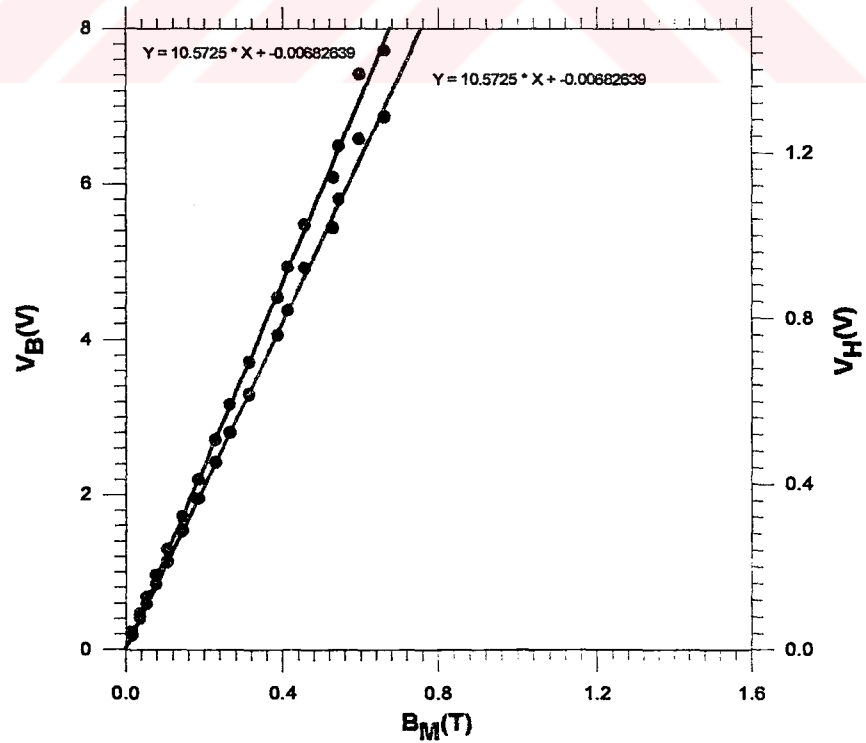
Şekil 1.12 Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (300 Hz)



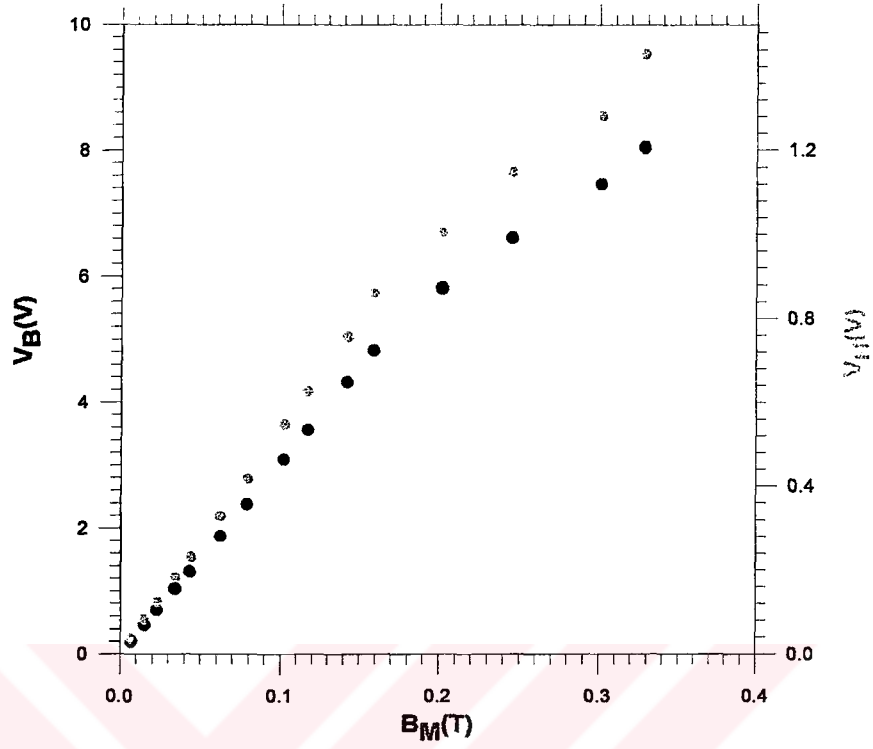
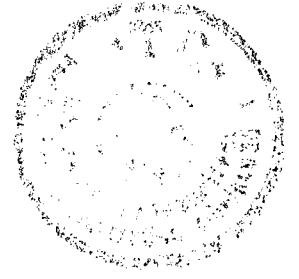
Şekil 1.13 Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (300 Hz)



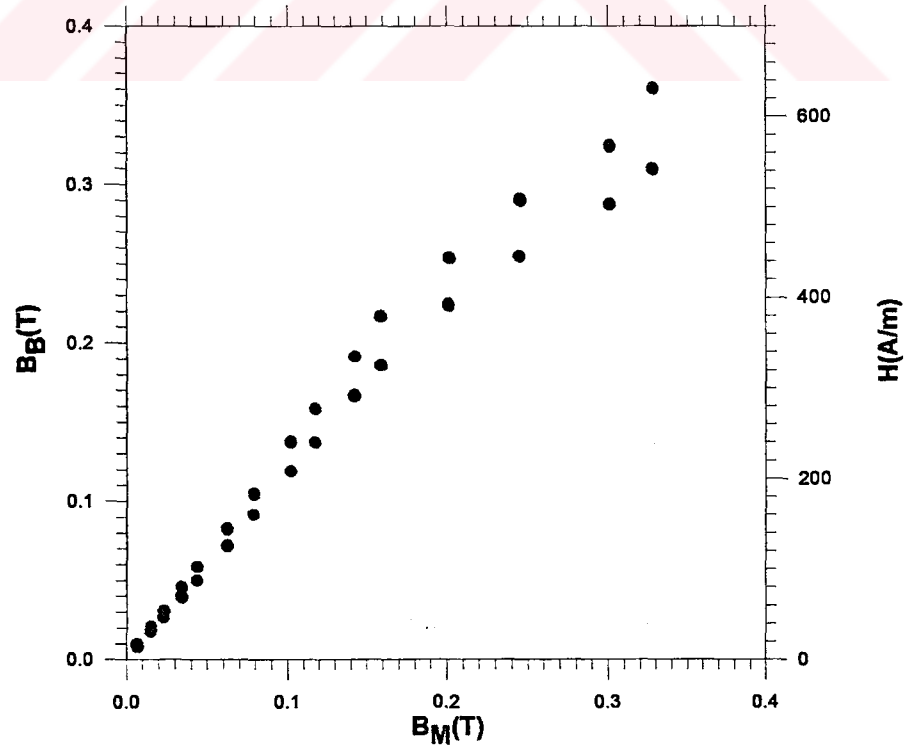
Şekil 1.14 Malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (300 Hz)



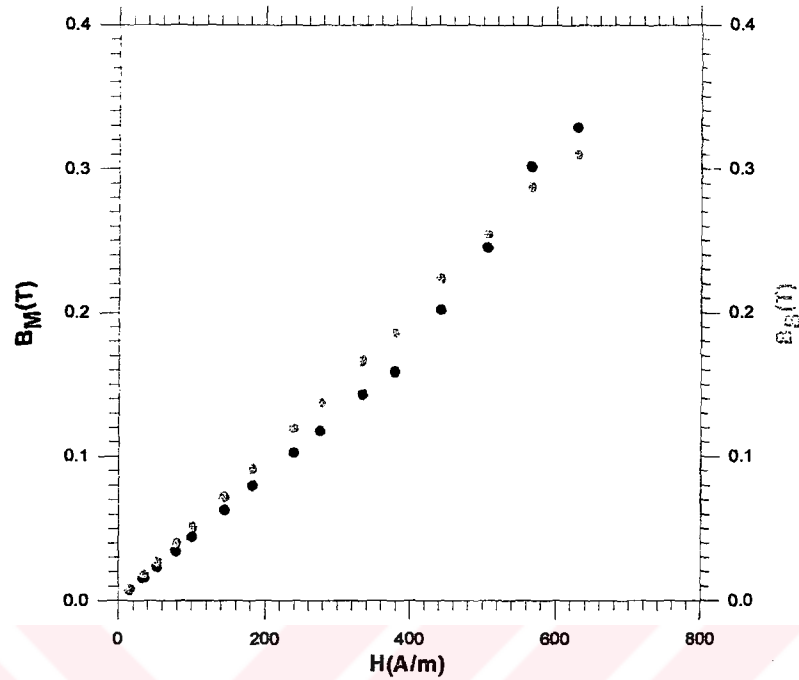
Şekil 1.15 Malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (300 Hz)



Şekil 1.16 Malzemeden geçen manyetik akı yoğunluğunun, V_B ile V_H 'ye göre değişimi (500 Hz)



Şekil 1.17 Malzemeden geçen manyetik akı yoğunluğunun, B_B ile H 'ye göre değişimi (500 Hz)



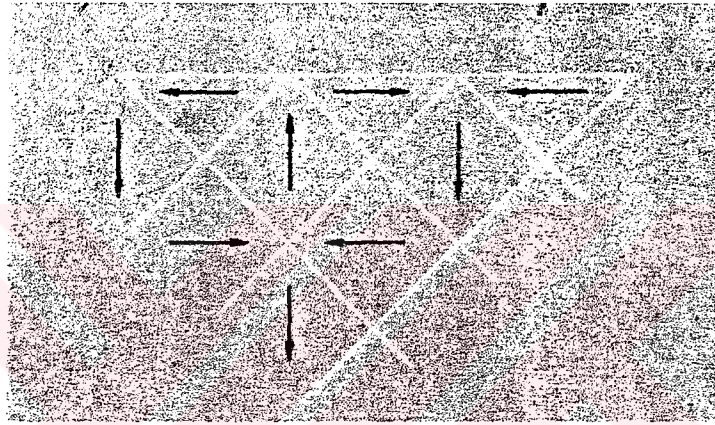
Şekil 1.18 Manyetik alan şiddetinin, B_M ile B_B 'ye göre değişimi (500 Hz)

Yukarıdaki grafiklerde H , uygulanan manyetik alanı; B_B bacaktaki manyetik akı yoğunluğunu; V_B bacaktaki emk'yi; B_M malzemeye geçen manyetik akı yoğunluğunu ve V_H ise, N_1 sarımından geçen akımın power rezistörün üzerinde oluşturduğu gerilimi göstermektedir. Grafiklerde görüldüğü gibi, tüm frekanslarda levha şeklindeki malzemeden geçen manyetik akı yoğunluğu 0.2 tesla için B_{bacak} ile B_{malzeme} arasında lineer ilişki vardır. Bu yüzden yapılan tüm deneylerde levhadan 0.2 tesla'lık manyetik akı geçirilmesi düşünüldü. Her farklı frekans için, B_{malzeme} manyetik akı yoğunluğunun 0.2 tesla olabilmesi için V_H geriliminin hangi değerde olması gerektiği grafiklerden tespit edilebilir.



1.3 Ferromanyetik Malzemelerin Özellikleri

Günlük hayatta en çok karşımıza çıkan ferromanyetik malzeme demirdir. Manyetik özellik göstermeyen bir demir parçasında, her birinde spinlerin aynı yönde yönelmiş olduğu, çok sayıda küçük manyetik bölgeler vardır. Bu manyetik bölgelerdeki, spinlerin düzenlenme doğrultuları birbirinden farklıdır. Bu manyetik bölge içinde, atomik boyutlarda milyonlarca manyetik moment vardır. Manyetik bölgelerin dağılımı Şekil 1.19’da gösterilmektedir.



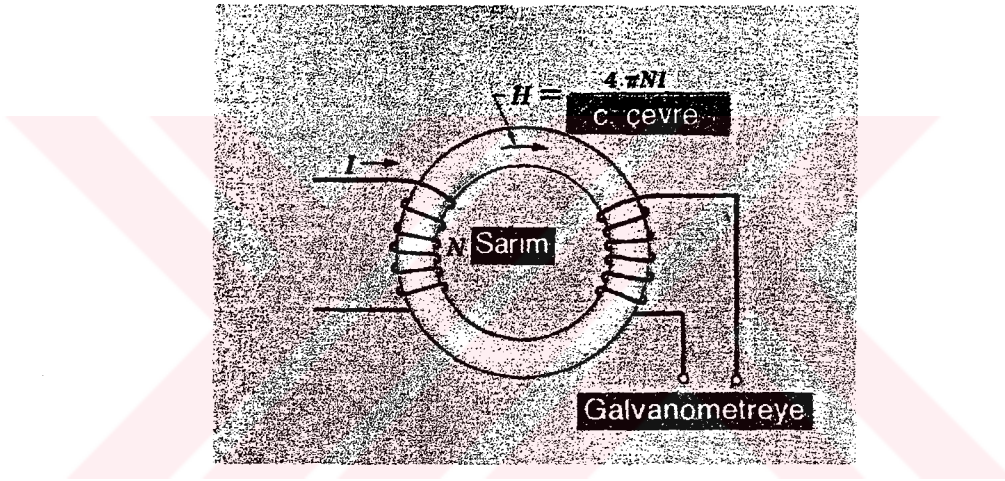
Şekil 1.19 Demir tek kristali içinde manyetik bölgelerin düzenlenişi [1]

Bu dağılımın nedeni, tüm spinlerin ayrı doğrultudaki yönelimlerine bakınca, enerji bakımından daha kolay olabilmesidir. Manyetik bölme yapısı oluşturabilmek için, daha az bir enerji gerekmektedir.

Demir bir çubuk üzerine bir tel sarar ve bu telden bir akım geçirirsek, bu maddeye bir manyetik alan uygulanmış olur. Bu manyetik alan içinde, alana paralel aynı yönlü manyetik momentlerin enerjisi, alana zıt yönlü manyetik momentlerin enerjisinden daha küçük olacaktır. Bu durumda bazı manyetik bölgeler, diğerlerine göre daha elverişli durumda olup, diğer bölgelerin zararına büyüme göstereceklerdir. Elverişli bir bölgenin sınırına yakın ama elverişsiz bir bölgedeki spinler, elverişli bölgedeki yönelimi alarak bölge değiştirirler. Bu ise, iki spin topluluğu arasında sınırların değişmesi demektir. Bu, bir tek kristal için çok kolay olup, uygulanan zayıf bir manyetik alan, sınır kayması ile çok büyük bir bölge büyümesi sağlar ve böylece

çok büyük bir magnetizasyon oluşur. Eğer manyetik alan, malzemenin kolay doğrultularından birine paralel olarak uygulanmazsa, elverişli olmayan bölgelerde tam bir boşalma olmaz ve bir kısım zıt yönlü manyetik momentler geride kalır. En büyük magnetizasyonu elde edebilmek için, bu manyetik momentleri de aynı yönelime getirebilecek, güçlü bir manyetik alan uygulanmalıdır.

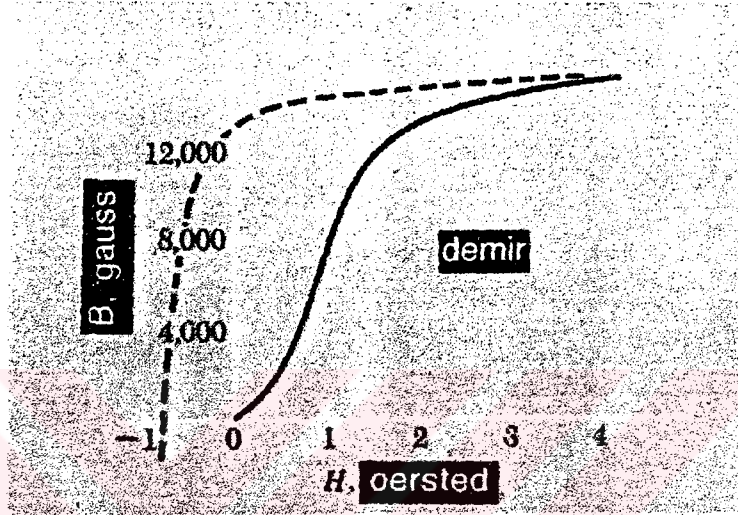
Şimdi bir demir parçasının, çeşitli şiddetteki manyetik alanların etkisi altındaki özelliklerini inceleyelim. Bunun için, üzerine iki kangal sarılmış, bir demir halkayı ele alalım. Bu durum Şekil 1.20’de gösterilmektedir.



Şekil 1.20 Bir ferromanyetik manyetik madde içinde B ile M ve B ile H arasındaki ilişkiyi inceleyebilen bir sistem [1]

Bu demir içinde, uç etkilerinin bulunmadığı düzgün bir manyetik alan elde edilir. Kangallardan birinin uçlarında indüksiyonla oluşan potansiyel farkını ölçerek, ϕ manyetik akı değişimini ve manyetik alan değişimini bulabiliriz. $B = 0$ ‘ dan başlayarak, B ‘deki değişimleri izlersek, B manyetik alanı biliniyor denebilir. Diğer kangaldan geçen akım, H alanını belirlediğine göre, B ve H alanları bilinirse M hesaplanabilir. Eğer kangalın içinde demir olmasaydı, 1 öersted’in değeri, 1 gauss olurdu. H alanı birkaç oersted’i bulunca, B alanı binlerce gauss değerine çıkmaktadır.

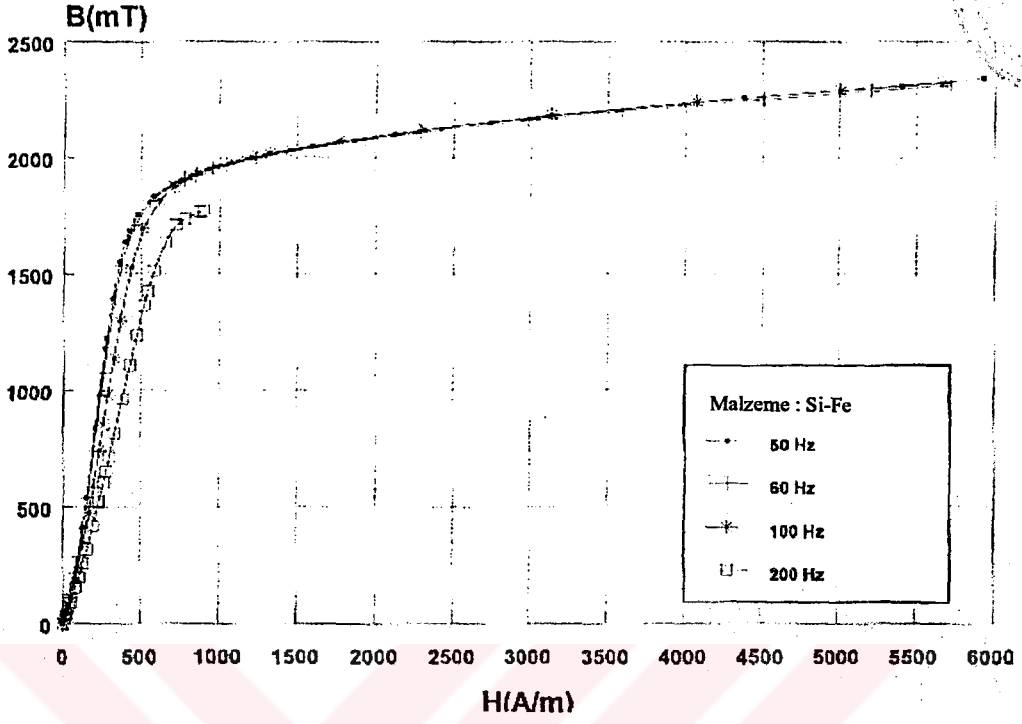
$B = 0$, $H = 0$ ' dan , yani mıknatıslanmamış demirden yola çıkarsak, H 'yi arttırdığımızda B 'de çizgisel olmayan bir artış gözlenir. Başlangıçta yavaş olan bu artış sonra hızlanır. Daha sonra yavaşlayarak doyma değerine ulaşır. Doyma noktasında, sabit olan B olmayıp M 'dir. Şekil 1.21'de saf demirin mıknatıslanma eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 1.21 Saf demirin mıknatıslanma eğrisi

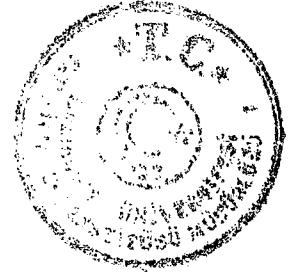
$B - H$ eğrisinin yassılaştırmış kesiminde, atomik manyetik momentler, uygulanan manyetik alana, alana paralel duruma getirilmişlerdir. Kangaldaki akım şiddeti yavaş yavaş azaltılırsa, yani H azalır, eğri aynı çizgi üzerinden dönmeyiz. Şekil 1.21'de kesikli çizgilerle gösterilen eğri elde edilir. Bu tersinmez olaya "Histeresiz" denir. Bunun nedeni, domain sınırlarının kaymasının, tersinir olmamasıdır. [4-5-6-7]

Deneyel çalışmada MOH adında Si-Fe malzeme kullanıldı. Bu malzemenin saf demirden farkı, demir atomları arasına silikon atomlarının difüze edilmiş olması ve kolay magnetize edilebilme doğrultusunun $[100]$ olarak ayarlanmış olmasıdır. Böyle bir malzemenin $B - H$ karakteristik eğrisi aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1.22 Si-Fe malzemesinin B-H karakteristik eğrisi [2]

Deneysel çalışmada, üzerinde çatlak arayacağımız malzemenin, manyetik özellik taşıması, kolay bulunabilir ve günlük hayatta önemli araçların yapımında kullanılabilir olması aranan özelliklerdi. Si-Fe malzemenin bu amaca uygun olacağı düşünüldü.



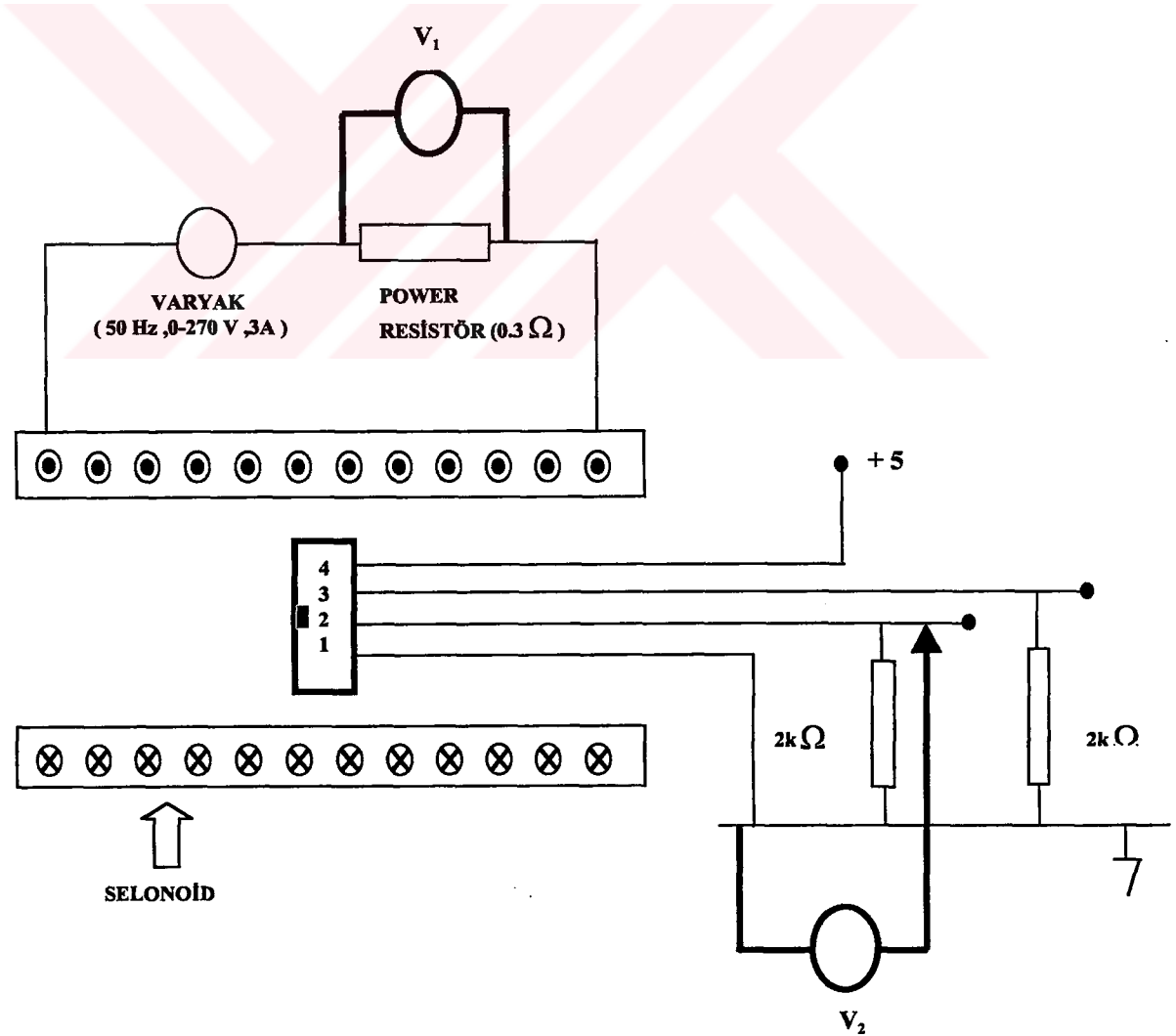
2. BÖLÜM

2.1 DENEYSEL SİSTEMİN KALİBRASYONU

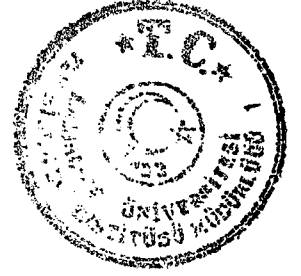
Çatlağın olduğu bölgede manyetik akının y bileşenin olacağı önceki bölümde anlatıldı. Manyetik akının B_y bileşenini okuyabilmek için algılayıcı olarak Hall etkili sensör ve bobin kullanıldı. Çatlak bölgesinde hall etkili sensörün bacaklarında oluşan hall potansiyelinin ne kadarlık manyetik alana karşılık geldiğini bulabilmek için Hall etkili sensör manyetik alana göre kalibre edildi.

2.1.1 Hall Etkili Sistemin Kalibrasyonu

Bu amaç için Şekil 2.1'deki düzenek kuruldu.



Şekil 2.1 Hall etkili sensörün kalibrasyonunda kullanılan devrenin şeması [3]



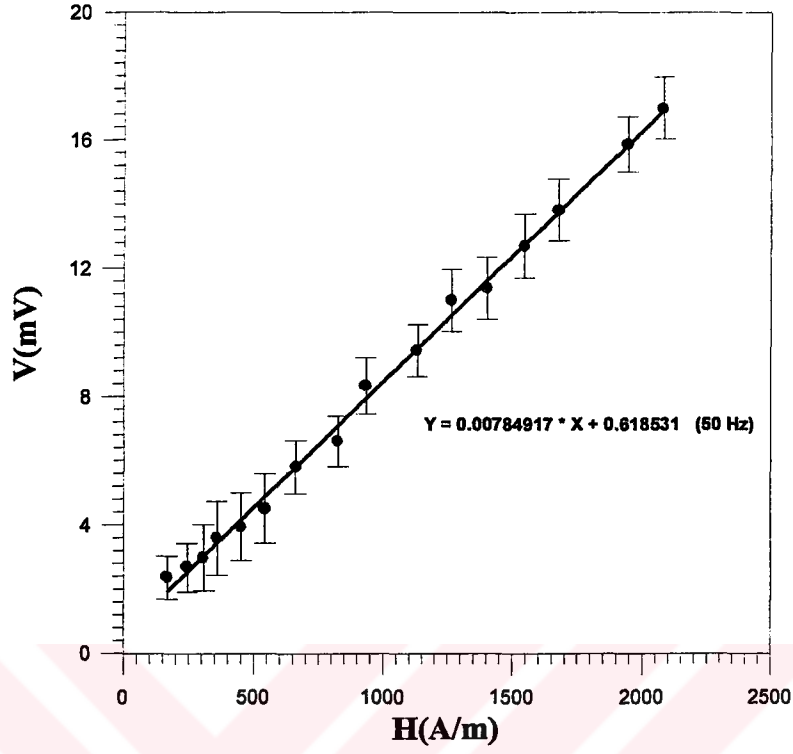
Deneysel çalışmada lineer hall etkili sensör kullanıldı. Lineer hall etkili sensörün teknik özellikleri Ek-1’de verildi. Düzenekte varyak yardımıyla Power Rezistör üzerinden değişik akımlar geçirildi ve üzerindeki V_1 gerilim ölçüldü. Varyak’ın verdiği akım değeri ;

$$I = \frac{V_1}{R} \quad (\text{A}) \quad (2.1)$$

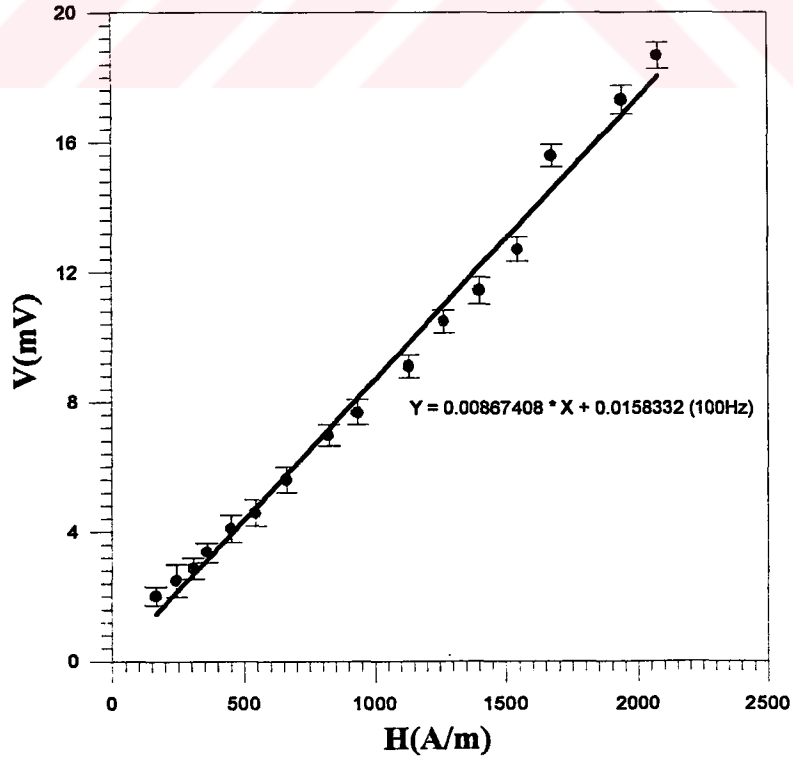
formülü ile bulundu. Bu akım $N = 577$ sarımlı $L = 94.6 \text{ cm}$ uzunluğunda selonoide verildi. Selonoid içinde oluşan manyetik alan ;

$$H = \frac{\sqrt{2}}{L} NI \quad (\text{A/m}) \quad (2.2)$$

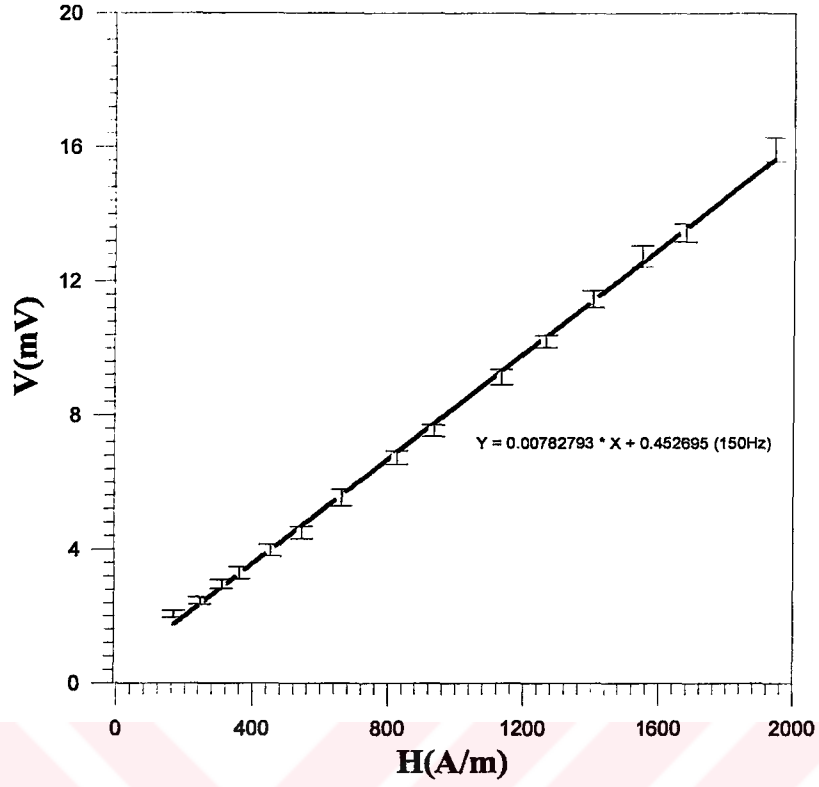
formülü ile bulundu. Selenoidin içinde manyetik akının en homojen olduğu tam ortasına Hall etkili sensör yerleştirildi ve 2 uçlu bacağından hall potansiyeli olan V_2 ölçüldü. Her farklı giriş akımı için hall etkili sensörde oluşan hall potansiyeli 10 defa ölçüldü ve grafiklere bunların ortalaması yansıtıldı. Bu 10 ölçümün standart sapması hesaplanarak her farklı akım değeri için ölçülen hall potansiyelinin mutlak belirsizliği ve bunlar hata çubukları yardımıyla grafiklere yansıtıldı. Aşağıda farklı frekanslar için, selonoidin içinde oluşan manyetik alanın, hall etkili sensörde oluşan hall potansiyeline göre değişim grafikleri gösterildi.



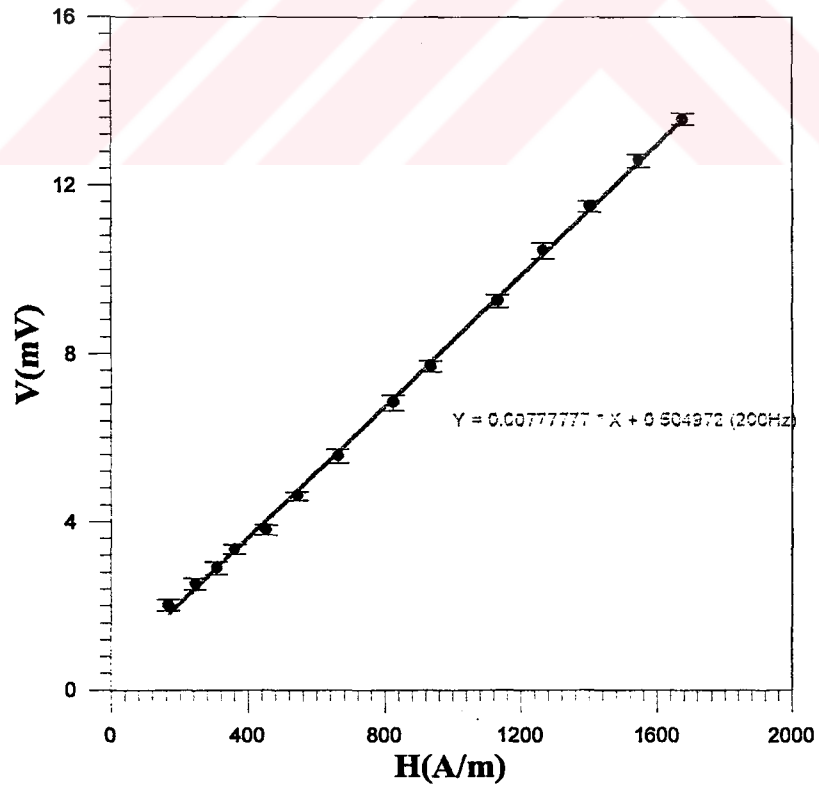
Şekil 2.2 Frekans 50 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu



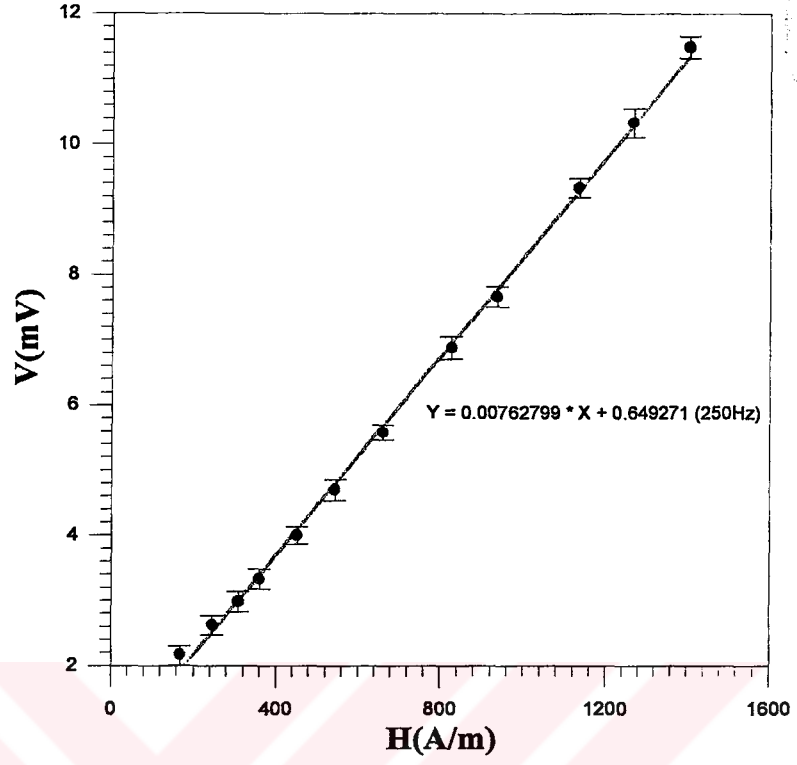
Şekil 2.3 Frekans 100 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu



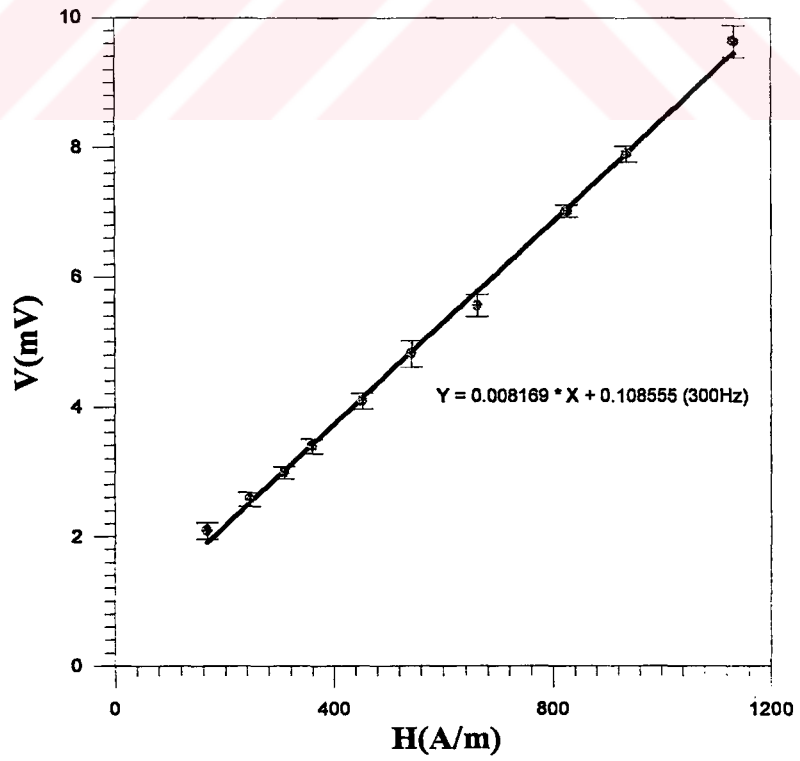
Şekil 2.4 Frekans 150 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu



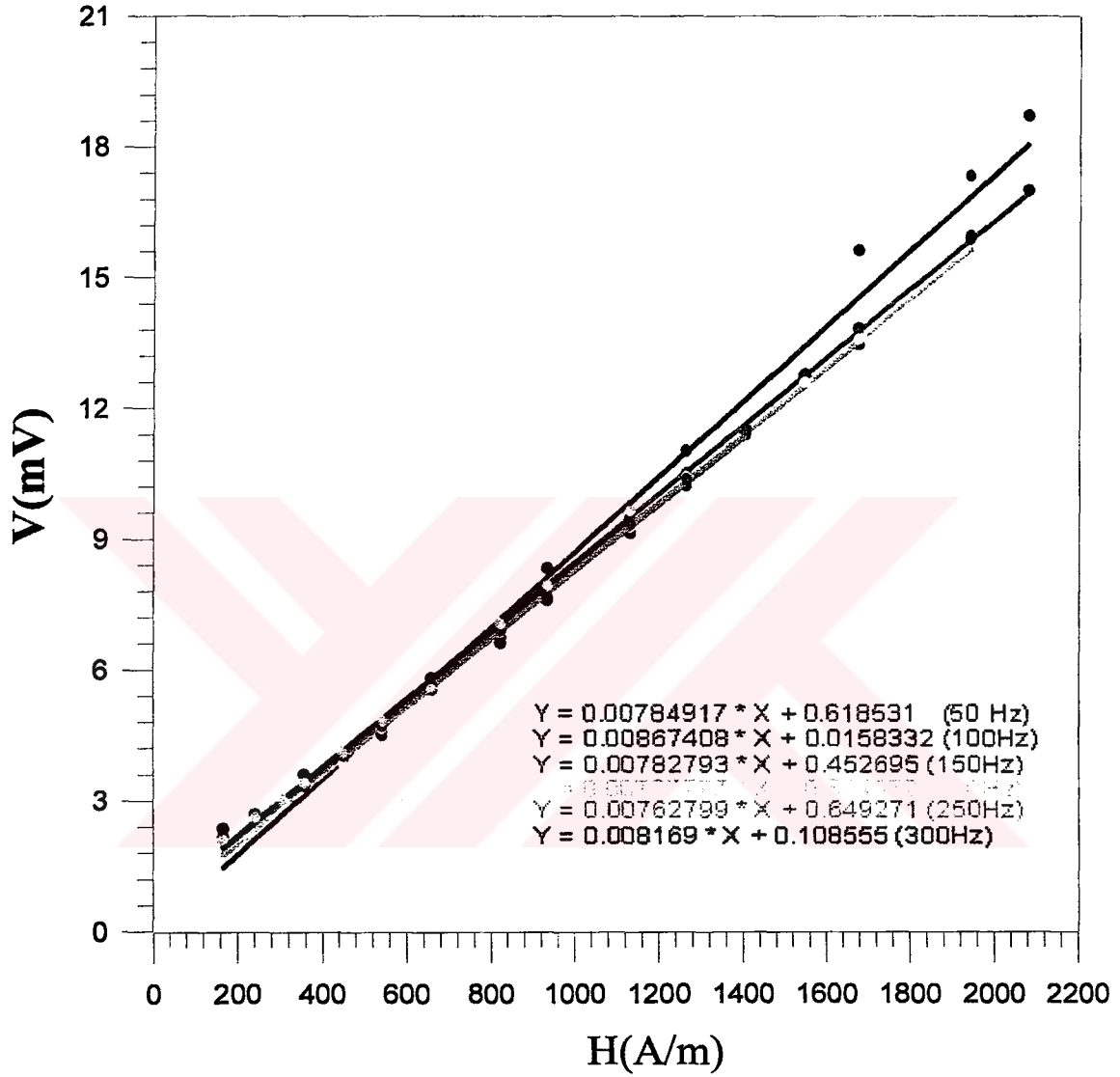
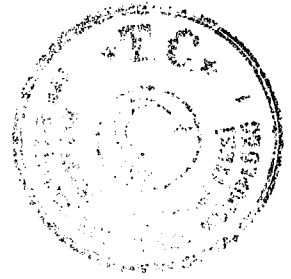
Şekil 2.5 Frekans 200 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu



Şekil 2.6 Frekans 250 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu

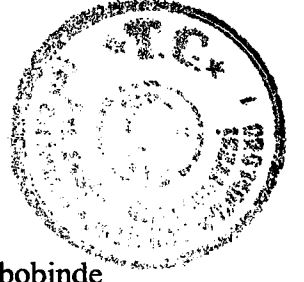


Şekil 2.7 Frekans 300 Hz için Hall etkili sensörün kalibrasyonu



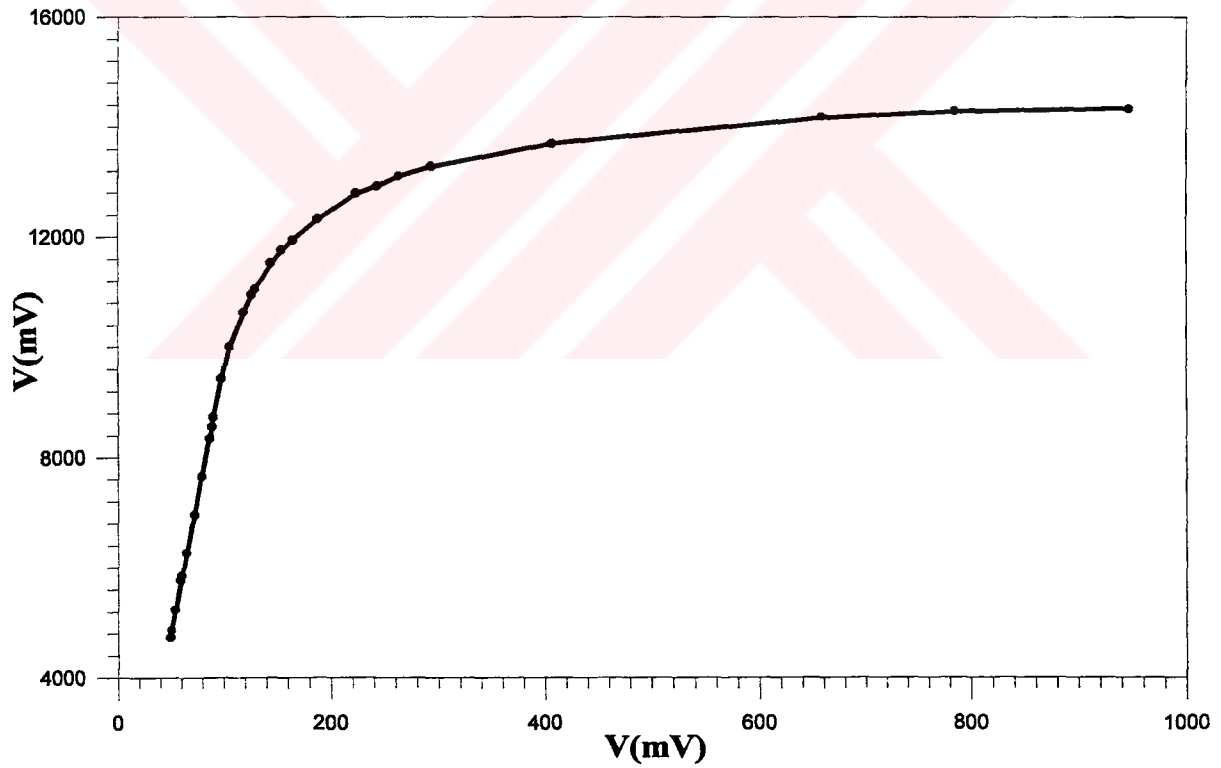
Şekil 2.8 Tüm frekanslar için Hall etkili sensörün kalibrasyon eğrilerinin toplu halde gösterimi

Bu grafiklerden yararlanarak , çatlak bölgesinde B_y 'den dolayı hall etkili sensörde oluşan hall potansiyelinin ne kadarlık bir manyetik alana karşılık geldiği bulunabilir.

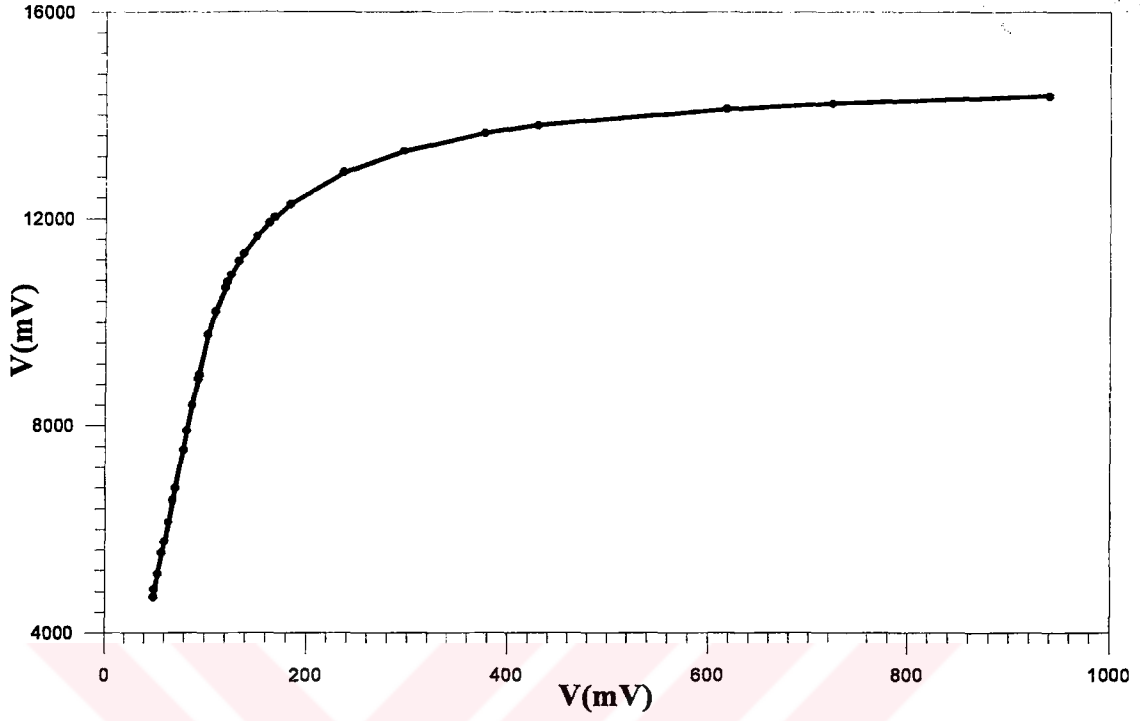
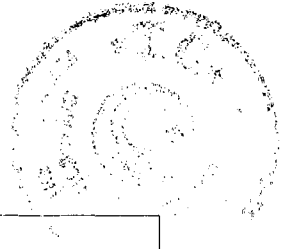


2.1.2 Elektronik Ölçme Sistemi

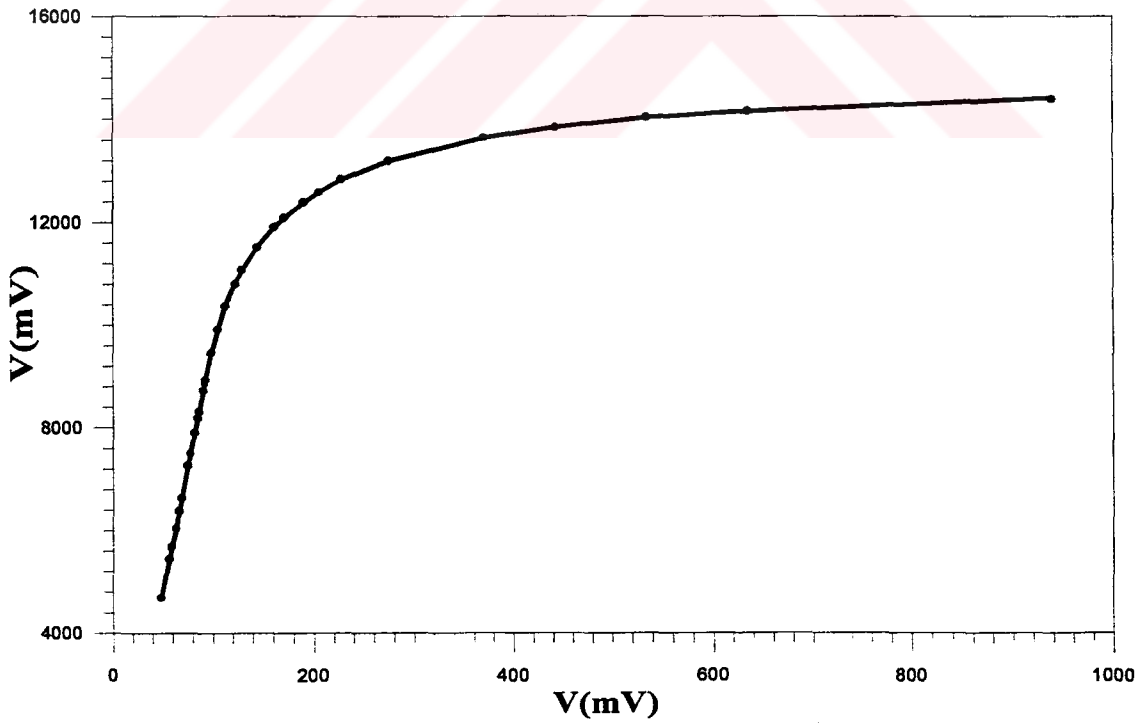
Deneysel çalışmada çatlak bölgesinde hall etkili sensörde ve bobinde B_y 'den dolayı indüklenen hall potansiyelinin ve indüksiyon emk 'sının değeri küçük olduğundan opamplar tarafından değerleri yükseltildi. Deneysel çalışmadan önce opampların farklı frekanslar için giriş potansiyelinin, çıkış potansiyeline göre değişimi incelendi ve lineer çalışma bölgesi tespit edildi. Şekil 2.9 - Şekil 2.15'te, opamp'a verilen giriş potansiyelinin, çıkış potansiyeline göre değişim grafikleri verilmiştir. Ayrıca kullandığımız opampın bacak bağlantıları ve bazı teknik özellikleri Ek-2'de verilmiştir.



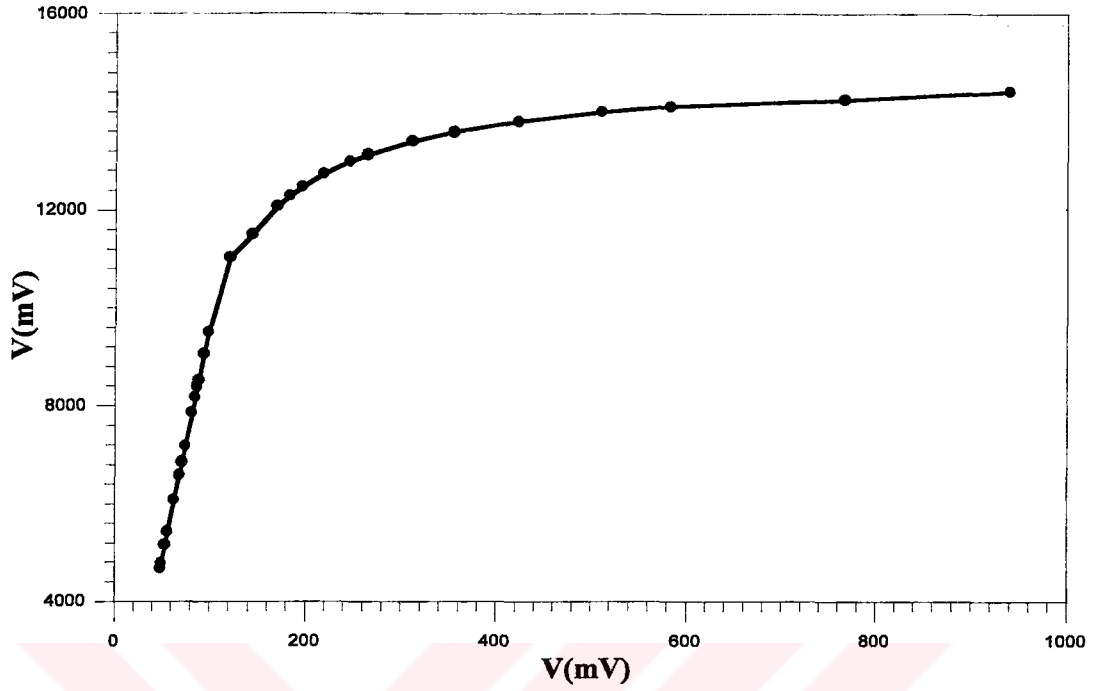
Şekil 2.9 Frekans 50 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi



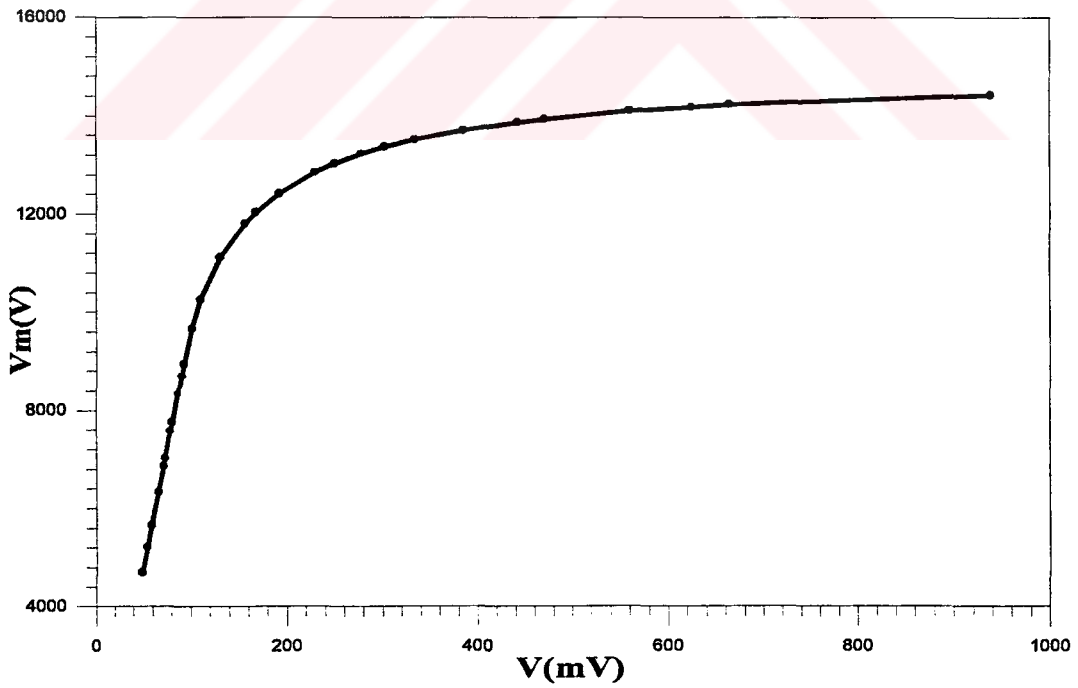
Şekil 2.10 Frekans 100 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi



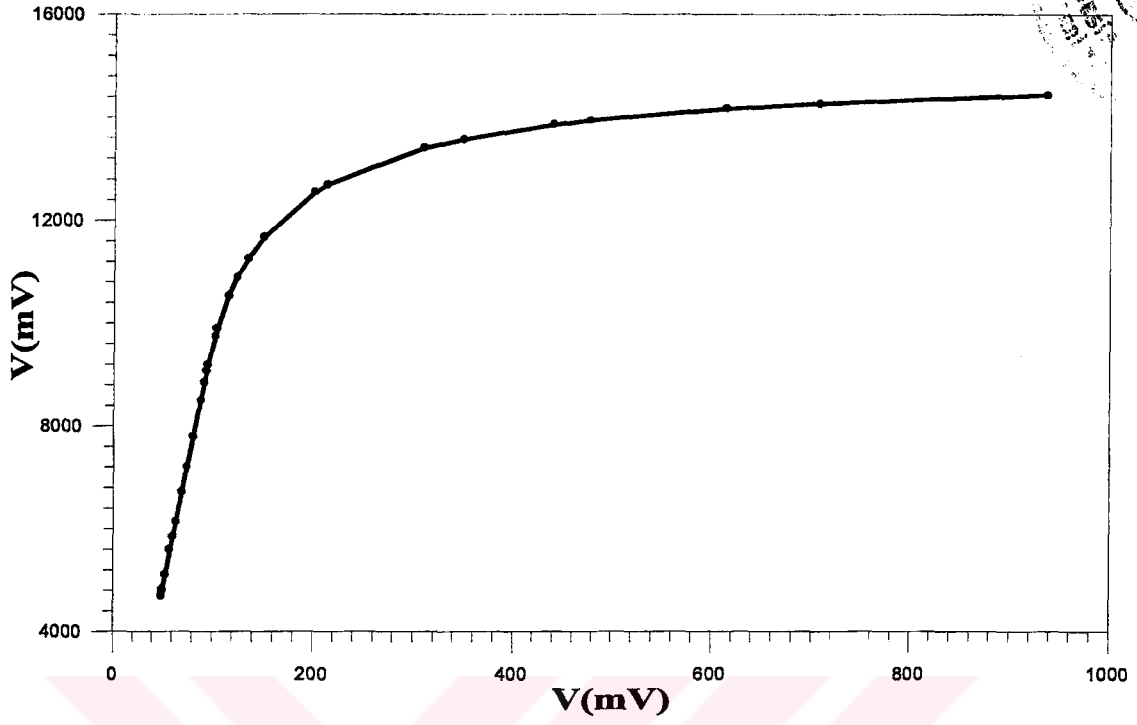
Şekil 2.11 Frekans 150 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi



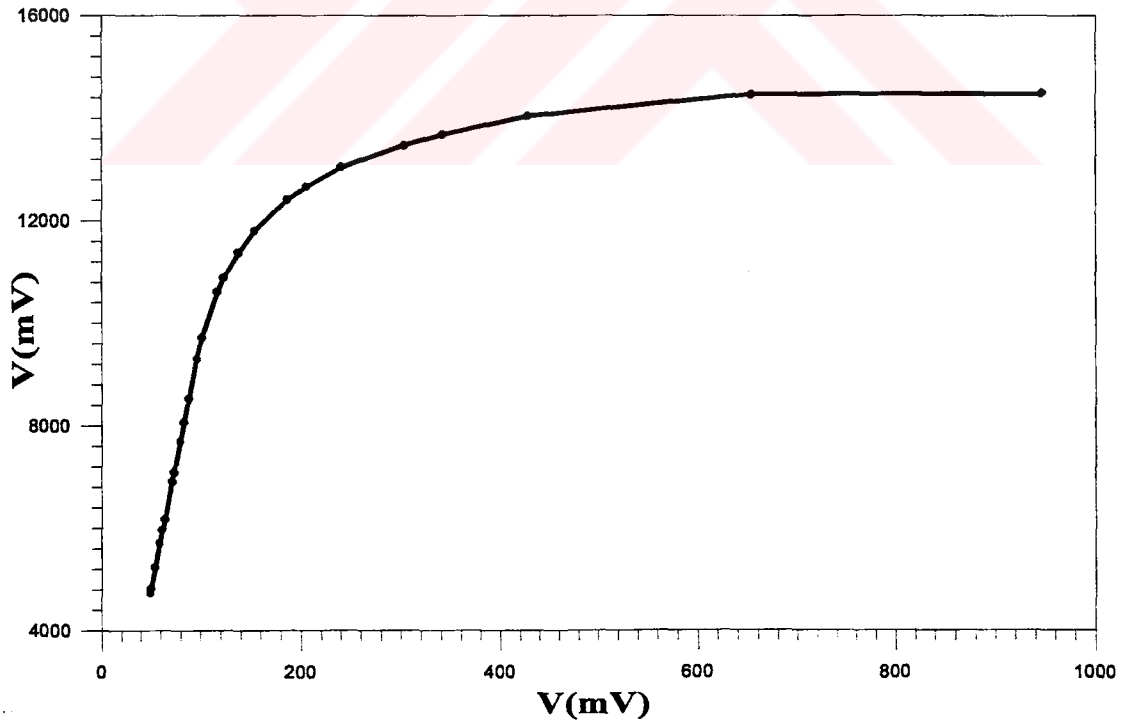
Şekil 2.12 Frekans 200 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi



Şekil 2.13 Frekans 250 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi



Şekil 2.14 Frekans 300 Hz için Opamp'ın karakteristik eğrisi

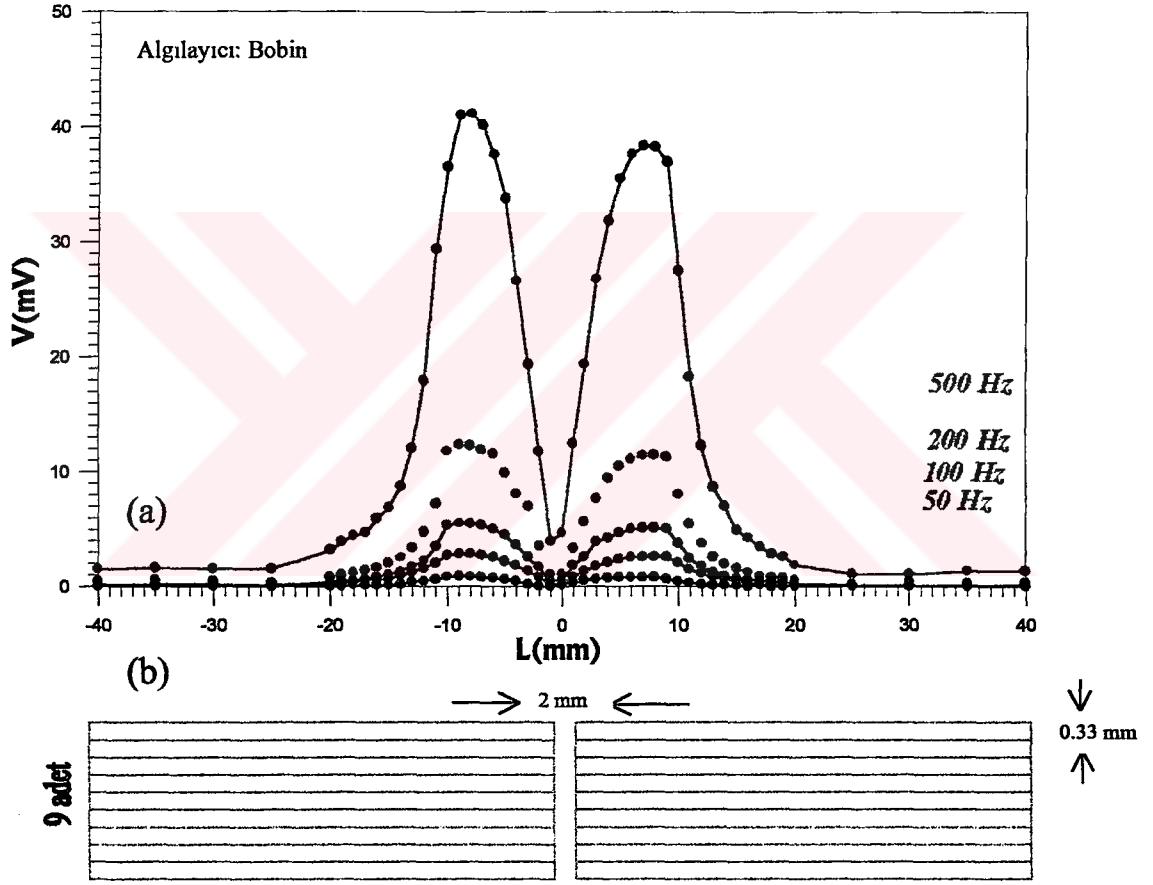


Şekil 2.15 Frekans 1 kHz için Opamp'ın karakteristik eğrisi

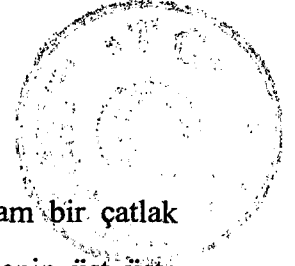
3. BÖLÜM

3.1 ÇATLAK MODELLERİ

Günlük hayatta manyetik malzemelerde oluşabilecek çatlaklar, 0.33 mm kalınlıkta ve 30 mm genişliğinde levha şeklindeki Si-Fe malzemelerin değişik kombinasyonlarda üst üste konmasıyla modellendi. Deneysel çalışma sırasında aşağıda verilen çatlak modelleri oluşturularak çatlak bölgesindeki manyetik akının davranışı incelendi.



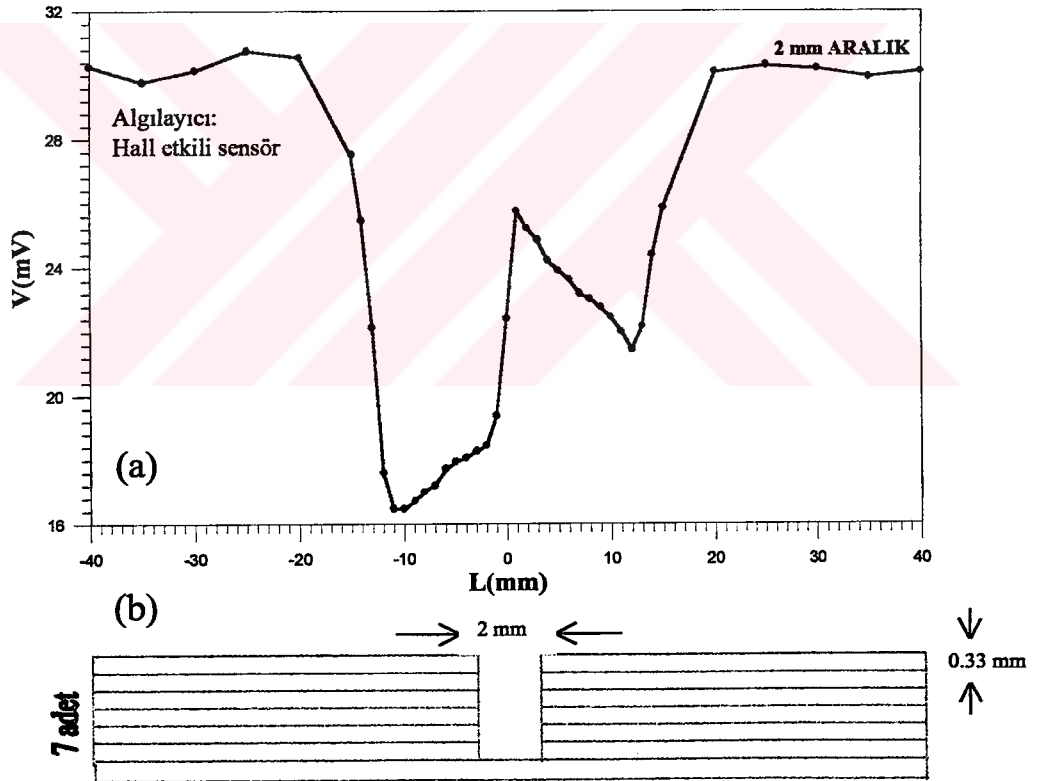
Şekil 3.1 (a) Farklı frekanslar için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.



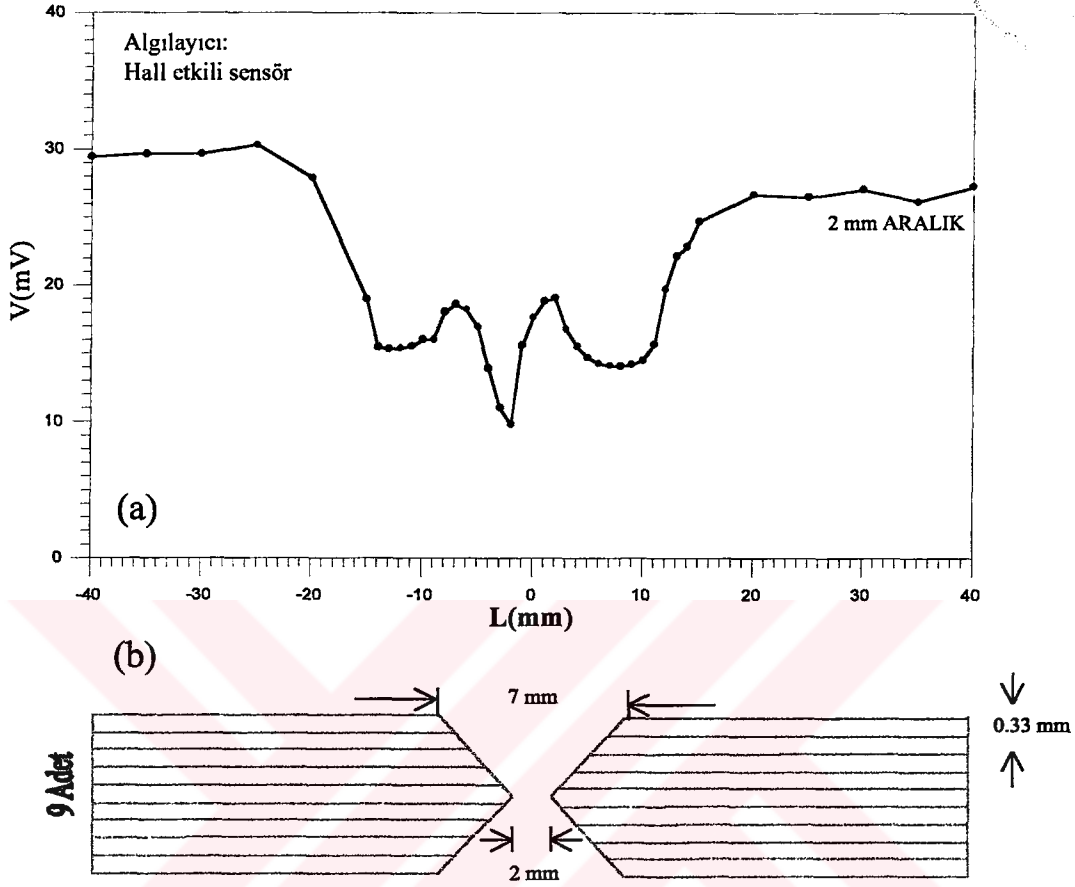
Günlük hayatta manyetik malzemenin üzerinde oluşabilecek tam bir çatlak Şekil 3.1-b'de görüldüğü gibi 9 adet levha şeklindeki Si-Fe malzemenin üst üste konmasıyla oluşturuldu ve çatlağın yeri, taranacak bölgenin tam ortasına genişliği 2 mm olacak şekilde ayarlandı. Deneysel çalışmada bu tür bir tam çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi. Manyetize edici sistemin tam ortasına sensör olarak bobin kondu. Mıknatıslanma frekansı 50 Hz iken, sistem çatlağın olmadığı bölgeden harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi 80 mm tarandı. Tarama esnasında algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesi voltmetre aracılığıyla okundu. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi ve aynı işlemler mıknatıslanma frekansının 100, 200, 300, 500 Hz olduğu durumlar için denendi. Bu değişimin grafikleri Şekil 3.1-a'da toplu olarak görülmektedir. Şekle bakıldığında sinyalin seviyesinin tüm frekanslar için çatlağın olduğu yerde düşmekte olduğunu ve frekans arttıkça sinyalin seviyesinin arttığını görmekteyiz. Çatlağın olduğu yerde sinyalin seviyesinin düşmesinin sebebi, tam çatlak örneklerinde çatlak bölgesinde manyetik akının Şekil 1.2'de görüldüğü gibi iki farklı yol boyunca karşı malzemeye geçmesi, ancak sensörün bu iki farklı manyetik akının süperpozisyonunu algılamasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşenin düşük olması sinyalin seviyesini de düşürmektedir. Frekansın artması ise, çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin değerini artırır. Bu da algılanan sinyalin seviyesini artırır.

Şekil 3.2-b'de ise günlük hayatta manyetik malzemenin üzerinde oluşabilecek yüzey çatlaklarını simgeleyen yarım çatlak modeli görülmektedir. Bu yarım çatlak modeli, 0.33 mm kalınlığında ve 150 mm uzunluğundaki 12 adet levha şeklindeki Si-Fe malzeme ile 0.33 mm kalınlığında ve 300 mm uzunluğundaki 1 adet Si-Fe malzemenin Şekil 3.2-b'deki gibi üst üste konmasıyla oluşturuldu. Çatlağın yeri, taranacak bölgenin tam ortasına genişliği 2 mm olacak şekilde ayarlandı. Deneysel çalışmada, bu tür bir yarım çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Sistemin tam ortasına da algılayıcı olarak hall etkili sensör yerleştirildi. Sistem, taramanın başlama noktasından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi tek yönlü 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği

Şekil 3.2-a'da görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, çatlak bölgesinde sinyalin seviyesi artmaktadır. Halbuki tam çatlak örneğinde sinyalin seviyesi düşmekteydi. Şekil 1.2'de görüldüğü gibi tam çatlak örnekleri için manyetik akı çatlakın öbür tarafına +y ve -y yönünde pik çizerek geçerken, yarım çatlak örneklerinde ise manyetik akının -y yönündeki geçişi sağlam malzeme üzerinden sağlanmaktadır. Dolayısıyla yarım çatlak örneklerinde, çatlak olduğu yerde +y yönündeki manyetik akıyı azaltacak herhangi bir bileşen olmadığı için sensör sadece +y yönündeki manyetik akıyı algılar. Bundan ötürü yarım çatlak örneklerde çatlak bölgesinde sensörün algıladığı sinyalin seviyesi daha büyük olacaktır. Bu durum iki şekli kıyasladığımızda rahatlıkla görülmektedir.



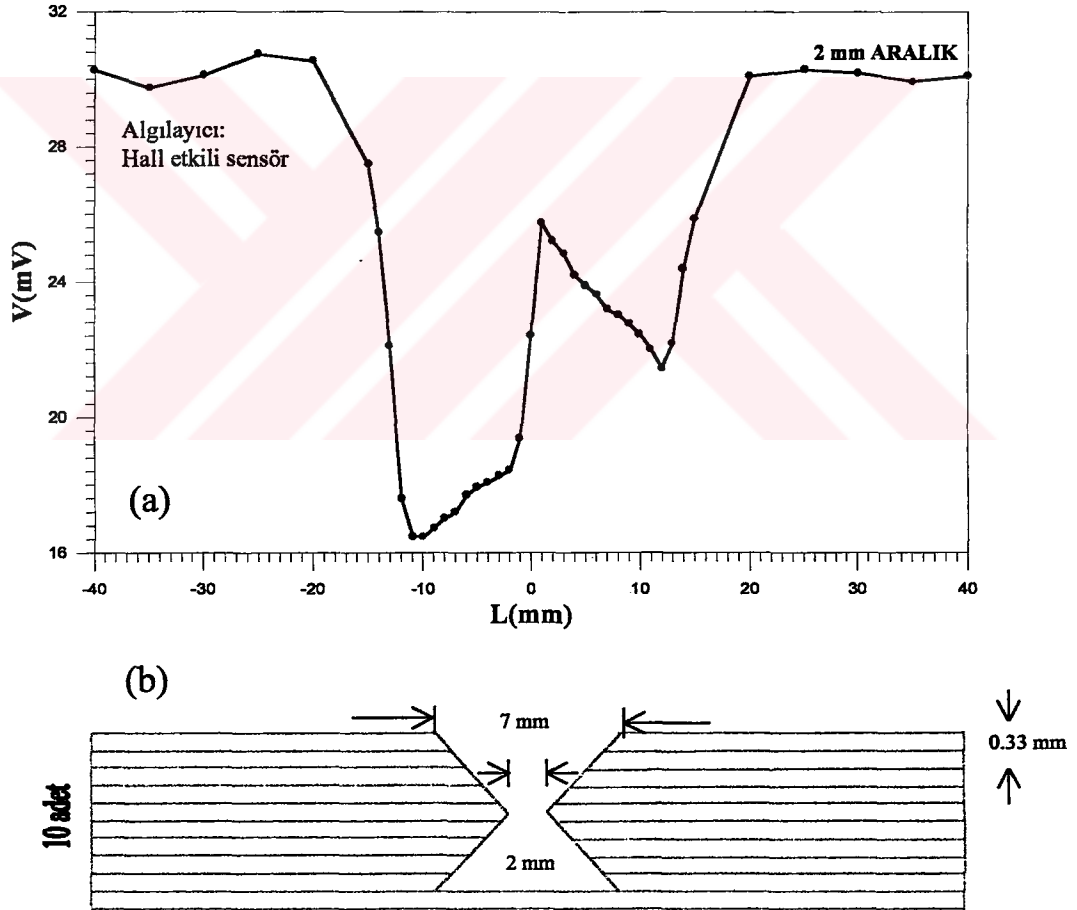
Şekil 3.2 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b)Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.



Şekil 3.3 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
 (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

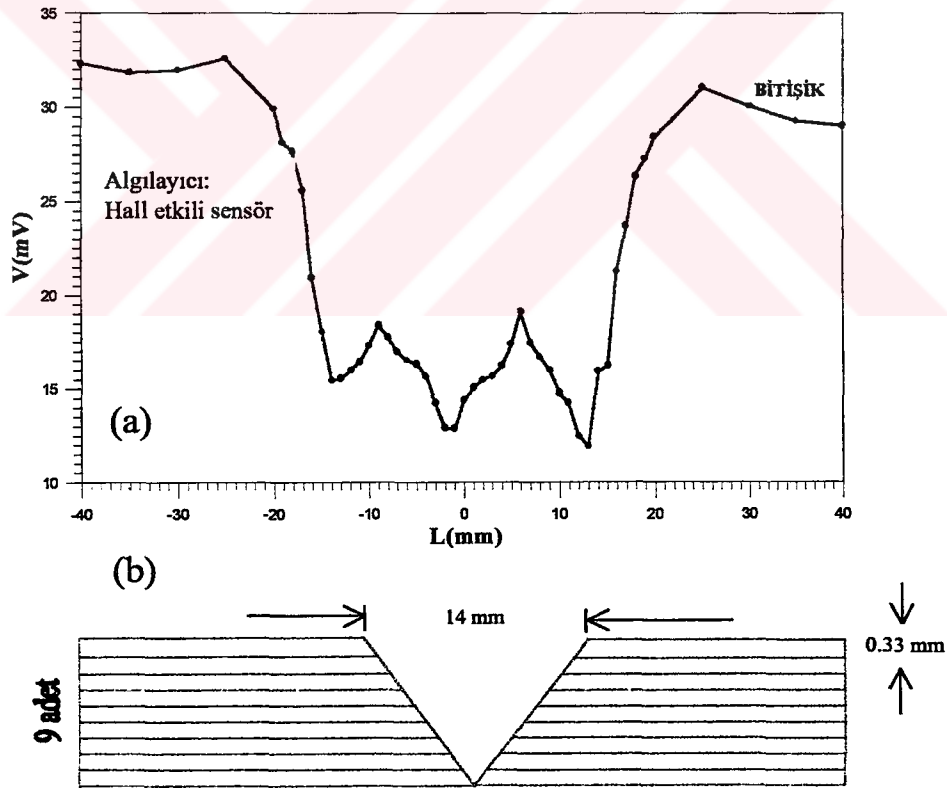
Şekil 3.3-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe , önce daralan sonra genişleyen tam çatlak örneği gösterilmektedir. Bu tür bir tam çatlak modeli dizayn edilirken 0.33 mm kalınlığında ve 150 mm uzunluğunda 18 adet levha şeklinde Si-Fe malzeme kullanıldı. En üst levhalar arasında 7 mm ve çatlak genişliği 2 mm olacak şekilde ayarlandı. Deneysel çalışmada bu tür bir tam çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Yine algılayıcı olarak sistemin ortasına hall etkili sensör yerleştirildi. Çatlağın yeri, taranacak bölgenin tam ortasına getirilmesine dikkat edildi. Sistem taramanın başlama noktasından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi tek yönlü 80 mm tarandı.

Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre eğişi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.3-a'da görölmektedir. Şekle bakıldığında önceki tam çatlak örneğinde olduğu gibi çatlak olduğu yerde sinyalin seviyesi düşmektedir. O halde tam çatlak düzenlenişini değiştirmek çatlak bölgesinde manyetik akının davranışını değiştirmemektedir. Ayrıca grafiğe bakıldığında taranan bölgenin ilk 20 ve son 25 mm'sinde 30 mV'da yakın bir sinyal seviyesi görölmektedir. Bu durum manyetize edici sistem ile levha malzeme arasında oluşan gürültüden kaynaklanmaktadır. Gürültüden kaynaklanan sinyalin seviyesinin sabit olması bizim için yeterlidir.

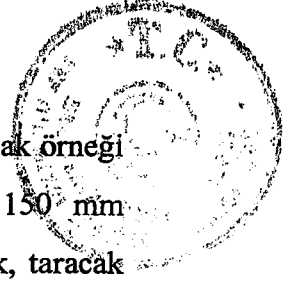


Şekil 3.4 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

Şekil 3.4-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe, önce daralan sonra genişleyen yarım çatlak örneği gösterilmiştir. Bu tür bir yarım çatlak örneğini elde etmek için bir önceki tam çatlak örneğinin altına 0.33 mm kalınlığında ve 300 mm uzunluğunda 1 adet levha şeklindeki Si-Fe malzeme konuldu. Deneysel çalışmada bu tür bir yarım çatlakın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Sistemin tam ortasına hall etkili sensör yerleştirildi. Sistem, taramanın başlangıç noktasından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi tek yönlü 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.4-a'da gösterilmiştir. Şekle bakıldığında sinyal seviyesinin taranan uzunluğa göre değişiminin şekil olarak değişmediğini görmekteyiz. Bu da bize yarım çatlakın düzenlenişini değiştirmenin, çatlak bölgesinde manyetik akının davranışını değiştirmedeğini göstermektedir.

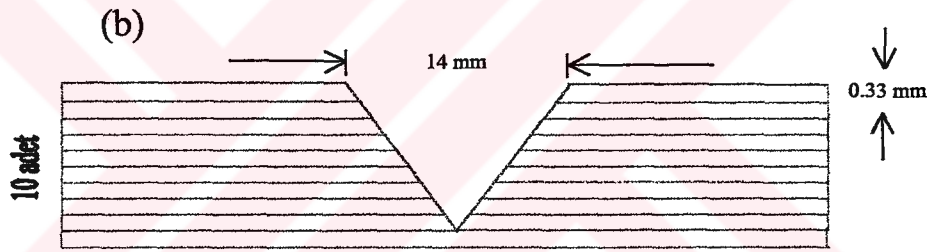
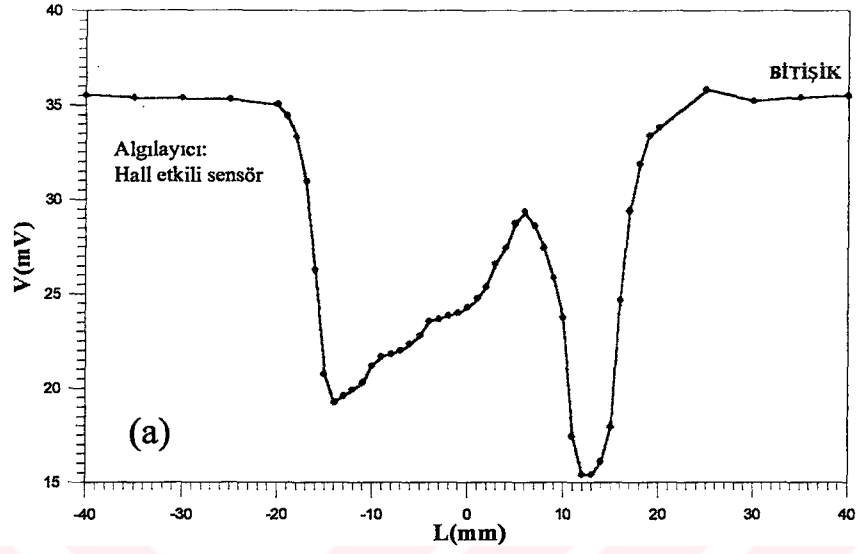


Şekil 3.5 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

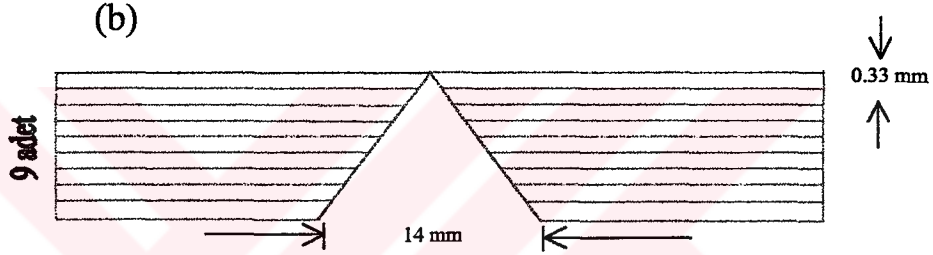
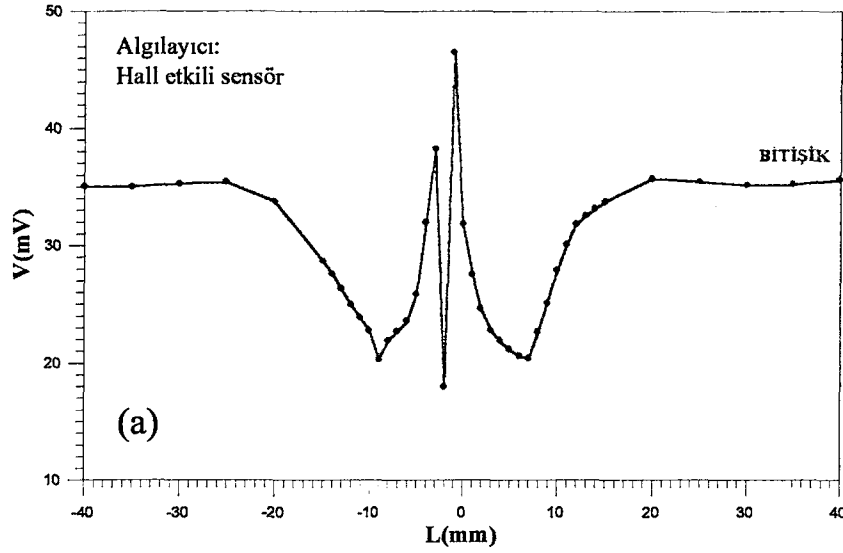


Şekil 3.5-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe , daralan tam çatlak örneği gösterilmektedir. Böyle bir tam çatlak örneği 0.3 mm kalınlığında ve 150 mm uzunluğunda 18 adet levha şeklindeki Si-Fe malzemedan oluşturuldu. Çatlak, taracak bölgenin tam ortasında kalacak şekilde ayarlandı. Deneysel çalışmada bu tür bir tam çatlakın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Sistem, taramanın başlama noktasından itibaren harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi +x yönünde 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.5-a'da gösterilmiştir. Şekle bakarak, çatlak bölgesinde manyetik akının davranışının önceki tam çatlak örneklerindeki gibi olduğu görülebilir. Fakat sinyalin seviyesi önce tam çatlak örneklerine nazaran biraz düşüktür. Bunun sebebi, manyetik akının en kısa yoldan karşı malzeme geçmek istemesi ve dolayısıyla çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değerinin düşük olmasıdır. B_y bileşeninin düşük olması da sinyalin seviyesini düşürmektedir. Ayrıca şekle bakarak çatlak genişliğinin de arttığı söylenebilir. Şöyle ki; hall etkili sensör bir noktadan okuma yaptığı için, yaklaşık olarak iki pikin arasındaki uzaklık doğrudan çatlak genişliğini göstermektedir. Şekil 3.5-a'da görülen iki pikin arası Şekil 3.3-a'dakine göre daha açıktır. Bu da bize çatlak genişliğinin arttığını göstermektedir.

Şekil 3.6-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe , daralan yarım çatlak örneği gösterilmektedir. Böyle bir yarım çatlak bir önce tam çatlak modelinin altına 0.33 mm kalınlığında ve 300 mm uzunluğunda 1 adet Si-Fe malzemenin konmasıyla oluşturuldu. Çatlak yine taranacak bölgenin ortasında olmasına dikkat edildi. Deneysel çalışmada bu tür bir yarım çatlakın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Manyetize edici sistem taramanın başlangıcından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi +x yönünde 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.6-a'da gösterilmiştir. Şekle bakıldığında çatlak genişliğinin önceki yarım çatlaklara nazaran biraz daha büyük olduğu oluşan pikin daha geniş yer kaplamasından çıkartılabilir. Ayrıca önceki yarım çatlaklara göre çatlak bölgesinde sinyal seviyesinin düşmesini, çatlakın genişlemesiyle manyetik akının en kısa yoldan karşı malzemeye ulaşmak istemesinden dolayı B_y bileşeninin değerinin düşük olmasına bağlanabilir.



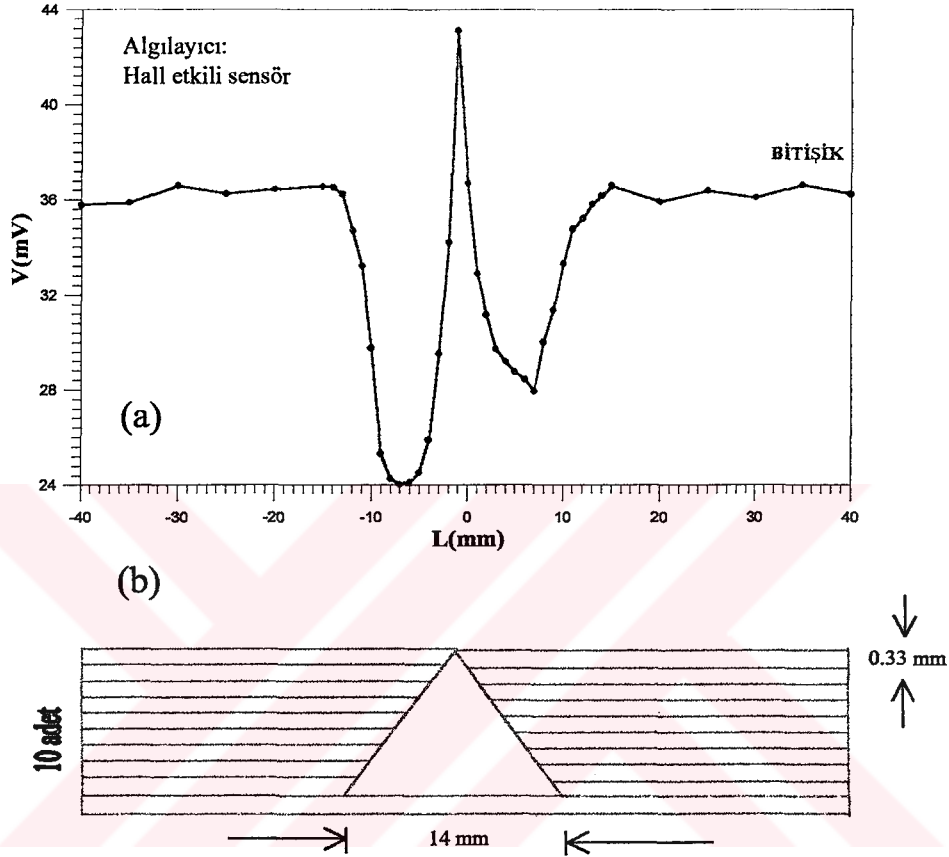
Şekil 3.6 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.



Şekil 3.7 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

Şekil 3.7-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe , genişleyen tam çatlak örneği gösterilmektedir. Bu model Şekil 3.5-b'deki modelin ters çevrilmesiyle oluşturuldu. Üst levhalar arasında herhangi bir aralık bırakılmaksızın bitişik hale getirildi. Fakat levhalar bitişik olsa da aralarında ufak bir boşluk bulunmaktadır. Dolayısıyla böyle bir model tam çatlak örneği olabilir. Bu modelde de çatlak taranacak bölgenin tam ortasındadır. Deneysel çalışmada bu tür bir tam çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olarak ayarlandı. Sistem taramanın başlama noktasından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi tek yönlü 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.7-a'da gösterilmiştir. Şekilde çatlak bölgesindeki piklerin daha keskin hale geldiği ve sinyal seviyesinin arttığı görülmektedir. Piklerin keskin hale gelmesi çatlağın genişliğinin

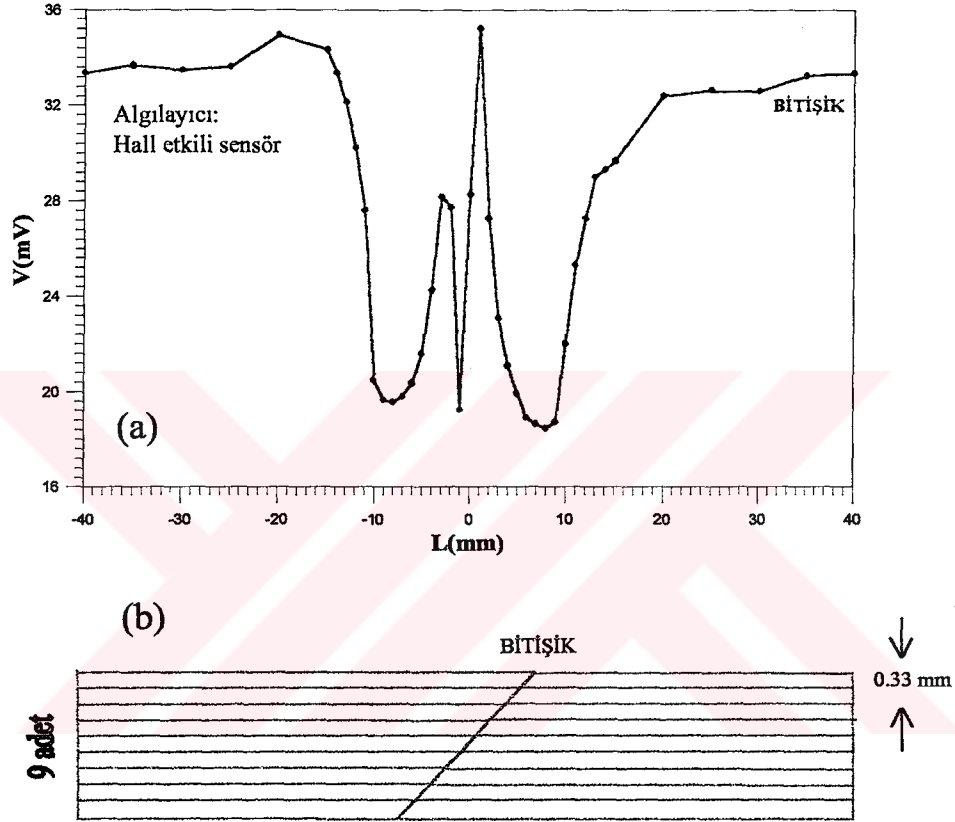
azaldığını, sinyal seviyesinin artması ise, örneğin alt tarafındaki çatlak genişliği fazla olmasından dolayı manyetik akının +y yönündeki B_y bileşeninin daha etkin hale geldiğini göstermektedir.



Şekil 3.8 (a) Frekans 300Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b)Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

Şekil 3.8-b'de malzeme yüzeyinden aşağıya inildikçe , genişleyen yarım çatlak örneği gösterilmektedir. Bu model bir önceki tam çatlak modelinin altına 0.33 kalınlığında ve 300 mm uzunluğunda 1 adet Si-Fe malzemenin konmasıyla oluşturuldu. Bu modelde de çatlak, taranacak bölgenin tam ortasındadır. Deneysel çalışmada bu tür bir yarım çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olarak ayarlandı. Sistem, taramanın başlama noktasından harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi +x yönünde 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.8-a'da gösterilmiştir. Şekle

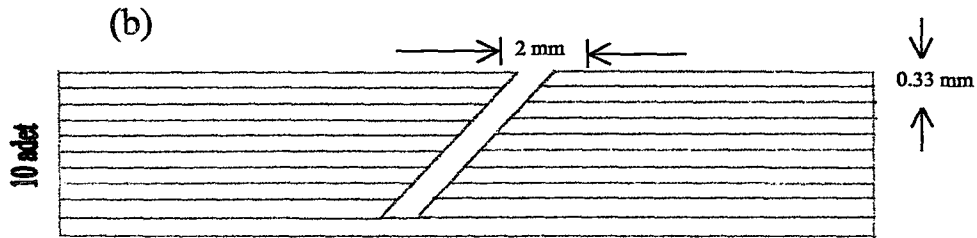
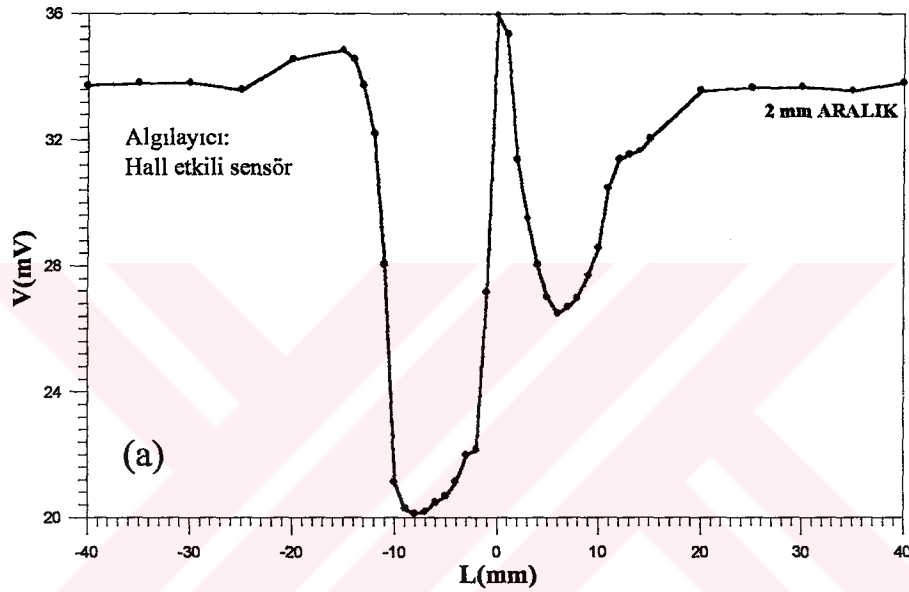
bakıldığında çatlak bölgesinde oluşan pikin daha keskin olduğunu ve sinyal seviyesinin önceki örneklere göre biraz arttığı görülmektedir. Piklerin keskin hale gelmesi çatlak genişliğinin azaldığını göstermektedir. Sinyal seviyesinin artması ise, manyetik akının büyük çoğunluğunun üst levhadan akmasından dolayı çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değerinin yükseldiğini göstermektedir.



Şekil 3.9 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

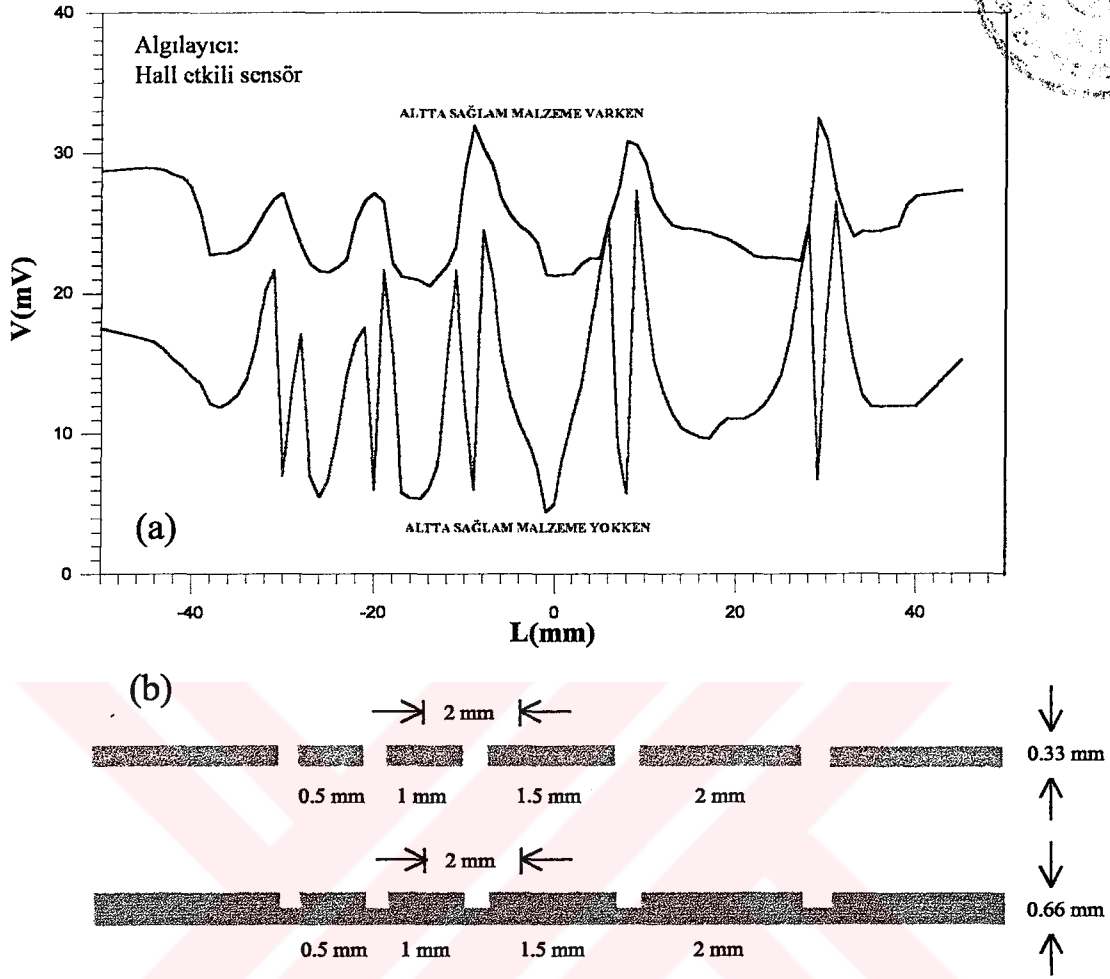
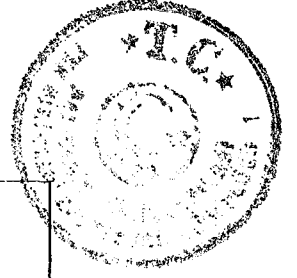
Şekil 3.9-b'de malzeme yüzeyinden itibaren, yüzeye belirli açı yaparak derinleşen tam çatlak örneği gösterilmiştir. Bu model 0.33 mm kalınlığında ve 150 mm uzunluğunda 18 adet Si-Fe malzemenin şekildeki gibi üst üste konmasıyla oluşturuldu. Modelde karşılıklı malzemeler birbiriyle bitişik olsa da aralarında biraz boşluk vardır. O yüzden böyle bir çatlak tam çatlak modeli olarak adlandırılabilir. Deneysel çalışmada bu tür bir tam çatlak üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve

mıknatıslanma frekansı 300 Hz olarak ayarlandı. Sistem, taramanın başlama noktasından itibaren manyetik malzemenin yüzeyi +x yönünde 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.9-a'da gösterilmiştir. Şekle bakıldığında sinyal seviyesinin yine iki pik çizdiği görülmektedir. Ayrıca grafikte piklerin başlama ve bitiş yerlerinin, çatlakın başlama ve bitiş noktaları arasında olduğuna dikkat edilmelidir. İki pikin tam orta noktası da bize çatlakın merkezini göstermektedir.



Şekil 3.10 (a) Frekans 300 Hz için taranan bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi;
(b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modeli.

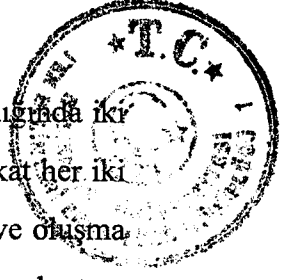
Şekil 3.10-b'de ise malzeme yüzeyinden itibaren, yüzeyle belirli açı yaparak derinleşen yarım çatlak örneği gösterilmiştir. Bu model bir önceki tam çatlak örneği altına 0.33 mm kalınlığında ve 300 mm uzunluğunda 1 adet sağlam malzemenin konmasıyla oluşturuldu. Aynı zamanda çatlak genişliğinin 2 mm olmasına dikkat edildi. Deneysel çalışmada bu tür bir yarım çatlağın üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olacak şekilde ayarlandı. Sistem, taramanın başlama notasından hareketle manyetik malzemenin yüzeyi +x yönünde 80 mm tarandı. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu değişimin grafiği Şekil 3.10-a'da gösterilmiştir. Şekle bakıldığında sinyal seviyesinin yine diğer yarım çatlak örneklerinde olduğu gibi tek bir pik çizdiği görülmektedir. Grafikte pikin başlama ve bitiş yerlerinin, çatlağın başlama ve bitiş noktaları arasında olduğuna dikkat edilmelidir. Pikin ucu bize, çatlağın merkezini göstermektedir. Pikin keskin hale gelmesi ise, çatlağın genişliğinin azaldığını göstermektedir. Ayrıca grafiğe bakıldığında taranan bölgenin ilk 30 ve son 30 mm'sinde 33 mV'de yakın bir sinyal seviyesi görülmektedir. Bu durum manyetize edici sistem ile levha malzeme arasında oluşan gürültüden kaynaklanmaktadır. Gürültüden kaynaklanan sinyalin seviyesinin sabit olması bizim için yeterlidir.



Şekil 3.11 (a) Frekans 300 Hz için taraman bölge uzunluğunun, algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi (İki farklı örnek için); (b) Yapay olarak oluşturulan çatlak modelleri.

Şekil 3.11-b'de çatlak genişliği 2 mm olan seri tam çatlak ve seri yarım çatlak örneği gösterilmiştir. Seri yarım çatlağın hazırlanması için 0.33 mm kalınlığında ve 300 mm uzunluğunda 1 adet Si-Fe malzemenin 0.5, 1, 1.5, 2 mm uzunluğunda kesilip, daha sonrada çatlak genişliği 2 mm olacak şekilde yapıştırılmasıyla oluşturuldu. Seri yarım çatlağı elde etmek içinde, tam çatlak örneğinin altına 1 adet sağlam malzeme yerleştirildi. Deneysel çalışmada her örneğin (seri tam çatlak ve seri yarım çatlak örneği) üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi ve mıknatıslanma frekansı 300 Hz olarak ayarlandı. Sistem, taramanın başlangıç noktasından itibaren harekete geçirilerek manyetik malzemenin yüzeyi tek yönlü 80 mm tarandı. Taraman bölge uzunluğunun algılayıcıda oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Bu iki farklı örnek için

değişim Şekil 3.11-a'da bir tek grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafiğe bakıldığında iki farklı örnek içinde çatlak bölgesinde sinyal seviyesinin değişimi farklıdır. Fakat her iki örnekte de çatlak genişliği ve yeri aynı yerde olduğu için, piklerin genişliği ve oluşma yerleri aynıdır. Grafiğe bakarak çatlakların yeri tespit edilebilir. Örnek olarak, tam çatlak modeli için çizilen grafikte piklerin kesişme noktaları model üzerindeki çatlakların olduğu yerlerdir. Yine tam çatlak modeli için çizilen grafikte, baştan itibaren iki pik arası çatlak genişliğini doğrudan bize vermektedir. Ayrıca yarım çatlak modeli için çizilen grafikte görüldüğü gibi sinyal seviyesinin değeri, tam çatlak modeline göre daha büyüktür. Sebebi ise, yarım çatlak modeli için, çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin daha büyük olmasıdır.





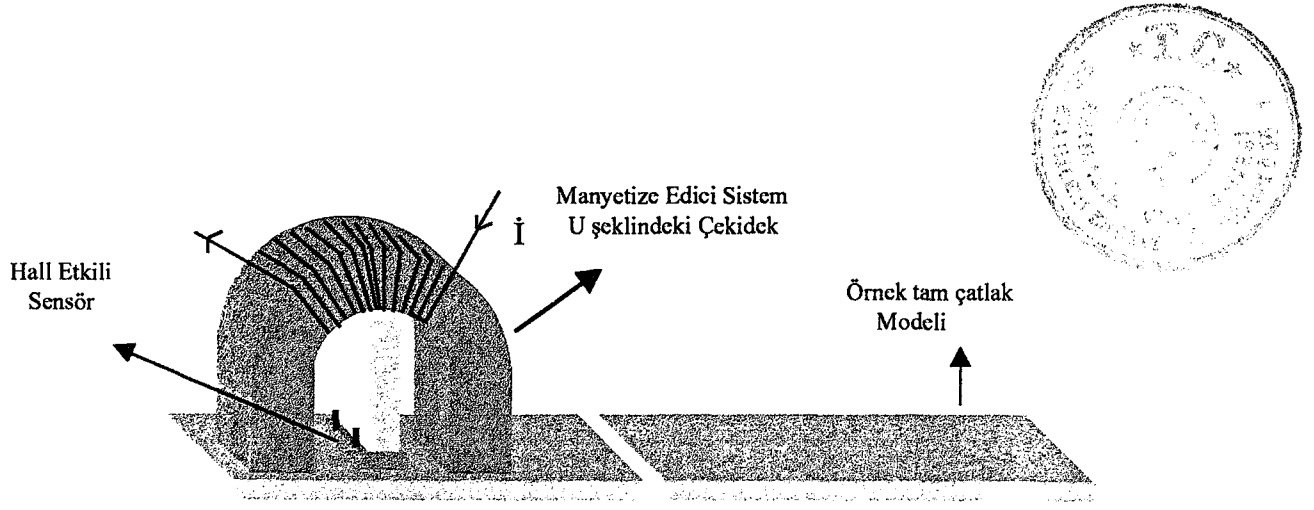
4. BÖLÜM

4.1 Deysel Çalışmalar

Bu bölümde, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, frekansa, çatlak genişliğine, çatlağın şekline ve çatlağın derinliğine (malzeme sayısına) göre nasıl değiştiği incelenmiştir. Ayrıca çatlak bölgesinde iki farklı algılayıcının algılama karakteristikleri karşılaştırılmıştır.

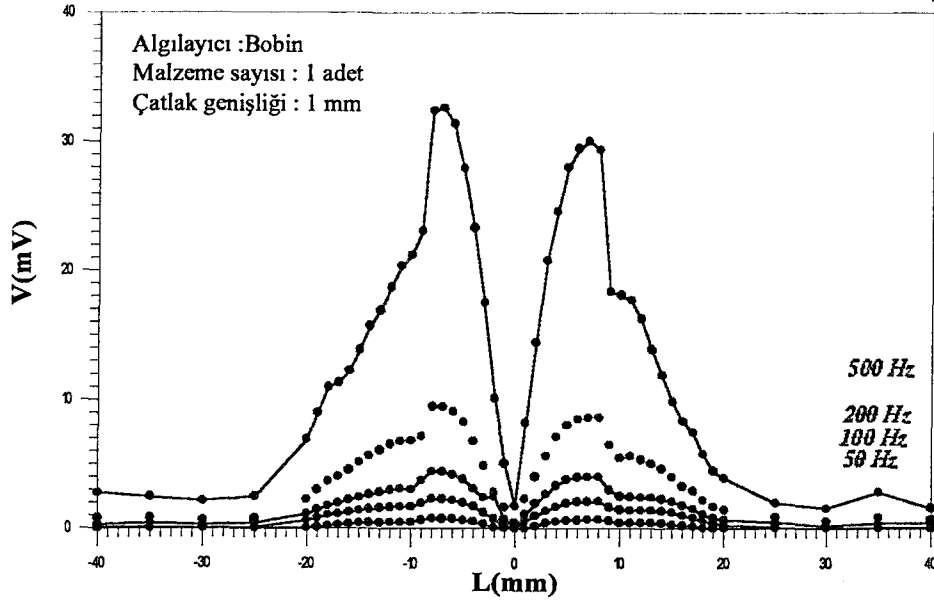
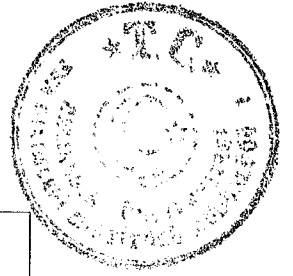
4.1.1 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Frekansla Değişimi

Deneyel çalışmada çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansla değişimini inceleyebilmek için önce 30 mm genişliğinde, 0.33 mm yüksekliğinde ve 150 mm uzunluğunda levha şeklindeki MOH malzemeden iki tane alınarak Şekil 5.1'deki gibi aralarında belirli mesafe olacak şekilde tam çatlak örneği hazırlandı. Daha sonra manyetize edici sistemin üzerindeki N sarımına 50 Hz frekanslı alternatif akım uygulanarak sistem mıknatıslandı. Sistemin, düzenlenen tam çatlak örneği üzerine konmasıyla da örneğin mıknatıslanması sağlandı. Daha sonra manyetize edici sistem Şekil 4.1'deki gibi taramanın başlangıç noktasından itibaren harekete geçirilerek tam çatlak örneği +x yönünde 80 mm tarandı. Bu işlem sırasında algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi voltmetre aracılığıyla ölçüldü. Bu bir kere tarama işlemi bitince, manyetize edici sistem tekrar ilk konumuna getirildi ve aynı işlemler mıknatıslanma frekansın 100, 200, 300, 500 Hz olduğu durumlar için tekrarlandı. Buraya kadar ki tüm işlemler farklı kalınlıkta ve çatlak genişliğindeki tam çatlak modelleri için de denendi. Hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Tüm deneylerde U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akım değeri, malzemeden 0.2 T manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı.

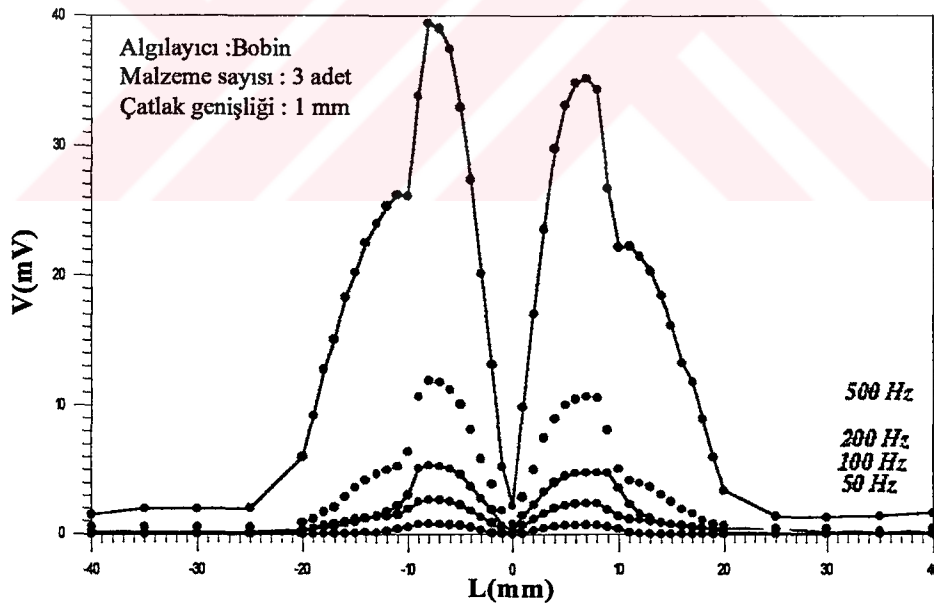


Şekil 4.1 Manyetize edici sistemin tam çatlak örneği üzerindeki hareketi

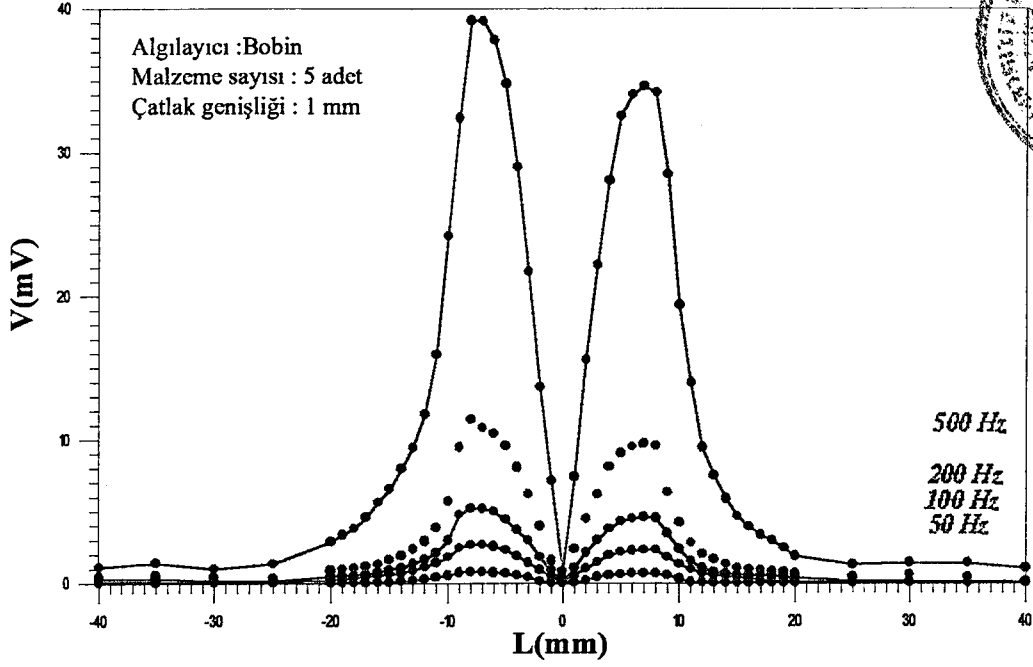
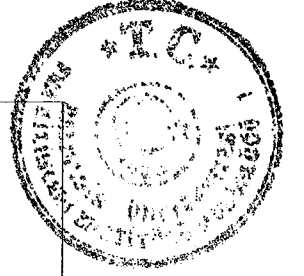
Hazırlanan tüm tam çatlak modellerinde çatlak genişliği belirli bir değerde sabit tutulup malzeme sayısı 1, 3, 5, 7, 9 olacak şekilde değiştirildi. Aynı çatlak genişliğine sahip beş farklı tam çatlak modeli için, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansla değişimi inceledi. Çatlak genişliği 1 mm'den 4 mm'ye kadar değiştirildi. Algılayıcı olarak ilk önce bobin kullanıldı. Çatlak genişliğinin 1 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde bobinde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafikleri Şekil 4.2 ile Şekil 4.6 arasında verilmiştir.



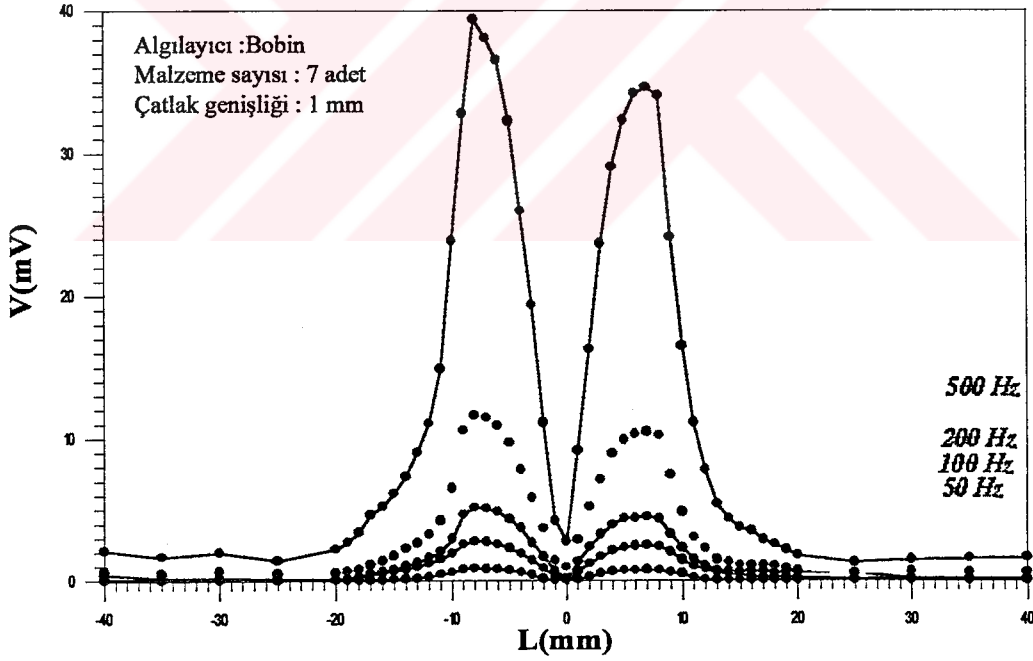
Şekil 4.2 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



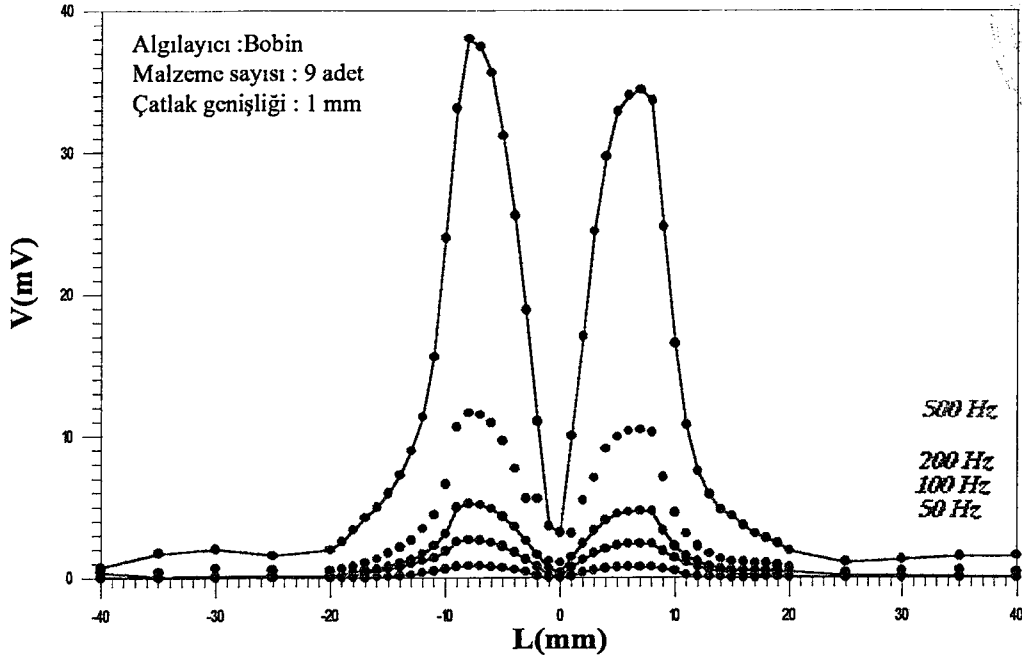
Şekil 4.3 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.4 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 1 mm)

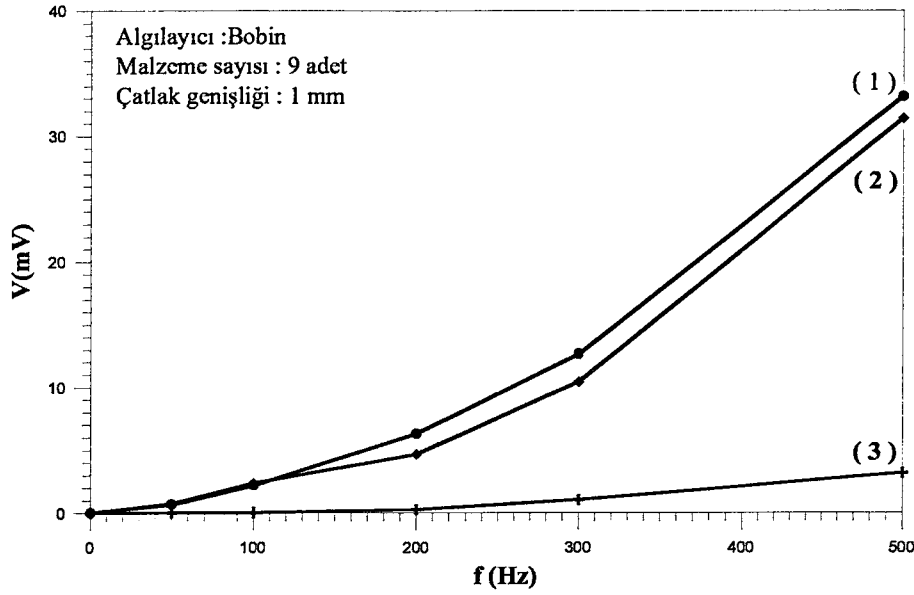


Şekil 4.5 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.6 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 1 mm)

Her grafiğin altında, oluşturulan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde ortak iki özellik dikkati çekmektedir. Bunlardan birincisi sinyal seviyesinin frekansla arttığı, diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olmasıdır. Sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.6'da gösterilen, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

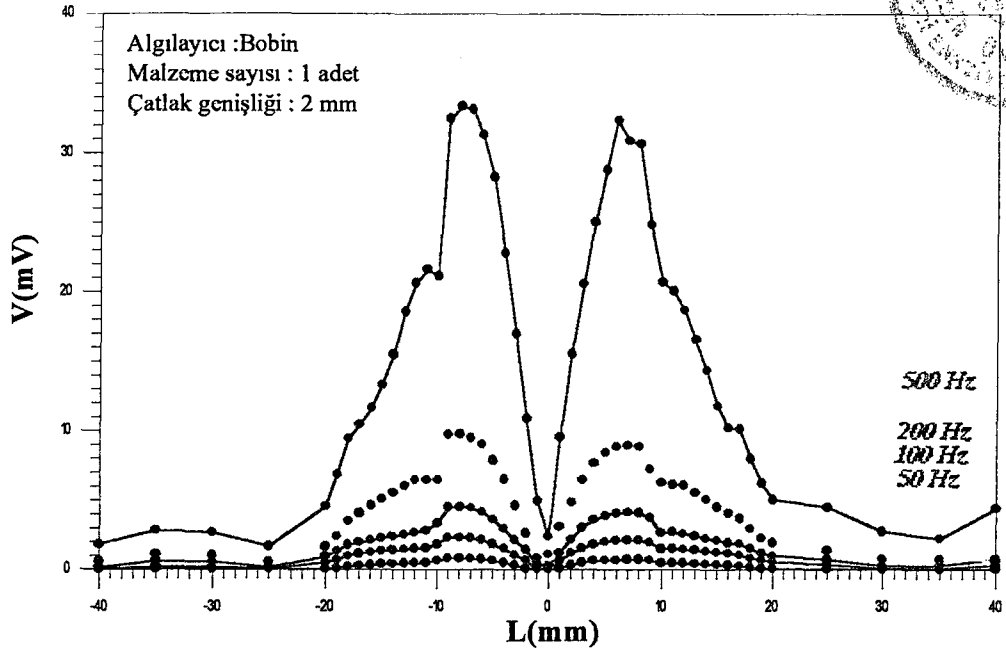
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.7'ye bakarak üç farklı bölge için frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğu söylenebilir. Bu da bize (1.1) bağıntısının doğruluğunu göstermektedir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, malzeme sayısı ne olursa olsun bütün örneklerin tam çatlak modelinde olmasından kaynaklanmaktadır. Tam çatlak örneklerinde sinyal seviyesinin bu şekilde değişmesi bizi, çatlak bölgesinde manyetik akının davranışının ancak Şekil 1.2'deki gibi olacağı sonucuna götürdü. O halde tam çatlak örneklerinde manyetik akı karşı malzemeye geçerken iki farklı yol izlediği söylenebilir. Manyetik akının yatay bileşeni algılayıcıda herhangi bir sinyal indükleyemeyeceği için, çatlağın tespitinde bizi ilgilendiren çatlak bölgesindeki manyetik akının düşey bileşenidir. Şekil 1.2'de de gösterildiği gibi tam çatlak örneklerinde çatlak bölgesinde manyetik akının +y ve -y yönünde iki farklı bileşene sahiptir. Fakat algılayıcı bu iki bileşenin süperpozisyonunu algılayabilmektedir.

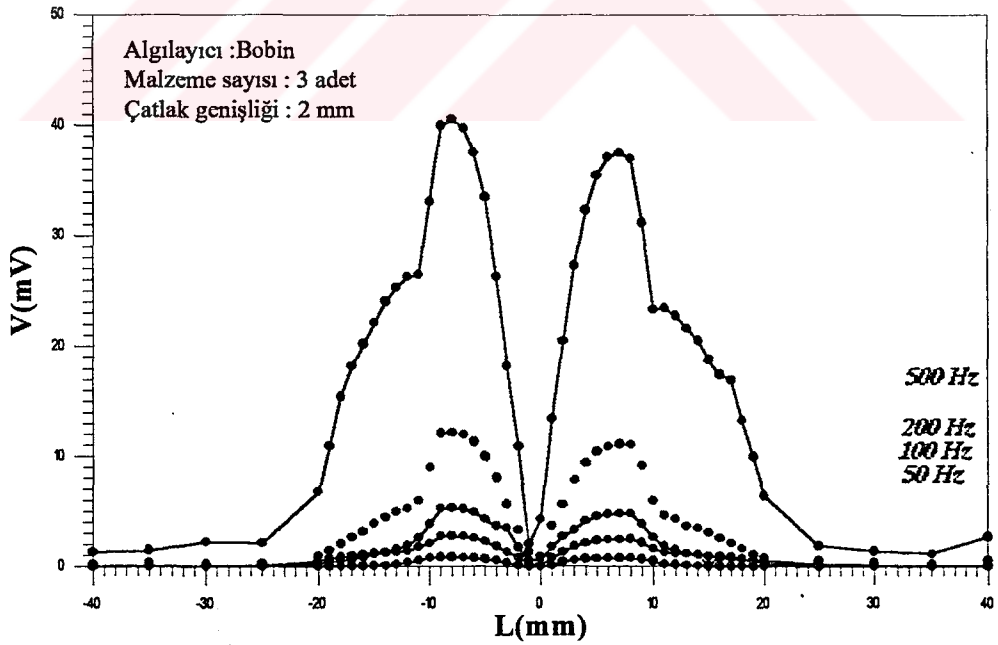
Manyetik akının B_y bileşeni ile algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesi doğru orantılı olduğundan, çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değişimi ile indüklenen sinyalin seviyesinin değişimi aynıdır. Bu durumda iki pikin orta noktası çatlakın merkezini göstermektedir.

Ayrıca çatlak genişliği değişmediği için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Fakat malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar için ise sabit kaldığını görmekteyiz. Malzeme sayısının 1'den 3'e çıkarılması sonucu sinyal seviyesinin artmasının sebebi, manyetize edici sistemden malzemeye geçen manyetik akının artmasından kaynaklanmaktadır. Malzemeye geçen manyetik akı artınca çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni ve dolayısıyla indüklenen sinyalin seviyesi de artmaktadır. Malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlarda sinyal seviyesinin artmamasının sebebi ise, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının sabit olmasından kaynaklanmaktadır. Şöyle ki, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının malzemeye geçebilmesi için gerekli olan malzeme sayısından sonra, malzemeye geçen manyetik akı artmadığından çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni de artmayacak ve dolayısıyla sinyalin seviyesi de değişmeyecektir.

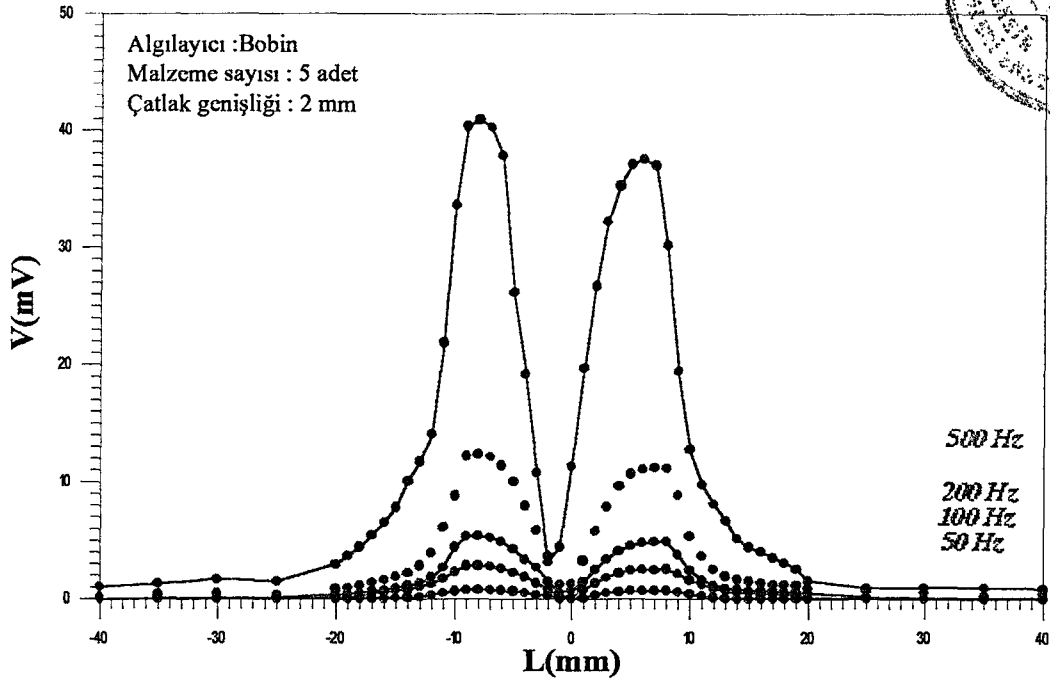
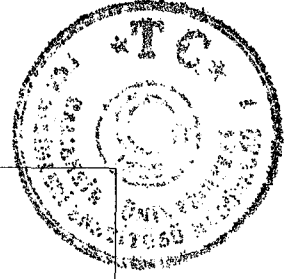
Şimdi de çatlak genişliği 2 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde bobinde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.8-Şekil 4.12 arasında verilmiştir.



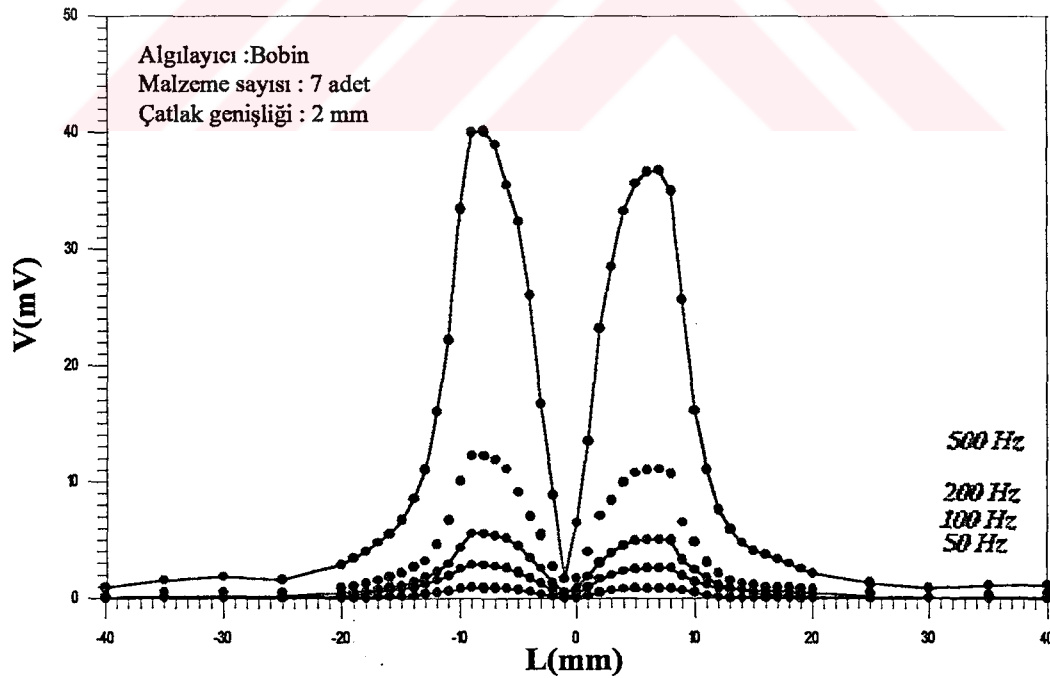
Şekil 4.8 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



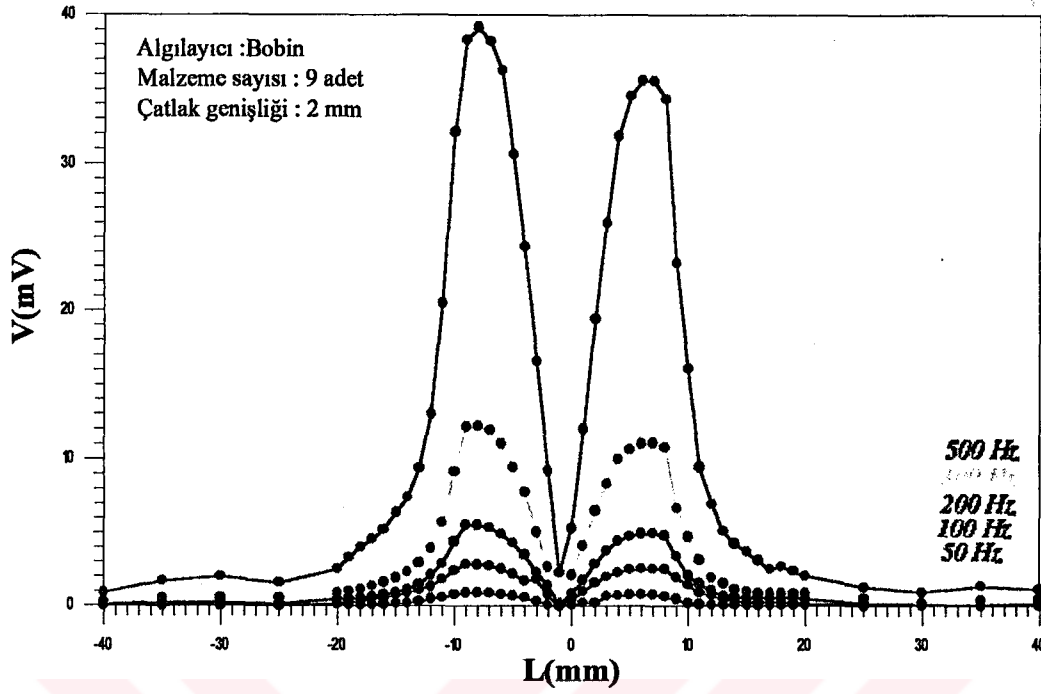
Şekil 4.9 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.10 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyal seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 2 mm)

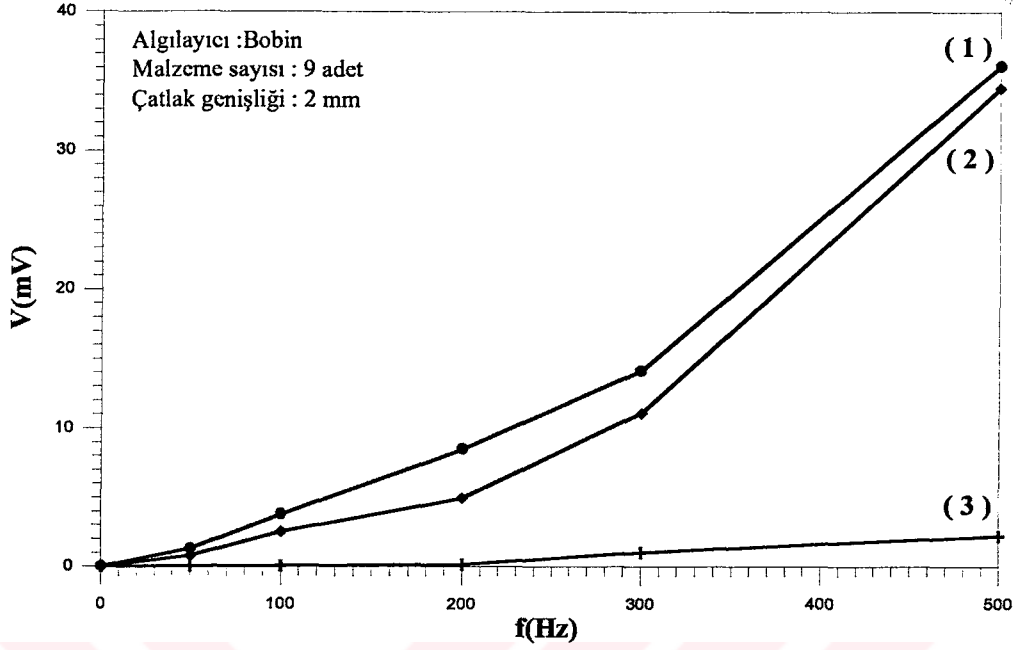


Şekil 4.1 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyal seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.12 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 2 mm)

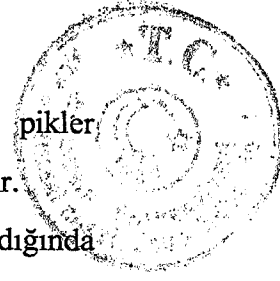
Her grafiğin altında, deneysel çalışmada kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde ortak iki özellik görülmektedir. Birincisi sinyal seviyesinin frekansla arttığı, diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olmasıdır. Sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.12’de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktasının verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 2 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.13'e bakarak üç farklı bölge için frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğunu söylenebilir. Bu da bize (1.1) bağıntısının doğruluğunu göstermektedir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, malzeme sayısı ve çatlak genişliği ne olursa olsun bütün tam çatlak modellerinde manyetik akının davranışının aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Kısacası tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışı malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmemektedir. Ayrıca çatlak genişliği 2 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Fakat çatlak genişliğinin 1 mm olduğu durumdaki beş grafikte çatlak genişliğinin 2 mm olduğu beş grafiği karşılaştırsak, çatlak genişliği arttırıldığında oluşan iki pikin taranan bölge uzunluğuna göre kapladığı alan artmaktadır.

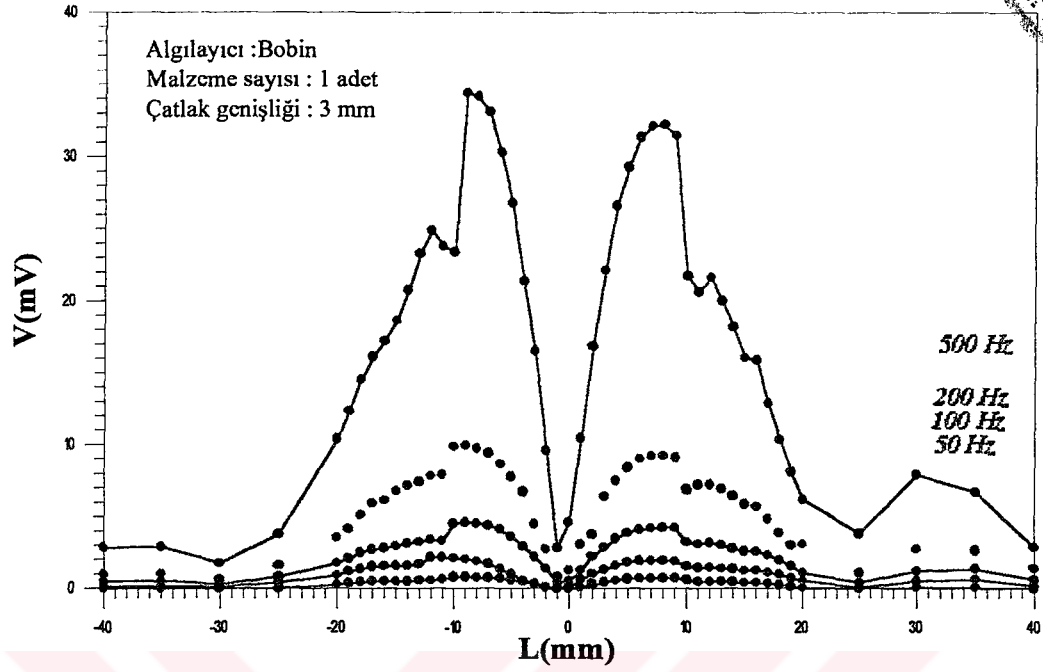
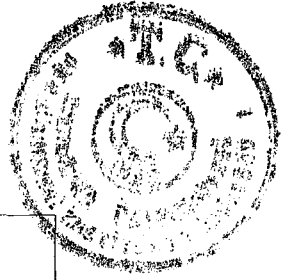


Algılayıcının bobin olduğu bu gibi deneylerde, elde edilen grafiklerdeki pikler arasındaki uzaklık çatlak genişliği hakkında bize yaklaşık bir sonuç vermektedir.

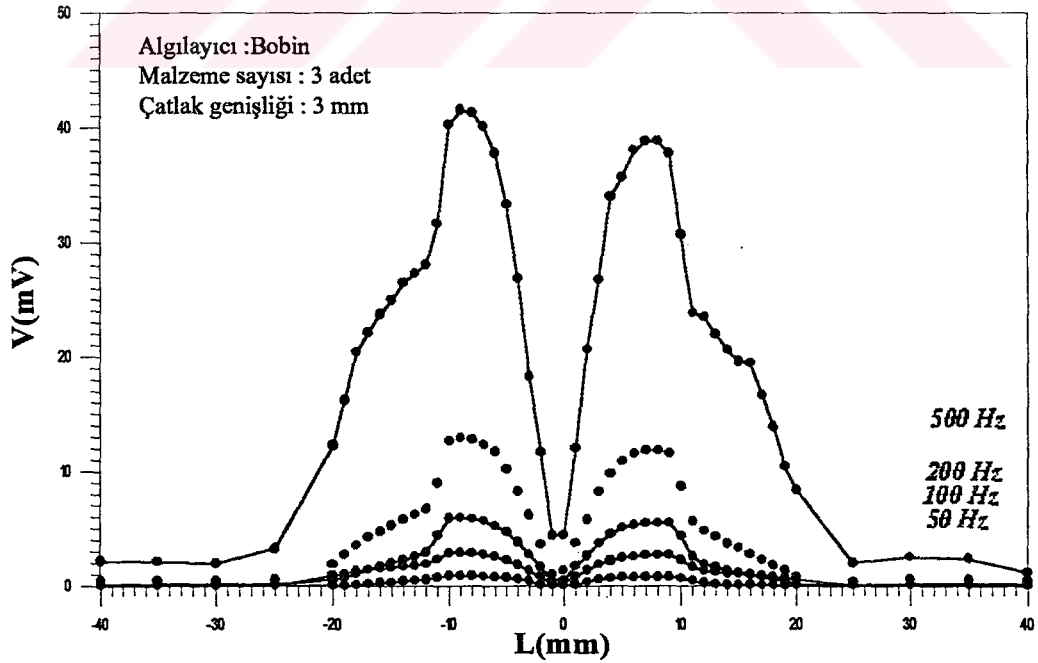
Sırasıyla beş grafiğe baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar içinde sabit kaldığını görmekteyiz. Malzeme sayısının 1'den 3'e çıkarılması sonucu sinyal seviyesinin artmasının sebebi, manyetize edici sistemden malzemeye geçen manyetik akının artmasından kaynaklanmaktadır. Malzemeye geçen manyetik akı artınca çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni ve dolayısıyla indüklenen sinyalin seviyesi de artmaktadır. Malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlarda sinyal seviyesinin artmamasının sebebi ise, manyetize edici sistemden gelen manyetik akı sabit olmasından kaynaklanmaktadır. Şöyle ki, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının malzemeye geçebilmesi için gerekli olan malzeme sayısından sonra, malzemeye geçen manyetik akı artmadığından çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni de artmayacak ve dolayısıyla sinyalin seviyesi de değişmeyecektir.

Ayrıca çatlak genişliği arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz olsun azalması gerekirdi. Çünkü çatlak bölgesinde manyetik akı en kısa yoldan karşı malzemeye geçmek isteyecek ve dolayısıyla çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değeri de düşecektir. Bunun sonucunda da sinyal seviyesinin düşmesi beklenirdi. Fakat dikkat edilirse böyle bir durum gözümüze çarpmamaktadır. Sebebi ise, bobinin algılama alanının büyük olması ve bu alan içinde kalan tüm B_y bileşenlerinin ortalama etkisini algılamasından kaynaklanmaktadır. Bu beklentimiz ancak nokta okuma yapan algılayıcılar için geçerlidir. Bu durum hall etkili sensör ile yapılan deneylerde açıkça görülmektedir.

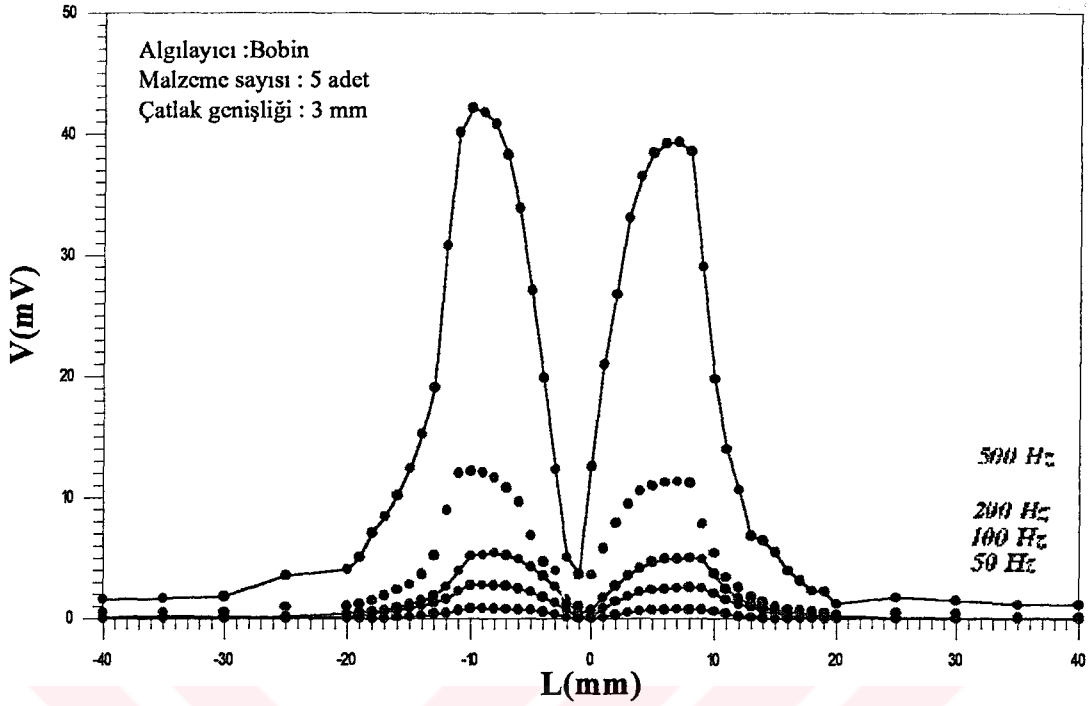
Şimdi ise çatlak genişliği 3 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde bobinde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.14 ile Şekil 4.18 arasında verilmiştir.



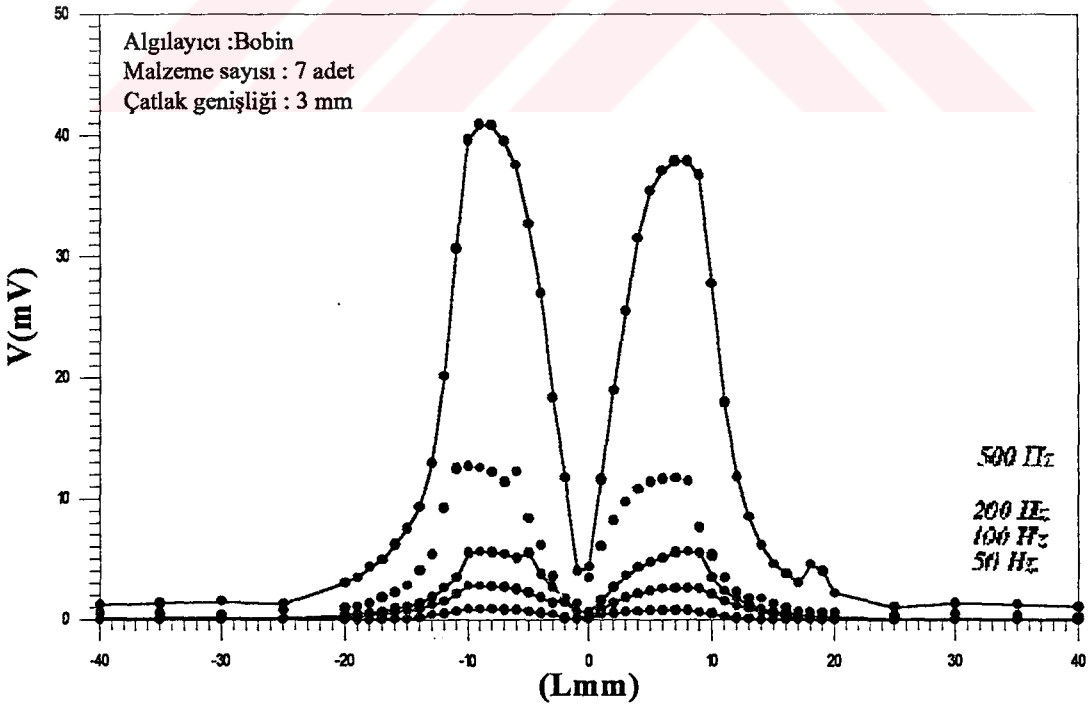
Şekil 4.14 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



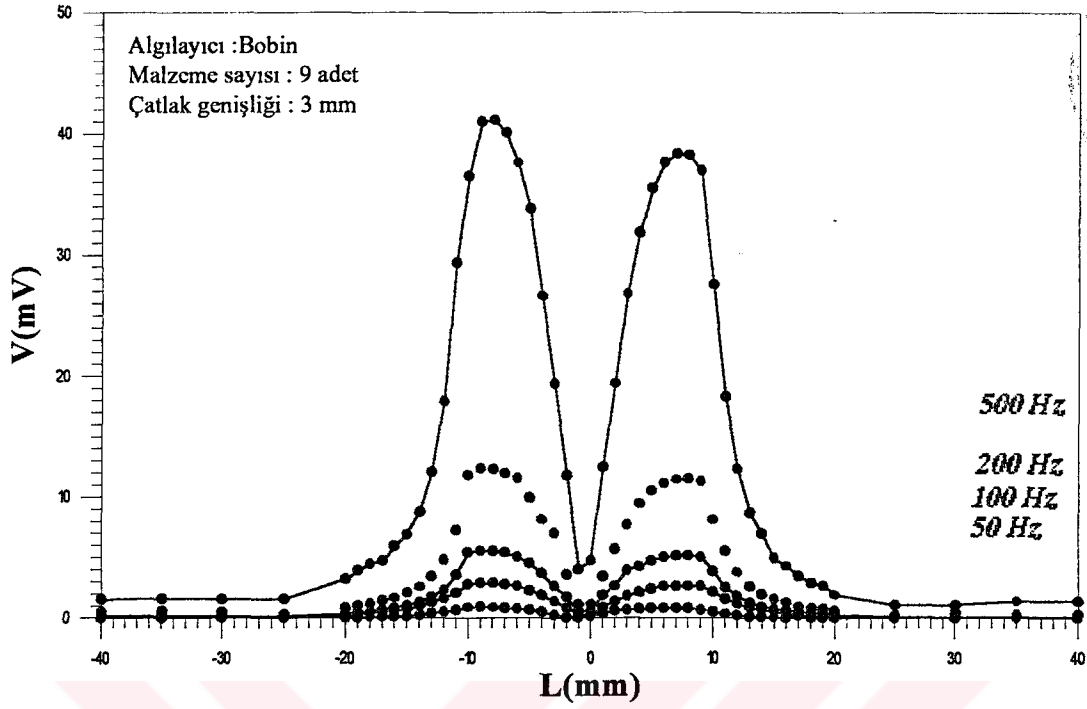
Şekil 4.15 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



Şekil 4.16 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 3 mm)

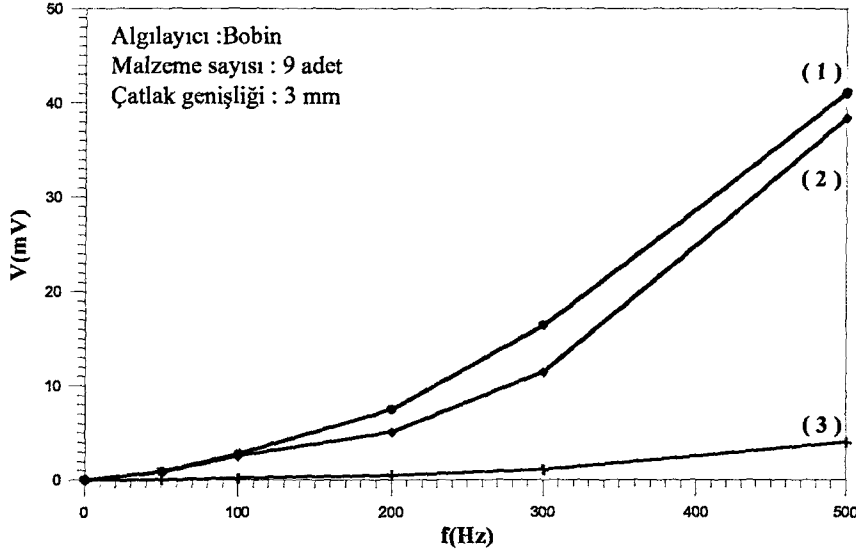


Şekil 4.17 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



Şekil 4.18 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 3 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde de aynı ortak iki özellik görülmektedir. Birincisi sinyal seviyesinin frekansla arttığı, diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olmasıdır. Çatlak genişliğinin 3 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.18’de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



Şekil 4.19 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 3 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

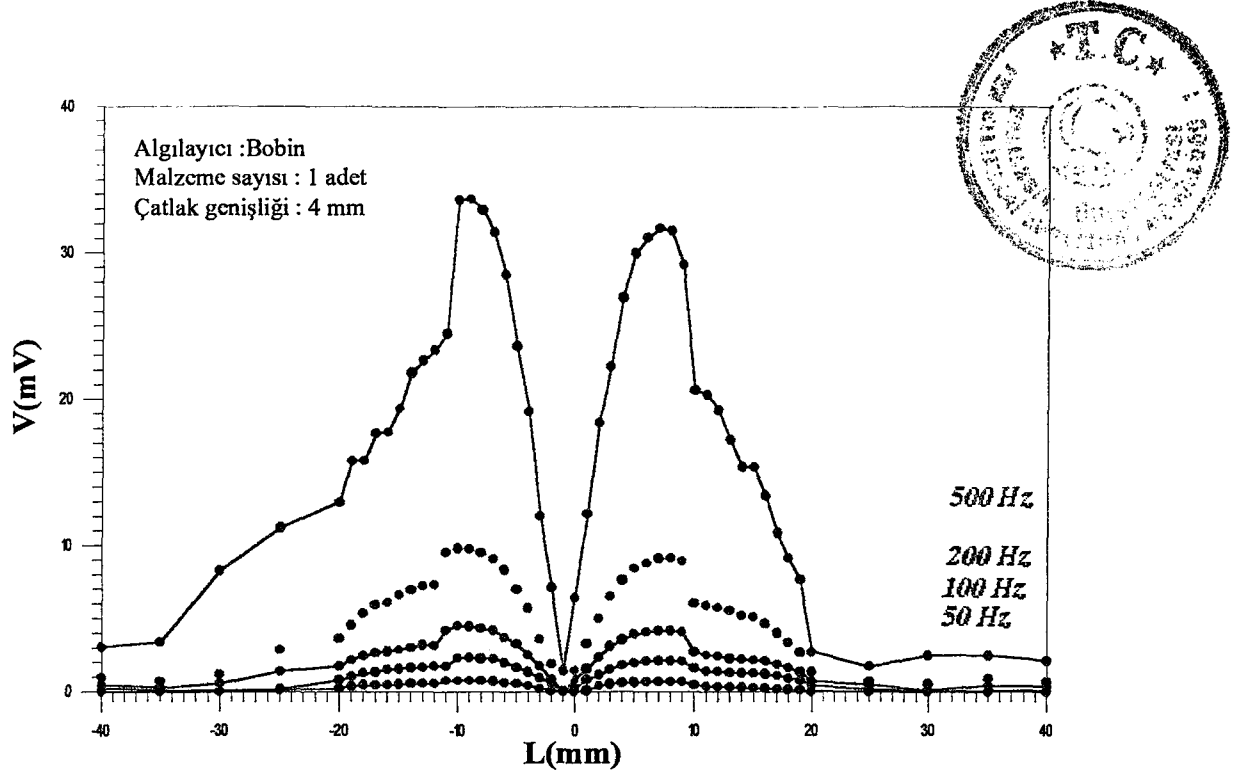
Şekil 4.19, üç farklı bölge için, frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğunu ve (1.1) bağıntısının doğruluğunu göstermektedir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini ve Şekil 1.2'ye uyduğunu göstermektedir. Bu beş deneyde de çatlak genişliği 3 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Ayrıca grafiklere bakıldığında taranan bölgenin ilk 20 ve son 20 mm'de herhangi bir sinyalin algılayıcıda indüklenmediği görülmektedir. Bu da bize, bu bölgelerde herhangi bir çatlağın olmadığını göstermektedir. Fakat çatlak genişliğinin 1 mm ve 2 mm olduğu Şekil 4.2 - Şekil 4.13 arasındaki grafikler ile çatlak genişliğinin 3 mm olduğu Şekil 4.14 - Şekil 4.18 arasındaki grafikleri karşılaştırırsak, çatlak genişliği arttırıldığında oluşan iki pikin, taranan bölge uzunluğuna göre kapladığı alanın arttığı görülmektedir. Bu

durum çatlağın biraz daha büyüdüğünü göstermektedir. Algılayıcının bobin olduğu bu gibi deneylerde, elde edilen grafiklerdeki pikler arasındaki uzaklık çatlak genişliği hakkında bize yaklaşık bir sonuç vermektedir.

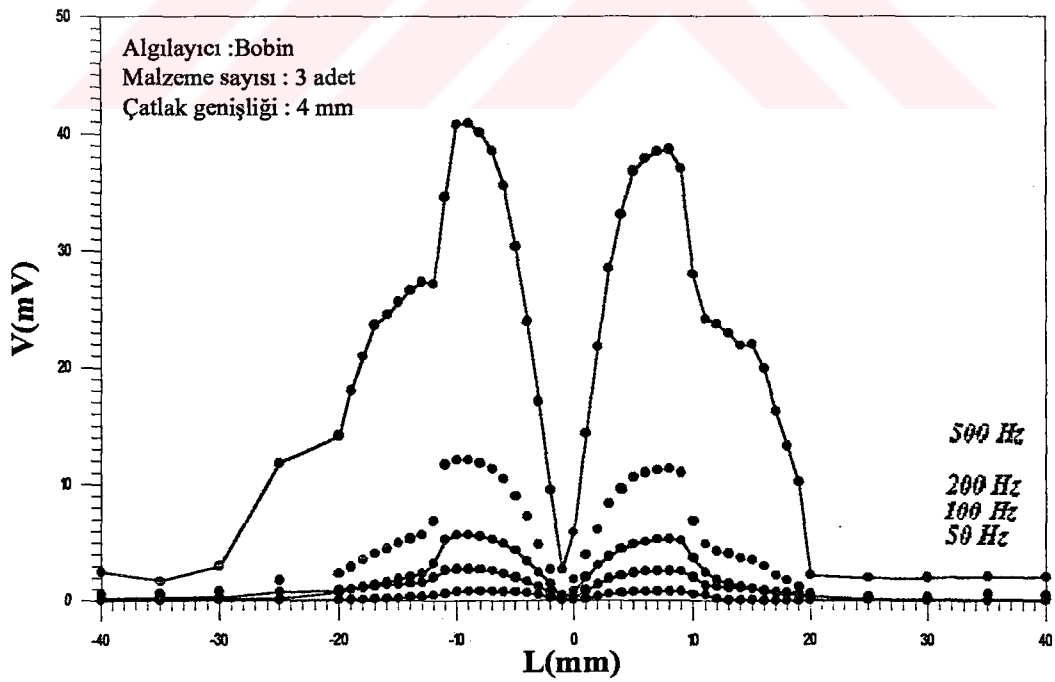
Sırasıyla Şekil 4.14 ile Şekil 4.18 arasındaki grafiklere baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar için de sabit kaldığını görmekteyiz. Bunun nedeni, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının örnek modele geçebilmesi için modelin 3 malzeme kalınlığında olmasından kaynaklanmaktadır. Malzeme sayısı 3 olana kadar örnek modele geçen manyetik akı artmaktadır. Bu durumda çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni ve dolayısıyla indüklenen sinyalin seviyesi de yükselmektedir. Malzeme sayısı 3'ten daha fazla olduğu durumlarda da, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamı örnek malzemeye geçtiği için sinyalin seviyesi değişmemektedir.

Ayrıca çatlak genişliği arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz olsun azalması gerekirdi. Fakat dikkat edilirse böyle bir durum gözümüze çarpmamaktadır. Sebebi de algılayıcının bobin olmasıdır.

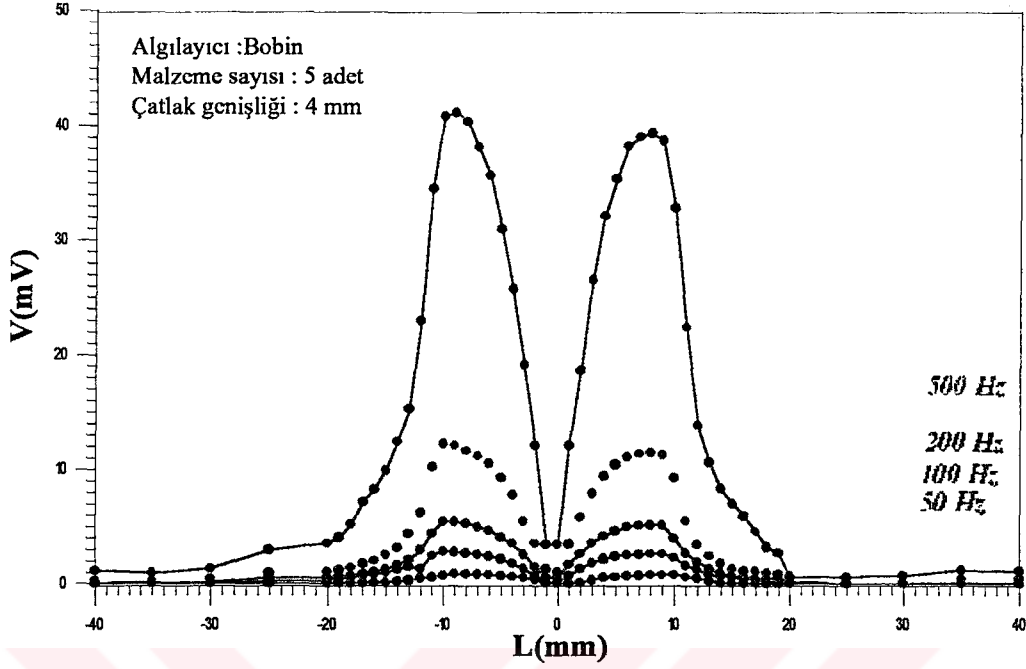
Şimdi de çatlak genişliği 4 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde bobinde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.20 ile Şekil 4.24 arasında verilmiştir.



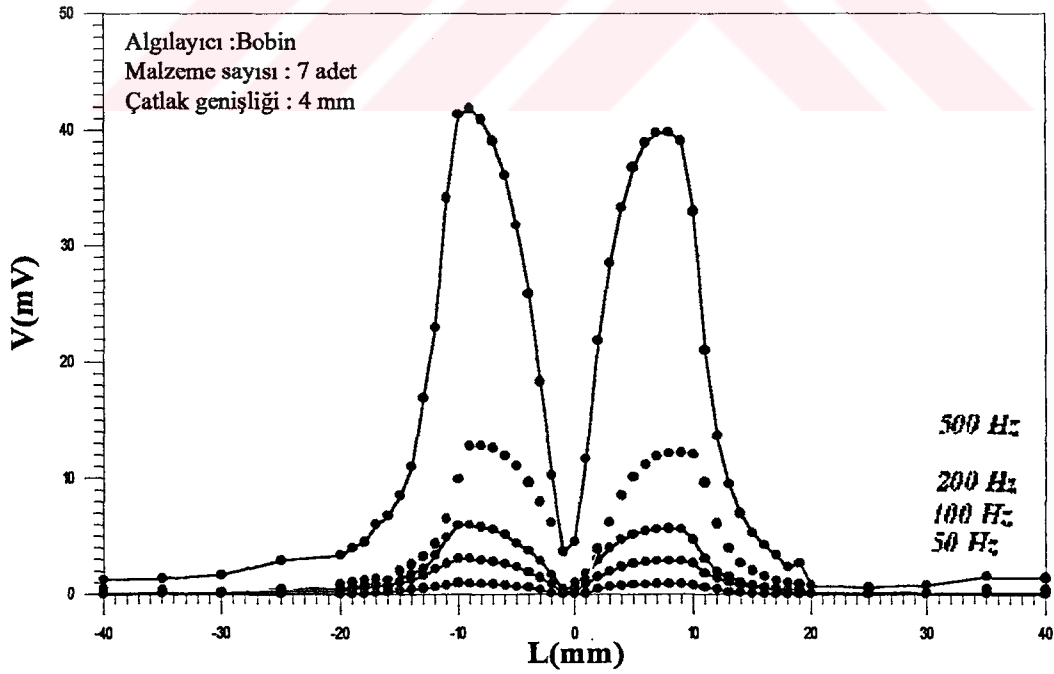
Şekil 4.20 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



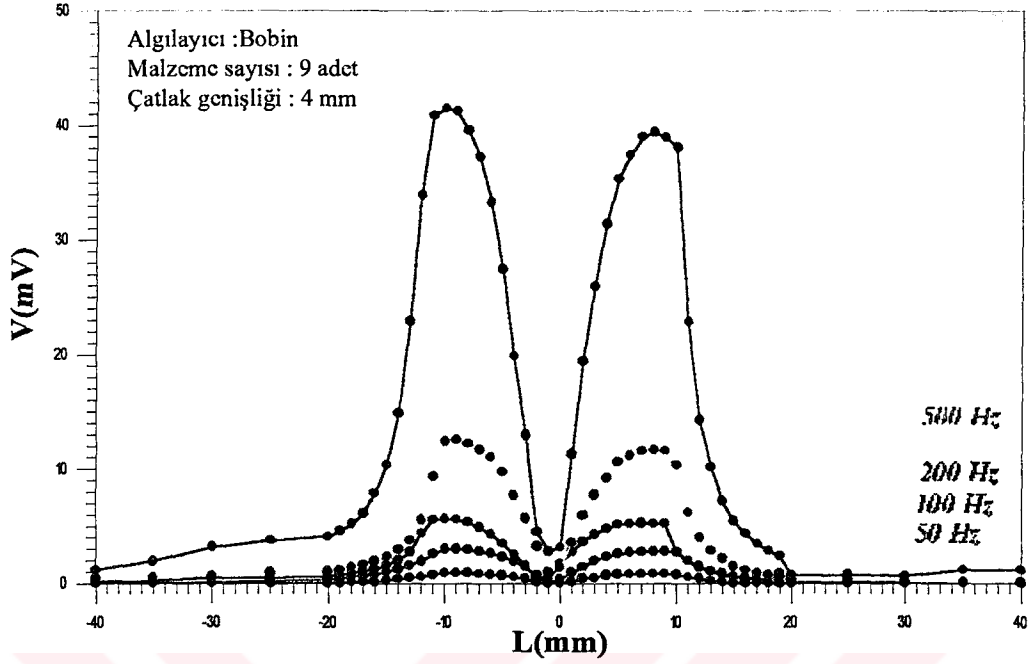
Şekil 4.21 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



Şekil 4.22 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 4 mm)

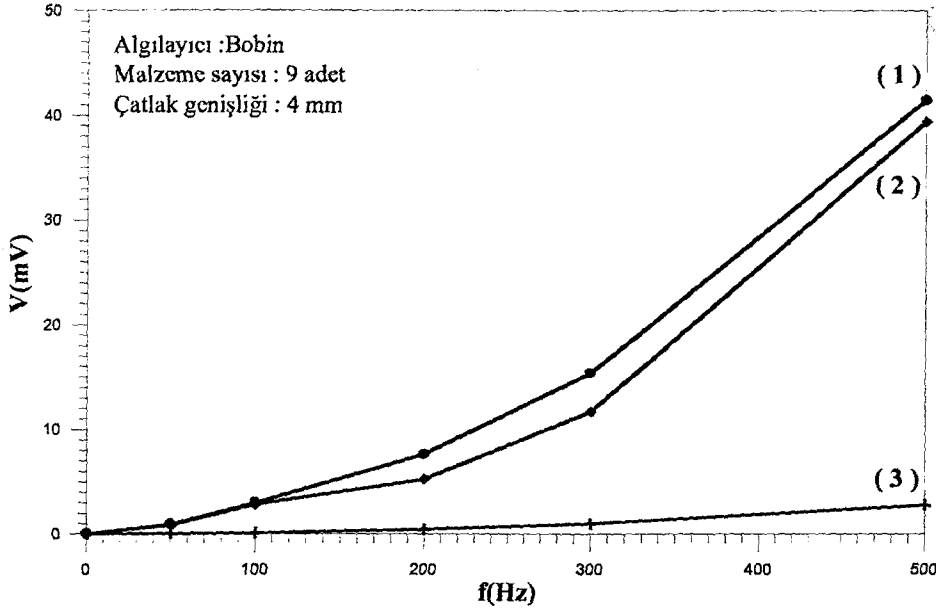


Şekil 4.23 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



Şekil 4.24 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 4 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Malzeme sayıları farklı olan beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde de sinyal seviyesinin frekansla arttığı ve malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu görülmektedir. Çatlak genişliğinin 3 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.24'de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın dataları ve çatlak merkezindeki datalar alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.25'te gösterilmiştir.



Şekil 4.25 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

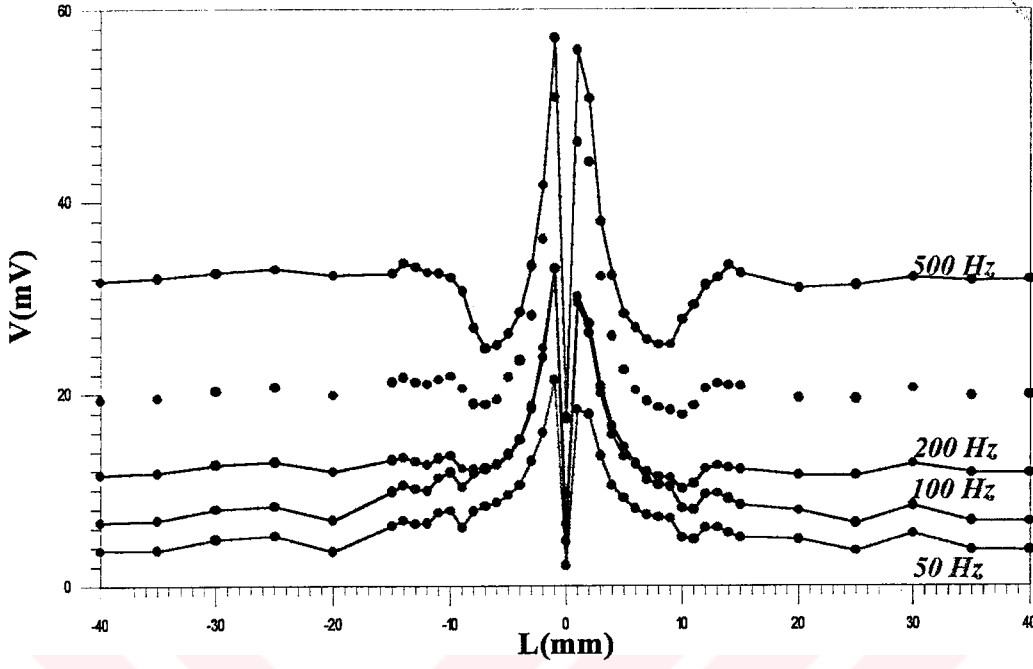
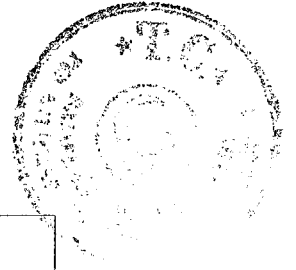
Şekil 4.25 üç farklı bölge için, frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğunu ve (1.1) bağıntısının doğruluğunu göstermektedir. Bu durumda çatlak genişliği ne olursa olsun frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin yaklaşık lineer değiştiği sölenebilir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini ve Şekil 1.2'ye uyduğunu göstermektedir. Bu beş deneyde de çatlak genişliği 4 mm'de sabit kaldığı için, sırasıyla şekillere bakıldığında manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmediği görülmektedir. Ayrıca taranan bölgenin ilk 25 ve son 25 mm'de herhangi bir sinyalin algılayıcıda indüklenmediği görülmektedir. Bu da bize, bu bölgelerde herhangi bir çatlağın olmadığını göstermektedir. Ayrıca piklerin kapladığı alanın armasından çatlağın biraz daha genişlediğini anlayabiliriz. Fakat algılayıcı olarak bobin kullandığımız için

çatlağın genişliği hakkında kesin bir değer söyleyemeyiz. Ancak grafikler bire bir çizilirse piklerin arasındaki uzaklık çatlağın genişliği hakkında yaklaşık değer verir.

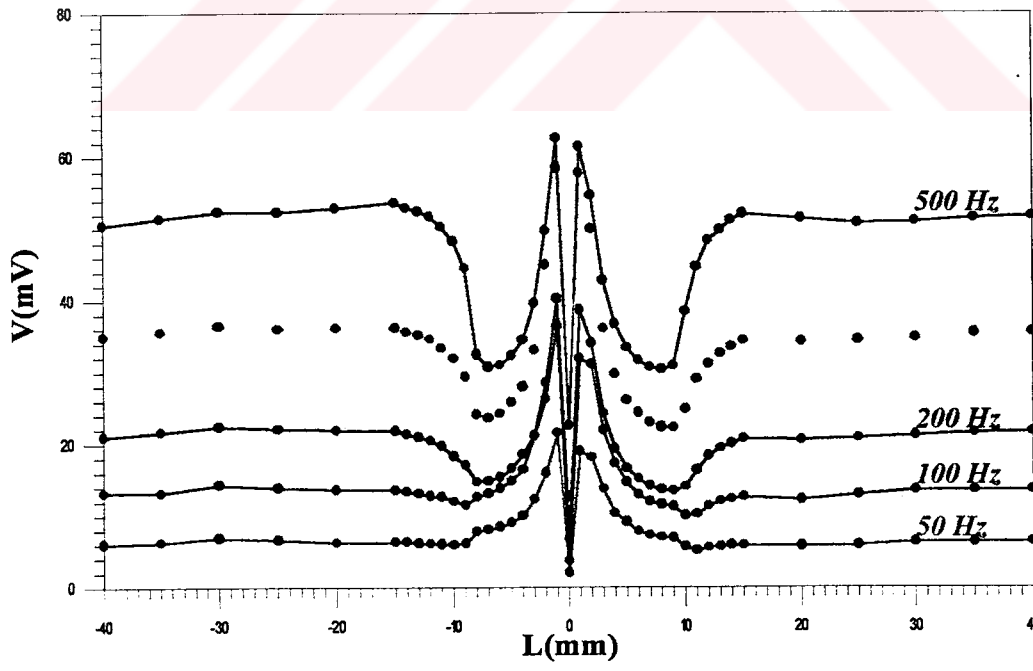
Sırasıyla Şekil 4.20 ile Şekil 4.24 arasındaki grafiklere baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar içinde sabit kaldığı görülmektedir. Bunun nedeni, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının örnek modele geçebilmesi için modelin 3 malzeme kalınlığında olmasından kaynaklanmaktadır. Malzeme sayısı 3 olana kadar örnek modele geçen manyetik akı artmaktadır. Bu durumda çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni ve dolayısıyla indüklenen sinyalin seviyesi de yükselmektedir. Malzeme sayısı 3'ten daha fazla olduğu durumlarda da, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamı örnek malzemeye geçtiği için sinyalin seviyesi değişmemektedir.

Ayrıca çatlak genişliği arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz olsun azalması gerekirdi. Fakat dikkat edilirse böyle bir durum gözümüze çarpmamaktadır. Sebebi de algılayıcının bobin olmasıdır. Bu beklentimiz ancak nokta okuma yapan algılayıcılar için geçerlidir. Bu durum hall etkili sensör ile yapılan deneylerde açıkça görülmektedir.

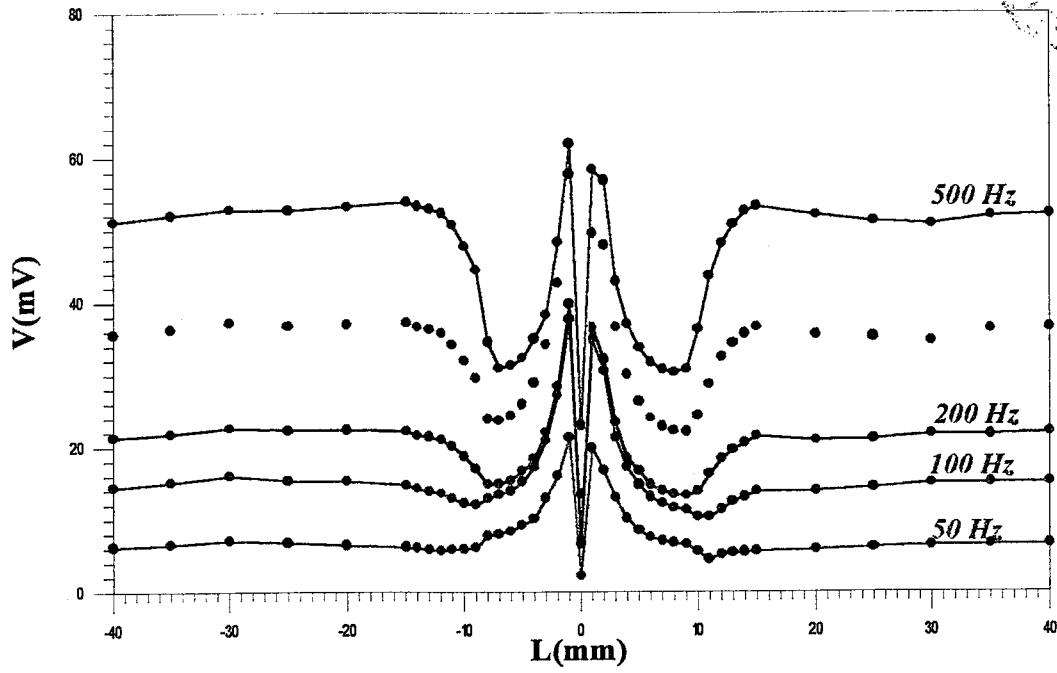
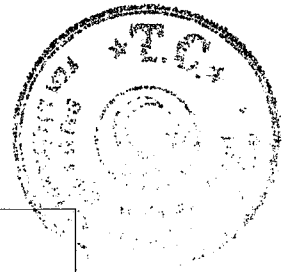
Buraya kadar yapılan tüm deneylerde algılayıcı olarak bobin kullanıldı. Şimdi ise, kullanılan tam çatlak modellerini tekrar ele alarak algılayıcının hall etkili sensör olduğu durumlar için çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansla değişimini inceleyelim. Algılayıcıların algılama karakteristiklerini karşılaştırabilmek için, hall etkili sensörle yapılan deneylerde de U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akımın değeri, malzemedeki 0.2 T manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı. Tüm örnekler modellerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Çatlak genişliğinin 1 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişimini incelendi. Bu değişimin grafikleri Şekil 4.25 ile Şekil 4.29 arasında gösterilmiştir.



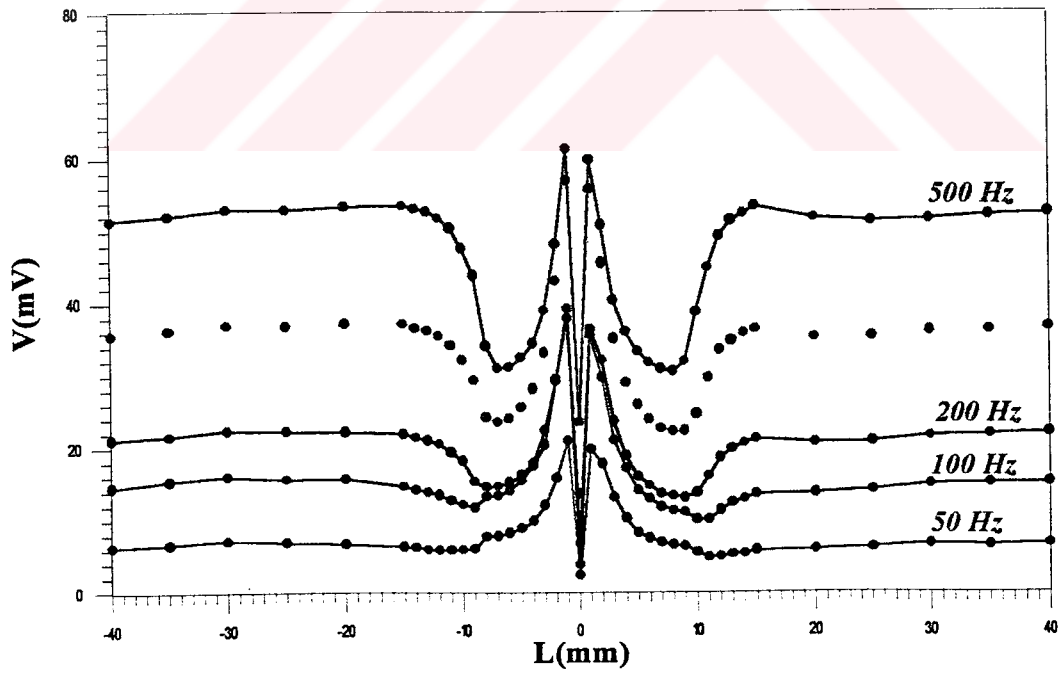
Şekil 4.26 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



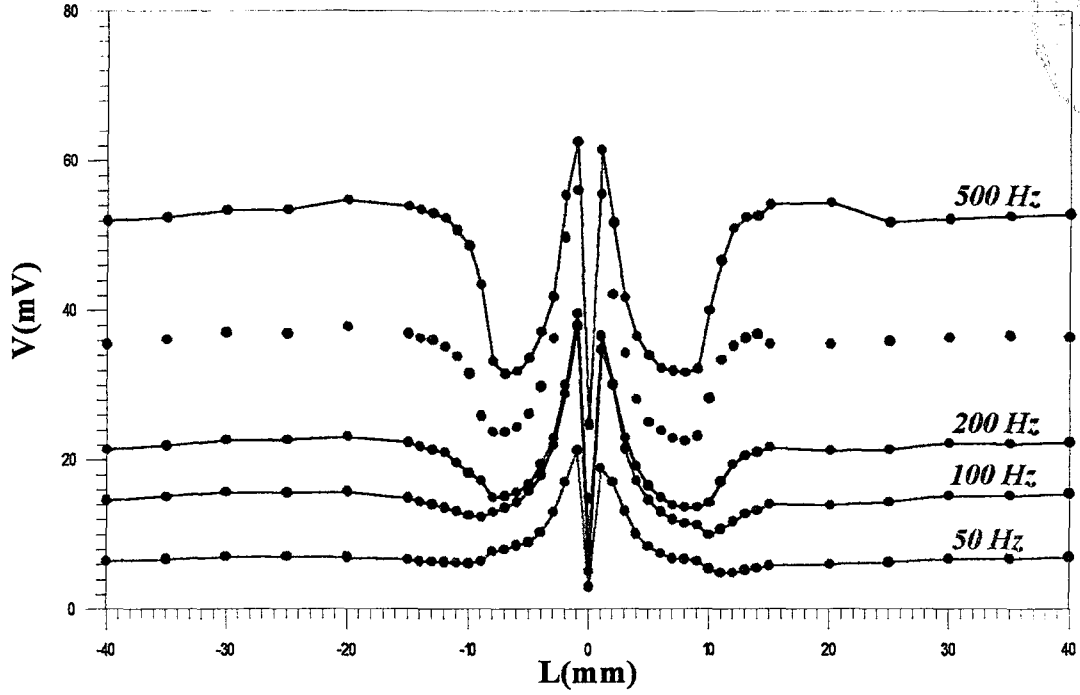
Şekil 4.27 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.28 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 1 mm)

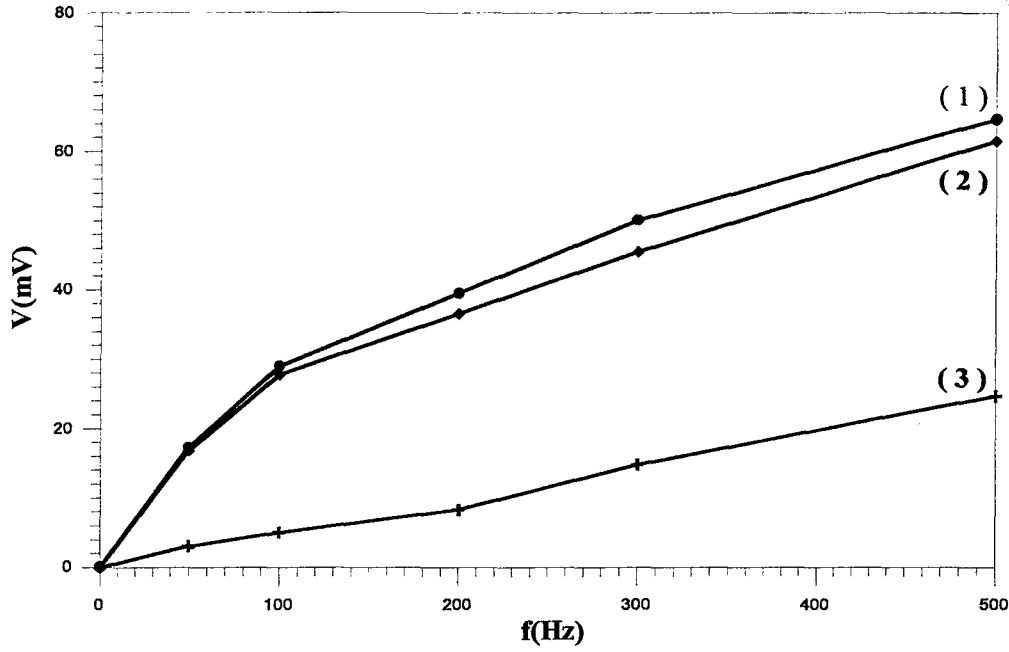


Şekil 4.29 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.30 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 1 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Çatlak genişliği 1 mm ve malzeme sayıları sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olan beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde sinyal seviyesinin frekansla arttığı ve malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu görülmektedir. Çatlak genişliğinin 1 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.30'da gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



Şekil 4.31 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 1 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

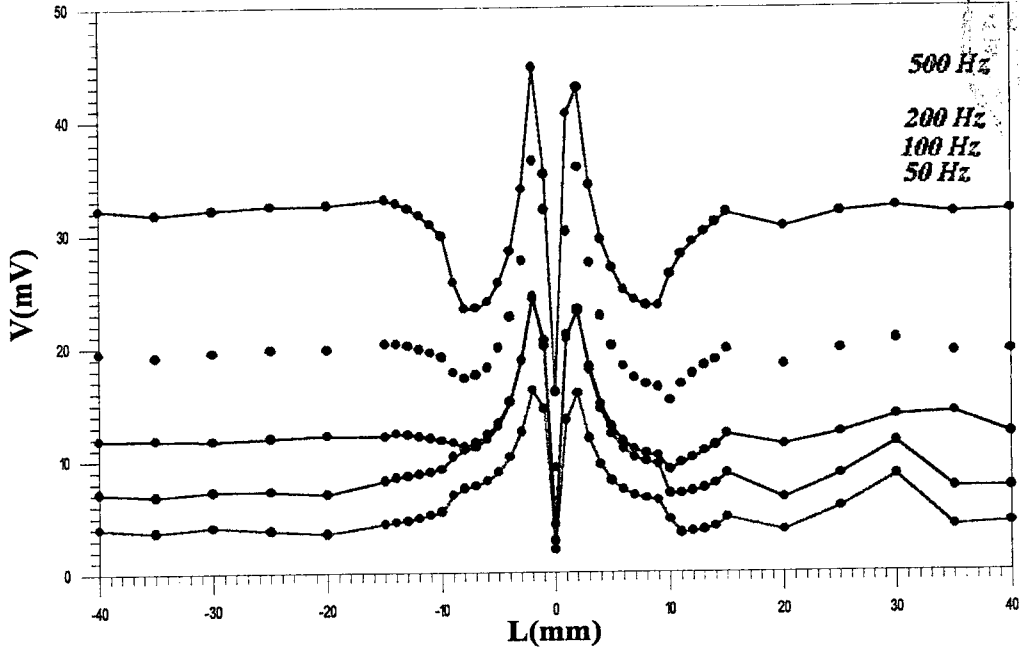
- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.31'e bakıldığında üç farklı bölge için, algılayıcının hall etkili sensör olduğu durumda da frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğu ve (1.1) bağıntısının doğruluğu görülmektedir.. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini ve Şekil 1.2'ye uyduğunu göstermektedir. Şekil 1.2'de de gösterildiği gibi tam çatlak örneklerinde çatlak bölgesinde manyetik akının +y ve -y yönünde iki farklı bileşene sahiptir. Fakat hall etkili sensör de bu iki bileşenin süperpozisyonunu algılayabilmektedir. Manyetik akının B_y bileşeni ile algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesi doğru orantılı olduğundan, çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değişimi ile indüklenen sinyalin seviyesinin değişimi aynıdır. Bu durumda iki pikin orta noktası çatlağın merkezini göstermektedir. Ayrıca algılayıcının hall etkili sensör olduğu deneylerden elde edilen bu grafiklerde piklerin daha keskin olduğunu görmekteyiz.

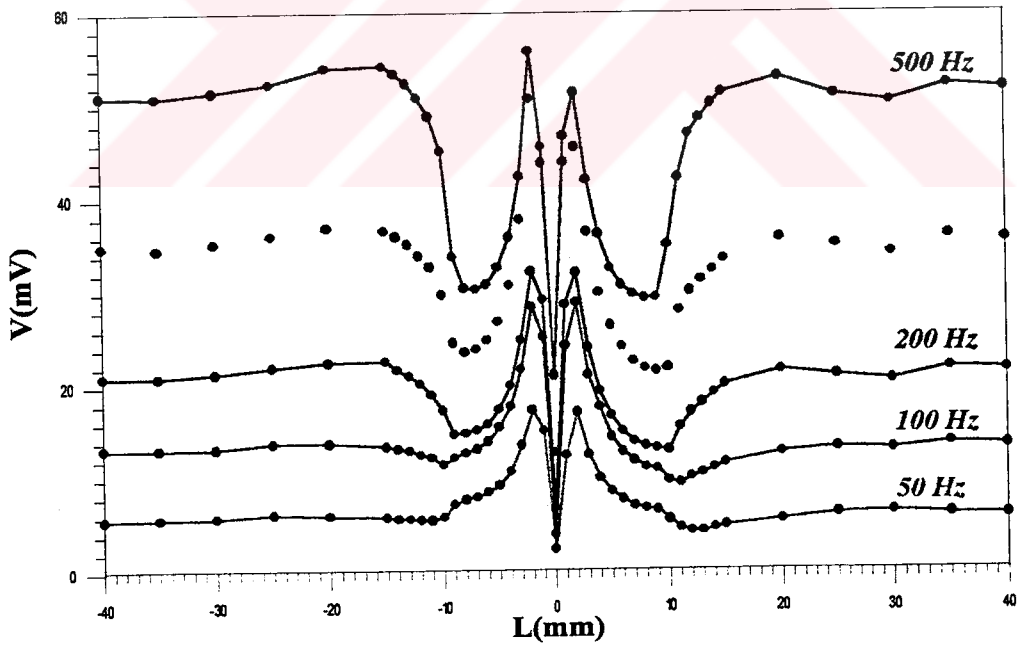
Bunun sebebi, hall etkili sensörün nokta okuma yapmasıdır. Hall etkili sensörün bu özelliğinden yararlanarak çatlak genişliği hakkında yorum yapabiliriz. Şöyleki, eğer elde edilen grafikler bire bir ölçekte çizilmiş ise iki pik arasındaki uzaklık doğrudan çatlak genişliğini gösterir.

Bu beş deneyde de çatlak genişliği 1 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Ayrıca grafiklere bakıldığında taranan bölgenin ilk 32 ve son 32 mm'de her frekans için sabit bir sinyalin algılayıcıda indüklendiği görülmektedir. Bu durum örnek malzeme ile manyetize edici sistem arasındaki gürültüden kaynaklanmaktadır. Bu bölgelerde algılayıcıda indüklenen sinyalin sabit olması yine bize, herhangi bir çatlak olmadığını göstermektedir. Sırasıyla Şekil 4.26 ile Şekil 4.30 arasındaki grafiklere baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar içinde sabit kaldığını görmekteyiz. Bunun nedeni, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının örnek modele geçebilmesi için modelin 3 malzeme kalınlığında olmasından kaynaklanmaktadır. Malzeme sayısı 3 olana kadar örnek modele geçen manyetik akı artmaktadır. Bu durumda çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni ve dolayısıyla indüklenen sinyalin seviyesi de yükselmektedir. Malzeme sayısı 3'ten daha fazla olduğu durumlarda da, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamı örnek malzemeye geçtiği için sinyalin seviyesi değişmemektedir.

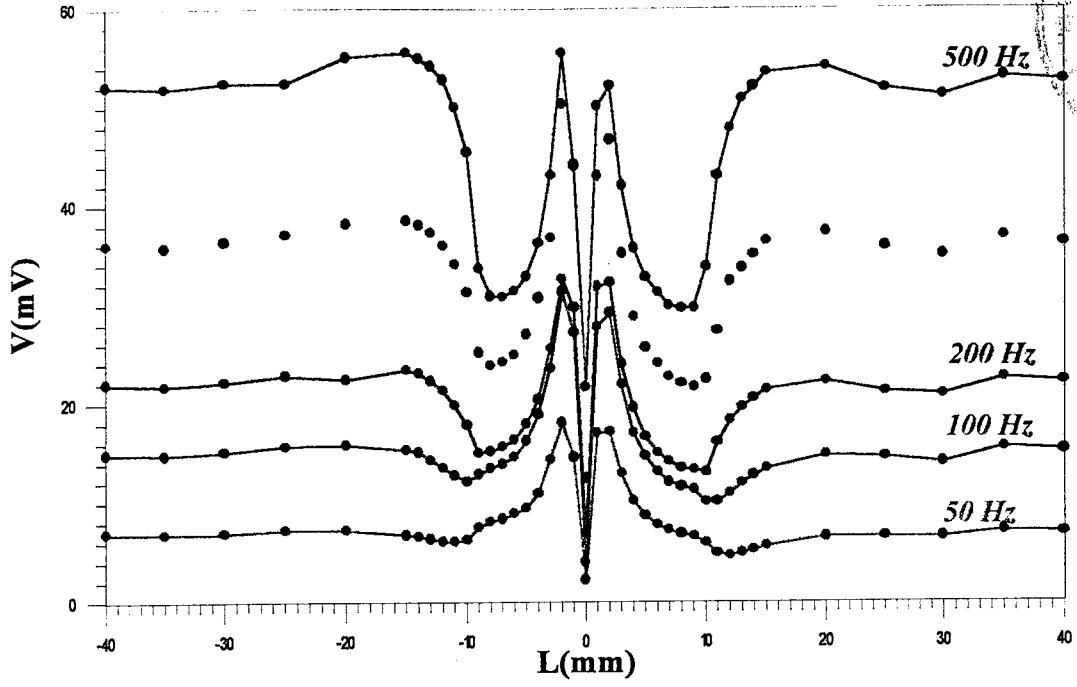
Şimdi de çatlak genişliği 2 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde halletkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.32 ile Şekil 4.36 arasında verilmiştir.



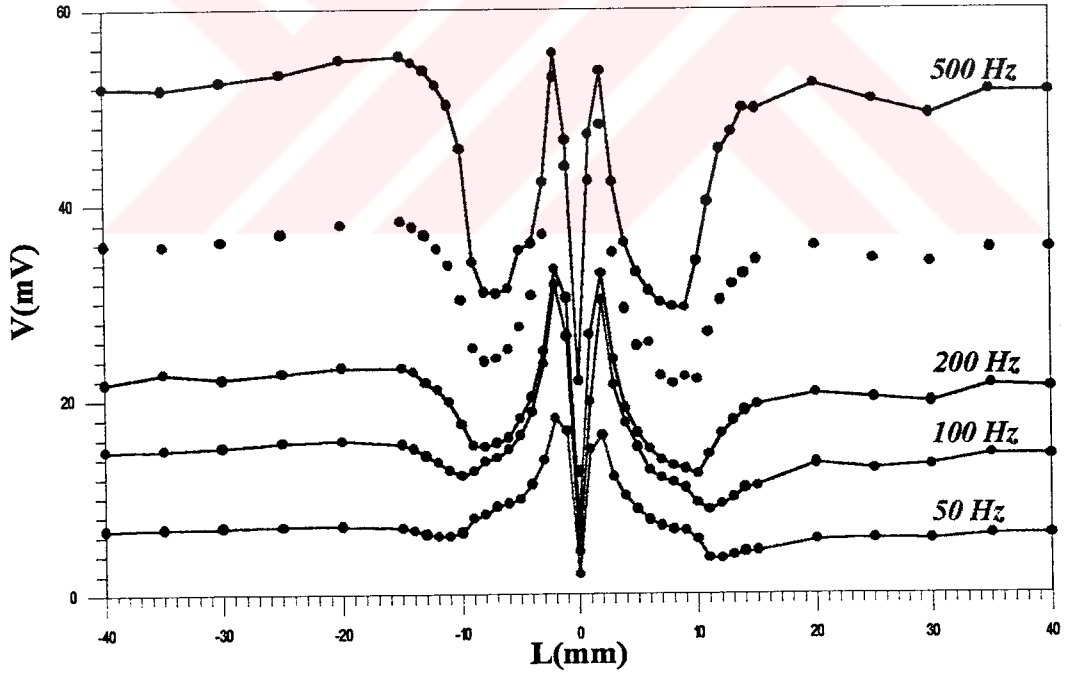
Şekil 4.32 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



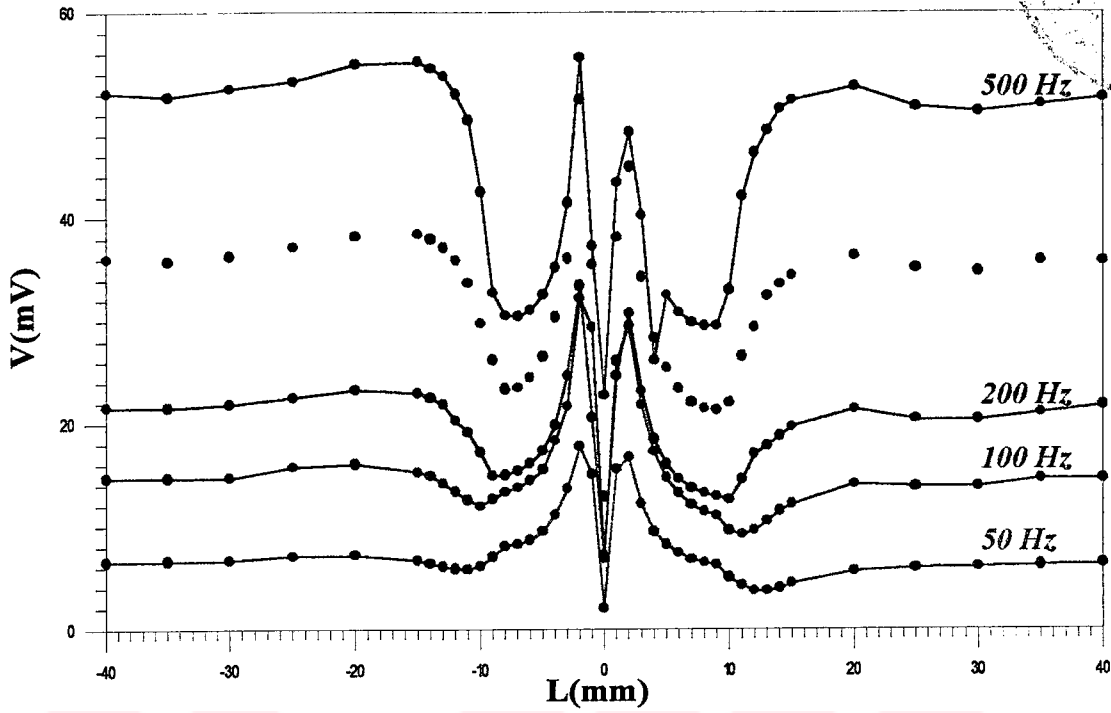
Şekil 4.33 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.34 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 2 mm)

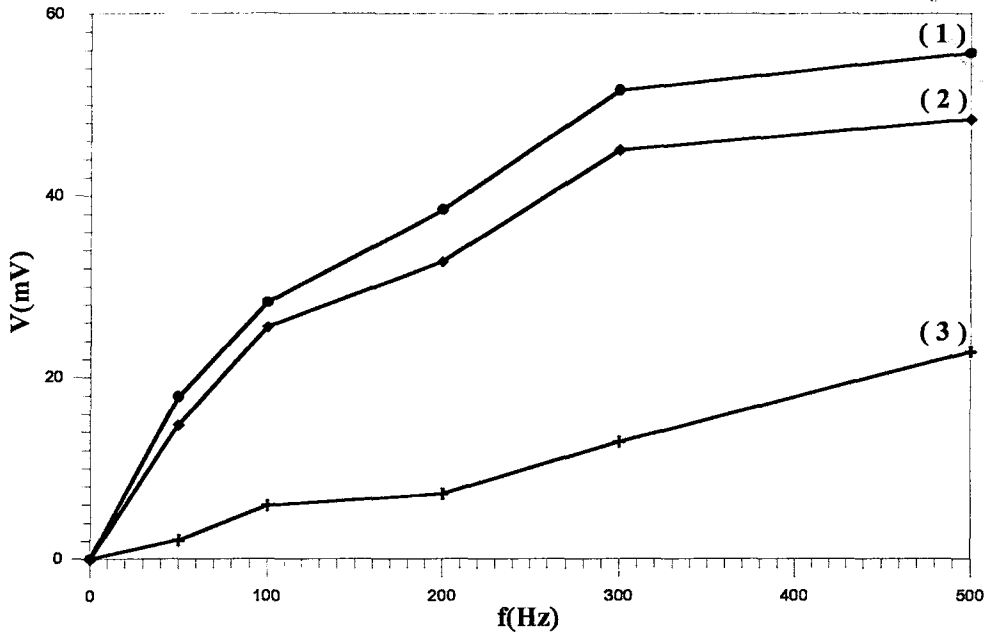


Şekil 4.35 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.36 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 2 mm)

Grafiklerin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Çatlak genişliği 2 mm ve malzeme sayıları sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olan bu beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde de sinyal seviyesinin frekansla arttığı ve malzeme sayısına bağlı olmaksızın sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu görülmektedir. Çatlak genişliğinin 2 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.36'da gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiş ve bu grafiğik Şekil 4.37'de gösterilmiştir.



Şekil 4.37 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 2 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktasının sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktasının sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.37'ye bakıldığında üç farklı bölge için, frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğu görülmektedir. O halde bu durumun çatlağın genişlemesiyle herhangi bir ilişkisinin olmadığını söyleyebiliriz. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini ve Şekil 1.2'ye uyduğunu göstermektedir

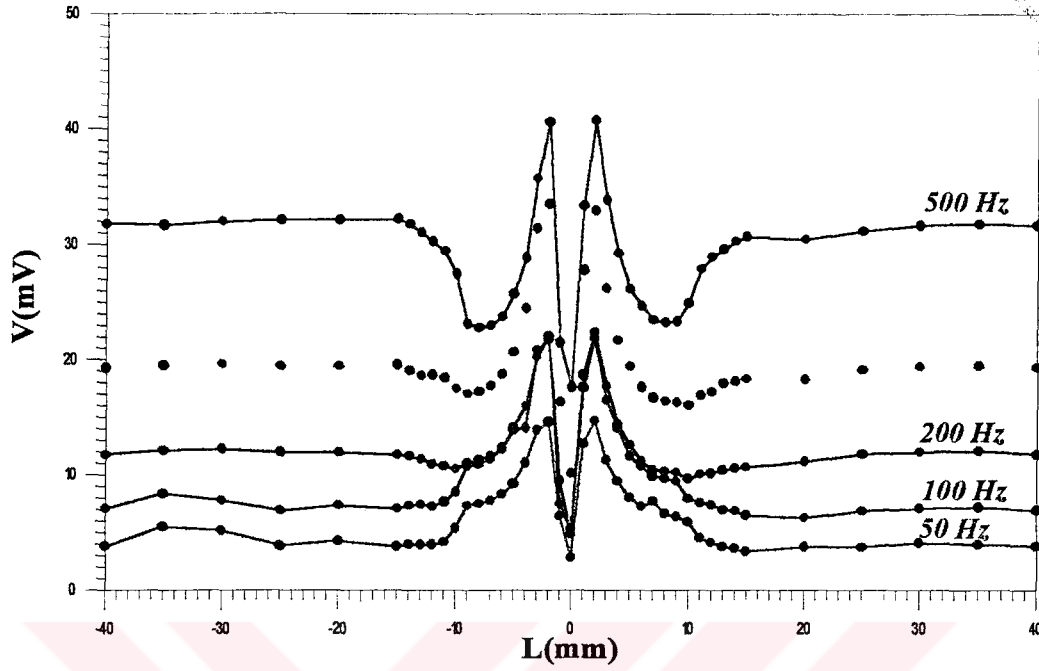
Bu beş deneyde de çatlak genişliği 2 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Ayrıca grafiklere bakıldığında taranan bölgenin ilk 28 ve son 28 mm'de her frekans için sabit bir sinyalin algılayıcıda indüklendiği görülmektedir. Bu durum örnek malzeme ile manyetize edici sistem arasındaki gürültüden kaynaklanmaktadır. Bu bölgelerde algılayıcıda indüklenen sinyalin sabit olması yine bize, herhangi bir çatlağın olmadığını göstermektedir. Yine sırasıyla Şekil 4.32 ile Şekil 4.36 arasındaki grafiklere baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında

sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar içinde sabit kaldığını görmekteyiz. Bunun nedeni, manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamının örnek modele geçebilmesi için modelin 3 malzeme kalınlığında olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu durumun çatlak genişliğinden bağımsız olduğunu söyleyebiliriz.

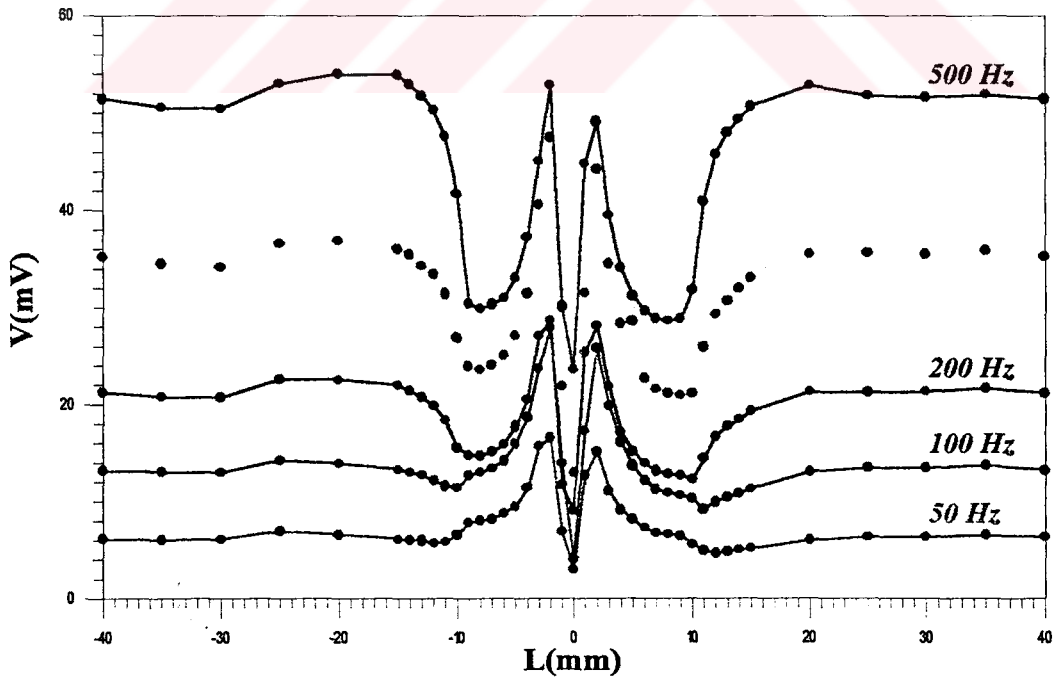
Fakat çatlak genişliğinin 1 mm olduğu Şekil 4.26 - Şekil 4.30 arasındaki grafikler ile çatlak genişliğinin 2 mm olduğu Şekil 4.32 - Şekil 4.36 arasındaki grafikleri karşılaştırsak, çatlak genişliği arttırıldığında oluşan iki pikin, taranan bölge uzunluğuna göre kapladığı alanın arttığı görülmektedir. Bu durum çatlağın biraz daha büyüdüğünü göstermektedir. Yine grafiklerdeki iki pikin arasındaki uzaklık bize çatlak genişliği hakkında bilgi verir.

Ayrıca çatlak genişliği arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz azaldığı görülmektedir. Nedeni ise, çatlak bölgesinde manyetik akı en kısa yoldan karşı malzemeye geçmek istemesidir. Bundan ötürü çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değeri düşecek ve dolayısıyla da sinyal seviyesinin değeri de azalacaktır. Çatlak genişliğinin 1 mm olduğu durumdaki beş grafik ile çatlak genişliğinin 2 mm olduğu beş grafiği karşılaştırsak, bu durum açıkça görülmektedir.

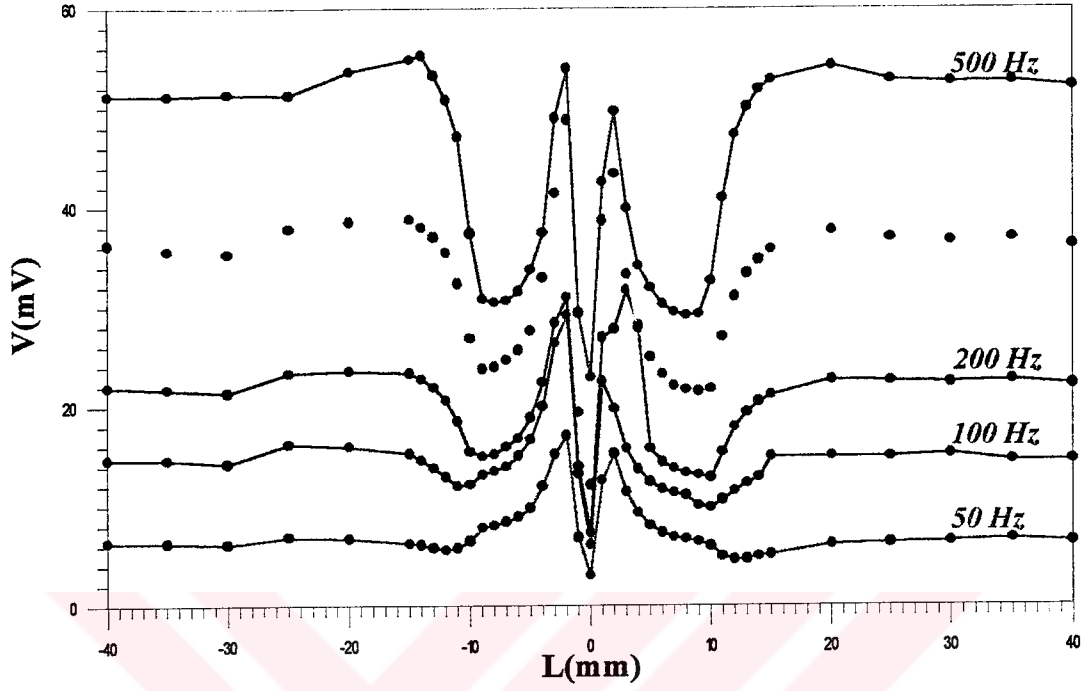
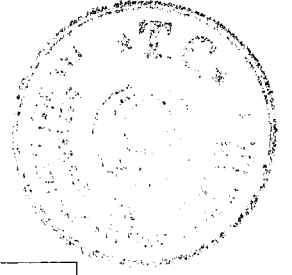
Şimdi ise çatlak genişliği 3 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.38 ile Şekil 4.42 arasında verilmiştir.



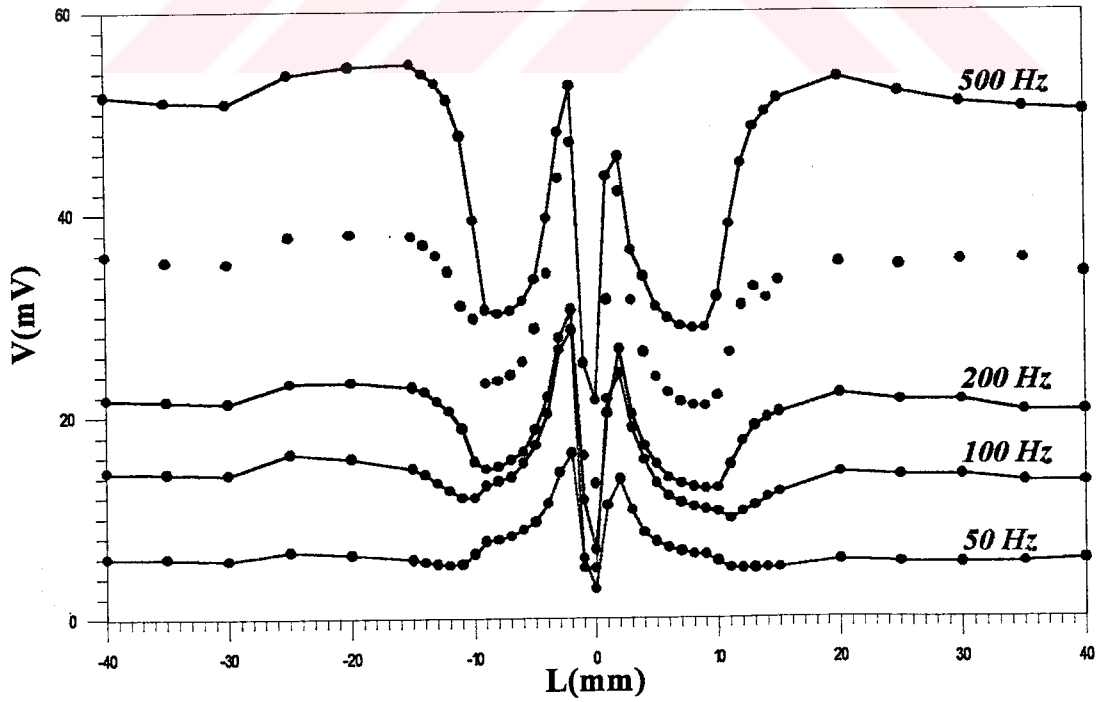
Şekil 4.38 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



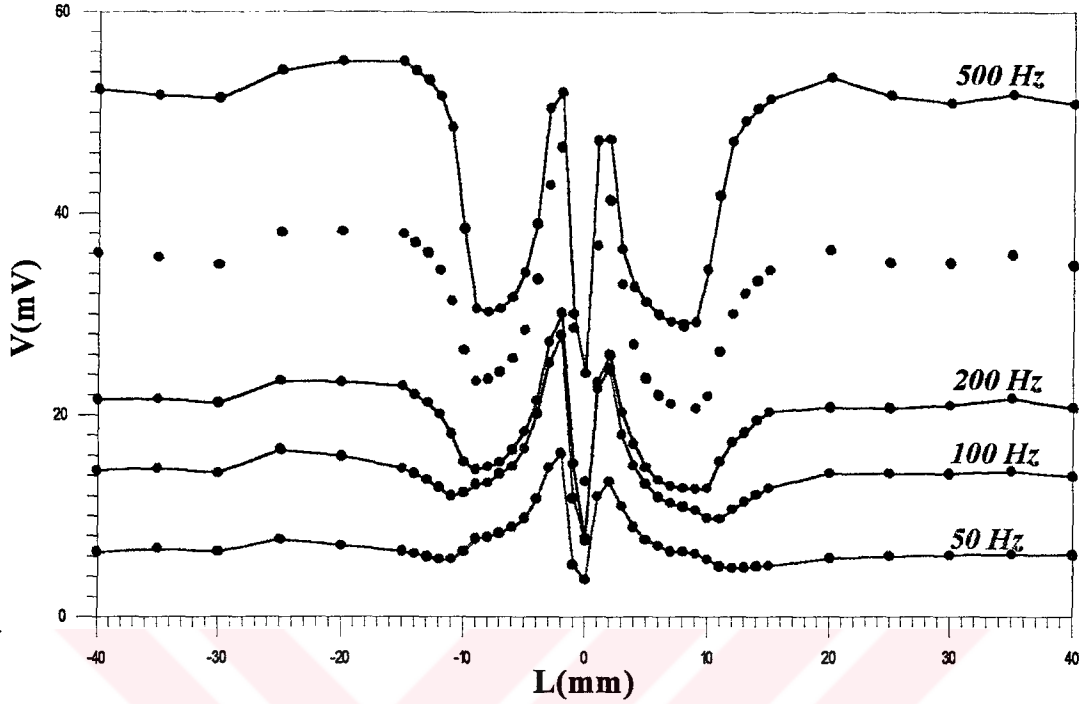
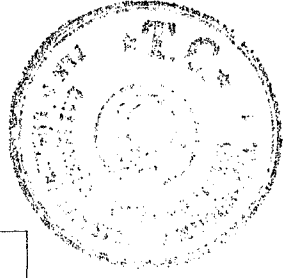
Şekil 4.39 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



Şekil 4.40 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 3 mm)

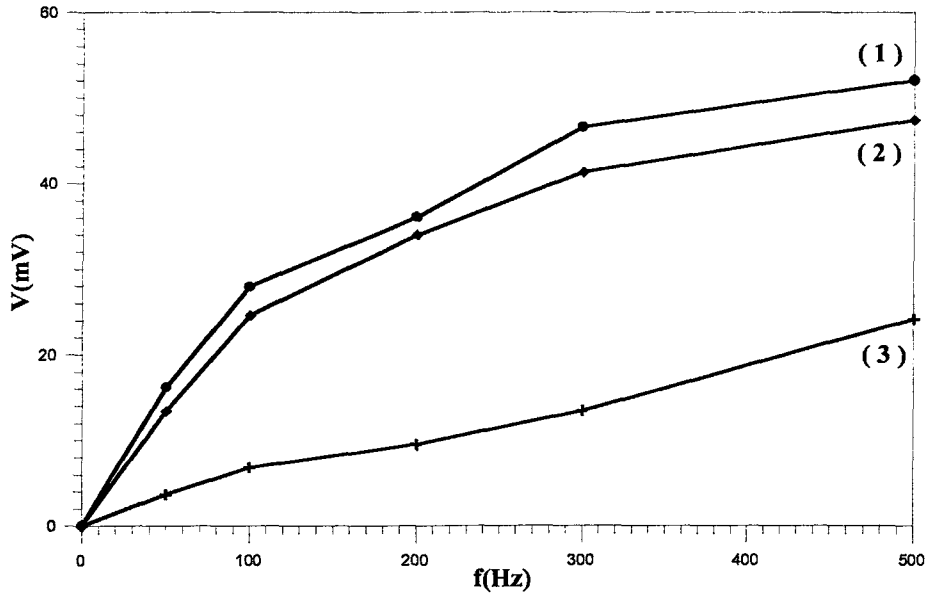


Şekil 4.41 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 3 mm)



Şekil 4.42 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 3 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Çatlak genişliği 3 mm ve malzeme sayıları sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olan bu beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde sinyal seviyesinin frekansla arttığı ve malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu görülmektedir. Çatlak genişliğinin 3 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.42’de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktanın dataları ve çatlak merkezindeki datalar alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.43’de gösterilmiştir



Şekil 4.43 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 3 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktanın sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktanın sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.43'e bakıldığında çatlak genişliğinin 3 mm olduğu durumda da üç farklı bölge için, frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini göstermektedir

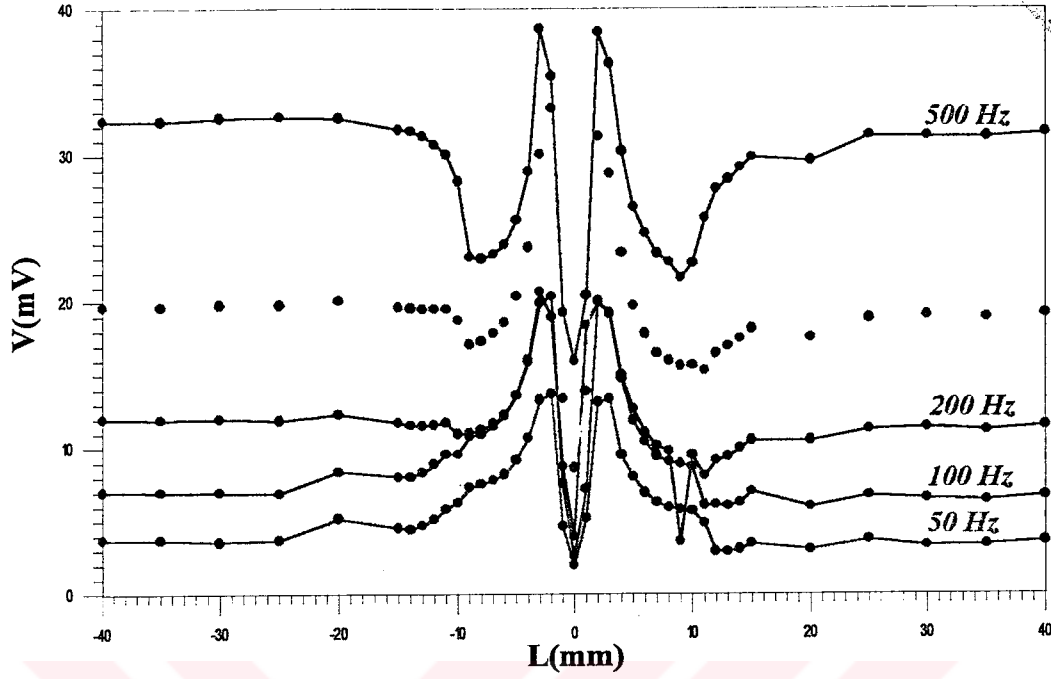
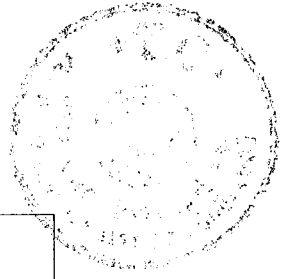
Bu beş deneyde de çatlak genişliği 3 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Ayrıca grafiklere bakıldığında taranan bölgenin ilk 26 ve son 26 mm'de her frekans için sabit bir sinyalin algılayıcıda indüklendiği görülmektedir. Bu durum örnek malzeme ile manyetize edici sistem arasındaki gürültüden kaynaklanmaktadır. Fakat sinyal seviyesinin sabit olması herhangi bir çatlağın olmadığını göstermektedir. Yine sırasıyla Şekil 4.38 - Şekil 4.42 arasındaki grafiklere baktığımızda malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar içinde sabit kaldığı görülmektedir. Bu

durumun çatlak genişliğinden bağımsız olduğu ve manyetize edici sistemden gelen manyetik akının değerine bağlı olduğu söylenebilir.

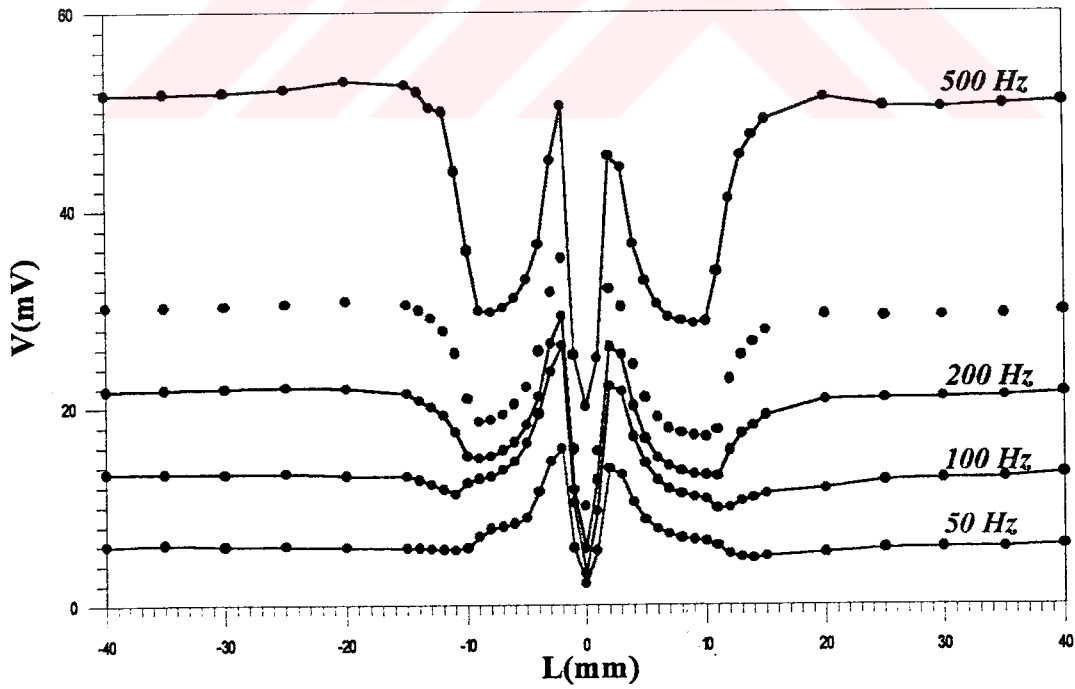
Fakat çatlak genişliğinin 1 mm ve 2 mm olduğu Şekil 4.26 - Şekil 4.36 arasındaki grafiklerle ile çatlak genişliğinin 3 mm olduğu Şekil 4.38 - Şekil 4.42 arasındaki beş grafiği karşılaştırıldığında, çatlak genişliği arttırıldığında oluşan iki pikin, taranan bölge uzunluğuna göre kapladığı alanın arttığı görülmektedir. Bu durum çatlağın biraz daha büyüdüğünü göstermektedir. Yine grafiklerdeki iki pikin arasındaki uzaklık bize çatlak genişliği hakkında bilgi verir.

Ayrıca çatlak genişliği arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz azaldığı görülmektedir. Nedeni ise, çatlak bölgesinde manyetik akı en kısa yoldan karşı malzemeye geçmek istemesinden dolayı çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeninin değerinin düşmesidir.

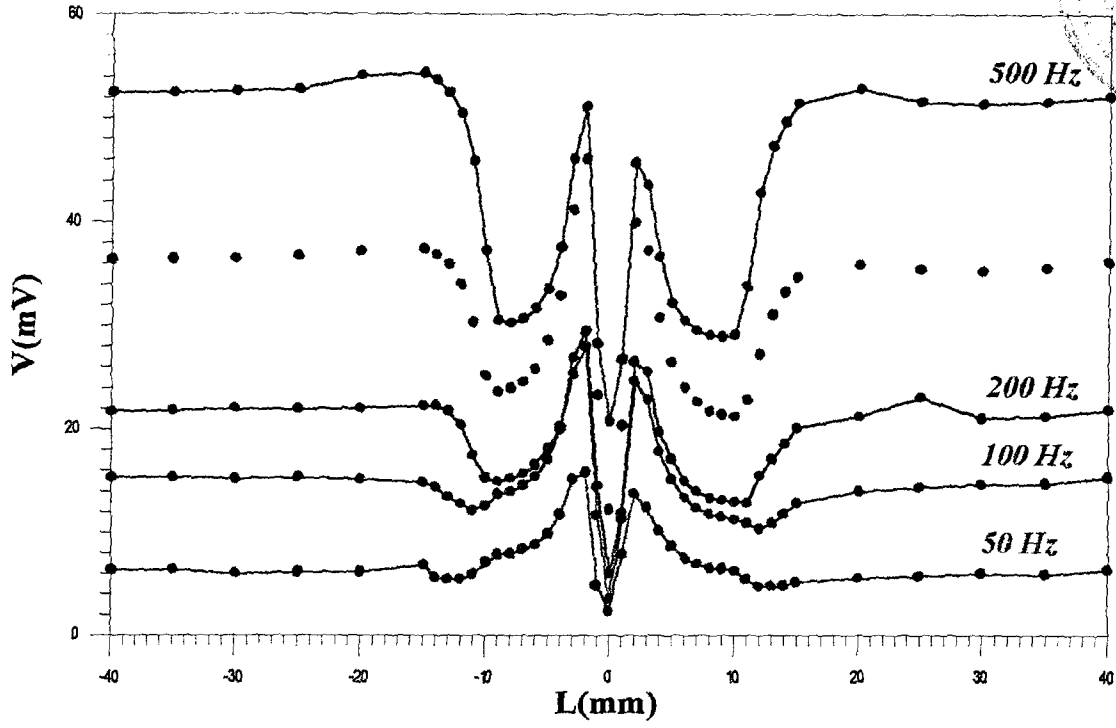
Şimdi ise çatlak genişliği 4 mm, malzeme sayısının sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olduğu beş farklı tam çatlak örnekleri için, çatlak bölgesinde hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafiklerini inceleyelim. Bu grafikler Şekil 4.44 ile Şekil 4.48 arasında verilmiştir.



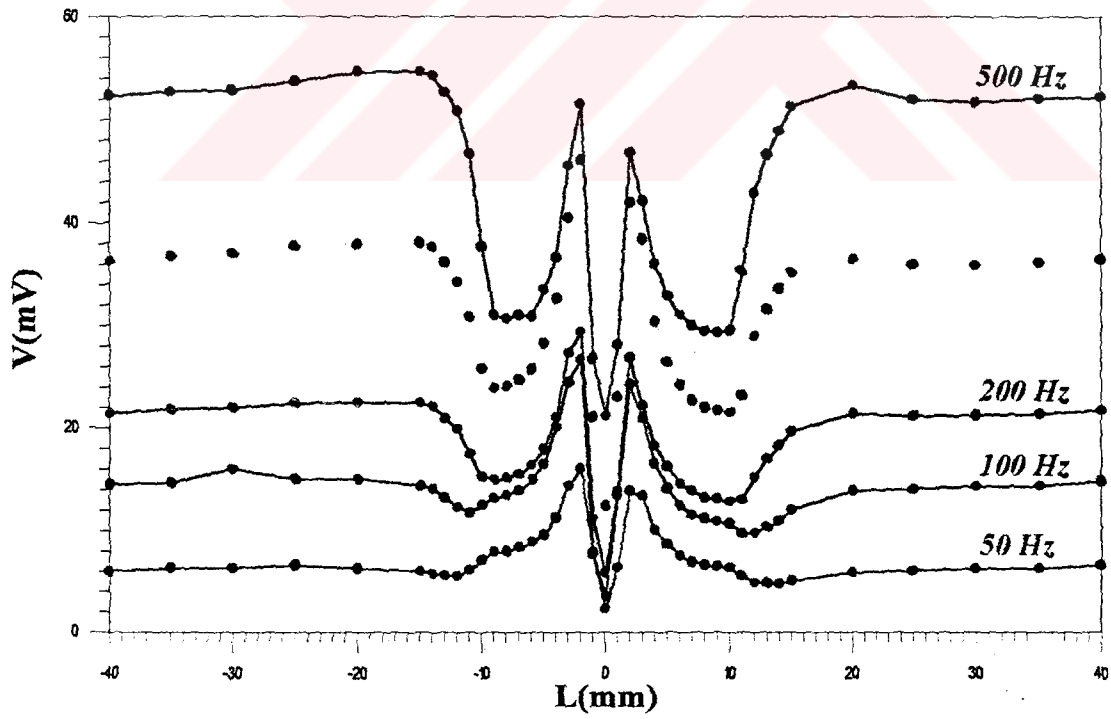
Şekil 4.44 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 1 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



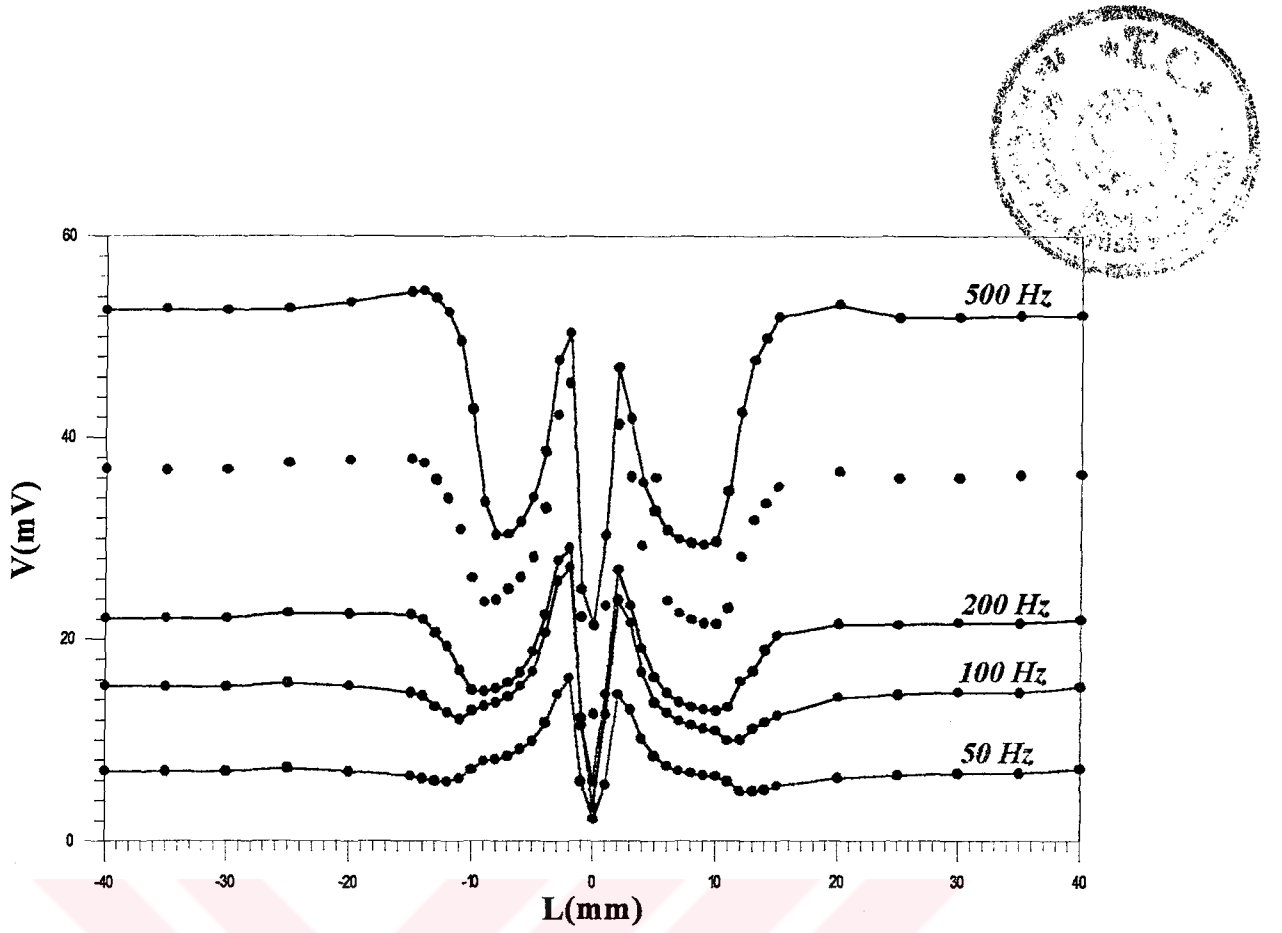
Şekil 4.45 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 3 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



Şekil 4.46 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 5 adet , çatlak genişliği: 4 mm)

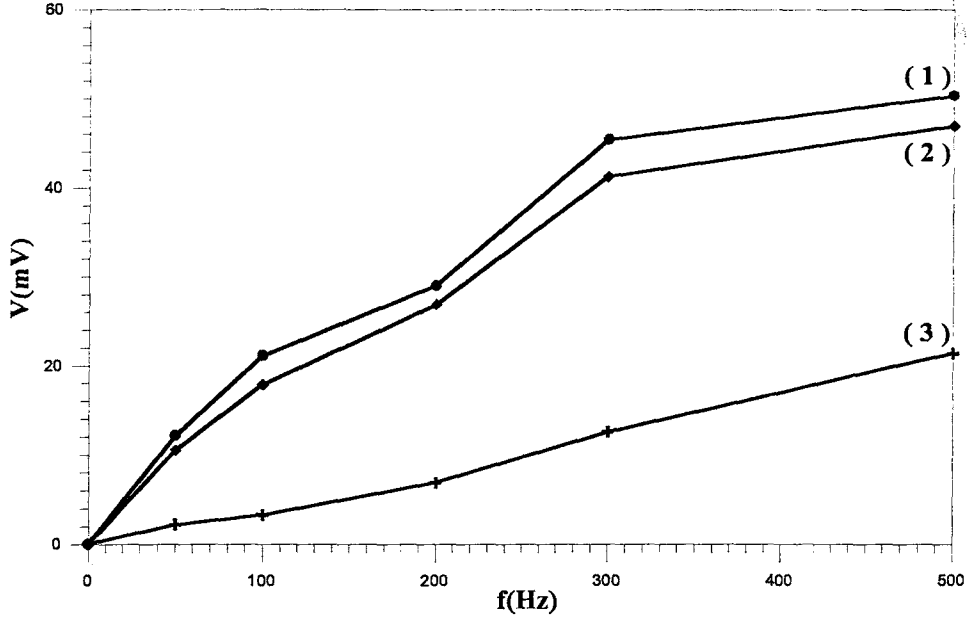


Şekil 4.47 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 7 adet , çatlak genişliği: 4 mm)



Şekil 4.48 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Malzeme sayısı: 9 adet , çatlak genişliği: 4 mm)

Grafiklerin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği gösterilmiştir. Çatlak genişliği 4 mm ve malzeme sayıları sırasıyla 1, 3, 5, 7, 9 olan bu beş farklı tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerde de sinyal seviyesinin frekansla arttığı ve malzeme sayısı ne olursa olsun sinyalin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu görülmektedir. Çatlak genişliğinin 4 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin frekansla artışının nasıl olduğunu anlayabilmek amacıyla, Şekil 4.48'de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her frekans için iki tepe noktasının dataları ve çatlak merkezindeki datalar alınarak, frekansla değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.49'da gösterilmiştir



Şekil 4.49 Malzeme sayısının 9 adet ve çatlak genişliğinin 4 mm olan tam çatlak modeli için çizilen grafikteki :

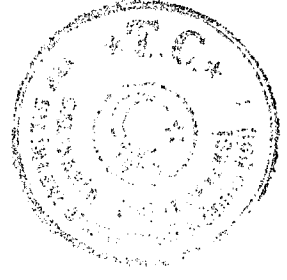
- (1) İlk pikin sinyal seviyesinin frekans göre değişimi ;
- (2) İkinci pikin sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin frekansa göre değişimi.

Şekil 4.49'a bakıldığında çatlak genişliğinin 4 mm olduğu durumda da üç farklı bölge için, frekans ile algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu beş farklı çatlak modeli için sinyal seviyesinin değişiminin şekil olarak aynı olması, tam çatlak örneklerinde manyetik akının çatlak bölgesindeki davranışının malzeme sayısına ve çatlak genişliğine göre değişmediğini bir kez daha doğrulamaktadır.

Sırasıyla Şekil 4.44 - Şekil 4.48 arasındaki beş grafiğe bakıldığında malzeme sayısı 1'den 3'e arttırıldığında sinyalin seviyesinin arttığını, malzeme sayısının 5, 7, 9 olduğu durumlar için de sabit kaldığı görülmektedir. O halde bu durumun çatlak genişliğinden bağımsız olduğu söylenebilir.

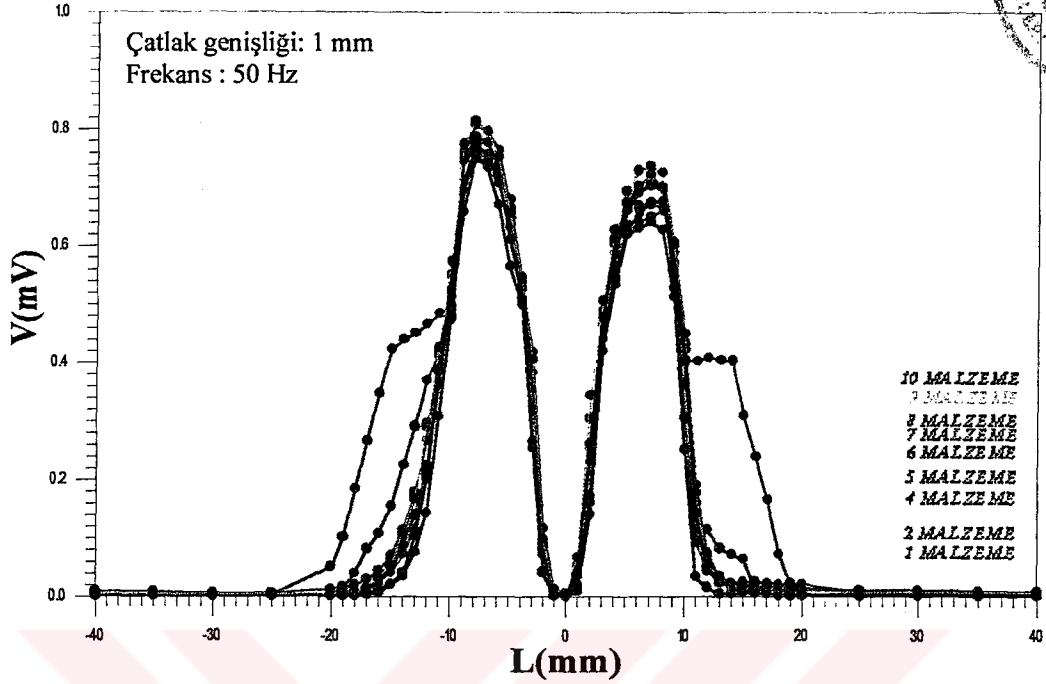
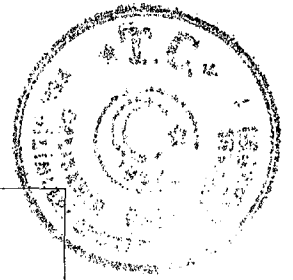
Bu beş deneyde de çatlak genişliği 4 mm'de sabit kaldığı için, manyetik akının düşey bileşeninin algılanmaya başladığı yer ile algılandığı aralığın uzunluğu da değişmemiştir. Ayrıca grafiklere bakıldığında taranan bölgenin ilk 24 ve son 24 mm'de her frekans için sabit bir sinyalin algılayıcıda indüklendiği görülmektedir. Bu durum örnek malzeme ile manyetize edici sistem arasındaki gürültüden kaynaklanmaktadır. Fakat sinyal seviyesinin sabit olması herhangi bir çatlak olmadığını göstermektedir.

Çatlak genişliğinin 1 mm, 2 mm ve 3 mm olduğu Şekil 4.26 - Şekil 4.42 arasındaki grafiklerle çatlak genişliğinin 4 mm olduğu Şekil 4.44 - Şekil 4.48 arasındaki bu beş grafiği karşılaştırırsak, çatlak genişliği arttırıldığında oluşan iki pikin, taranan bölge uzunluğuna göre kapladığı alanın arttığı görülmektedir. Bu durum çatlakın biraz daha büyüdüğünü göstermektedir. Yine grafiklerdeki iki pik arasındaki uzaklık bize çatlak genişliği hakkında bilgi verir. Ayrıca çatlak genişliği 4 mm'ye arttırıldığından dolayı tüm frekanslar için sinyal seviyesinin biraz azaldığı görülmektedir.

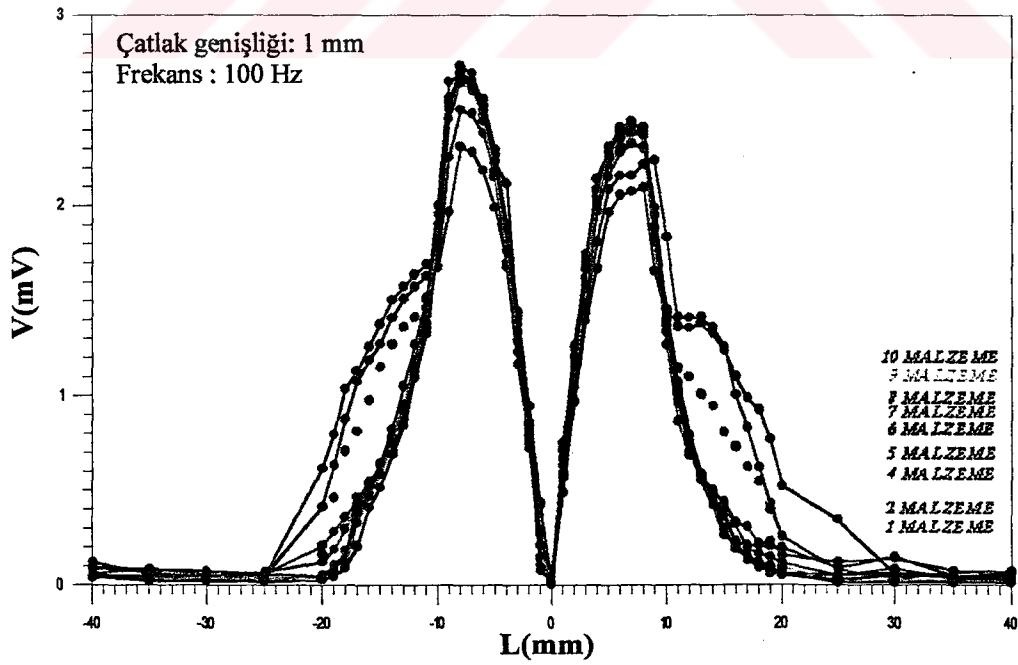


4.1.2 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Malzeme Sayısına Göre Değişimi

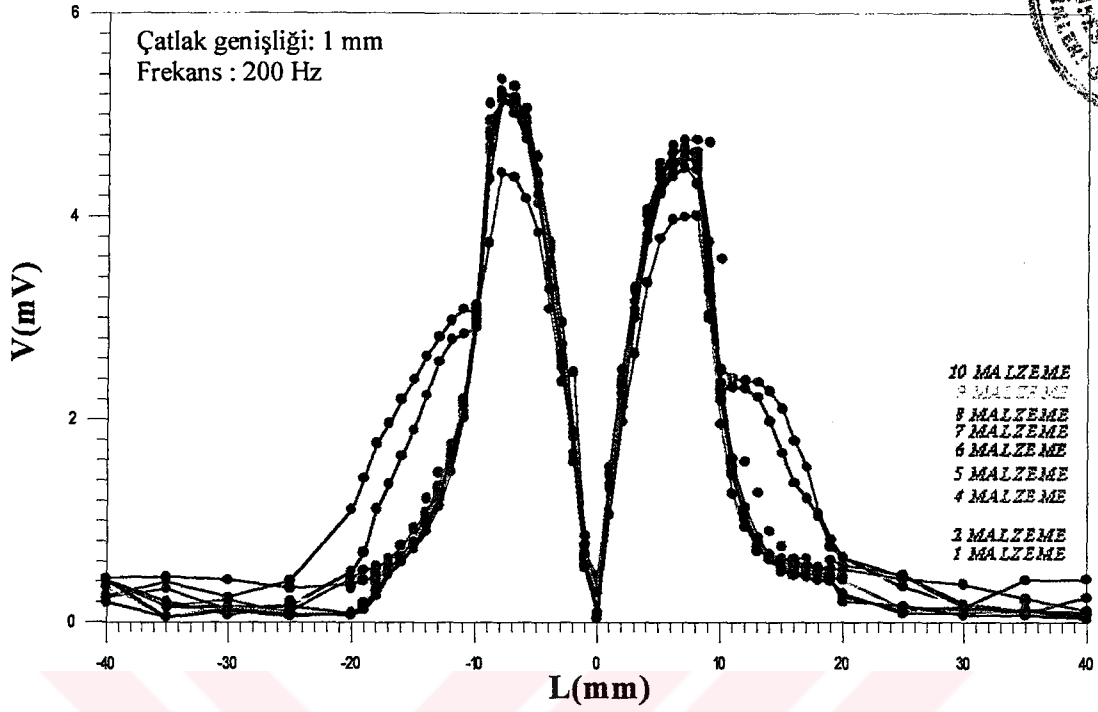
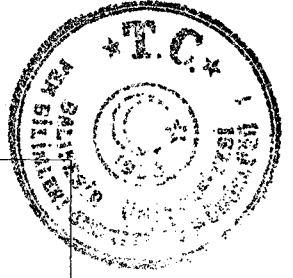
Deneysel çalışmada çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin malzeme sayısı ile değişimini inceleyebilmek için önce 30 mm genişliğinde ve 0.33 mm yüksekliğinde levha şeklindeki MOH malzemeden iki tane alınarak, Şekil 5.1'deki gibi aralarında belirli mesafe olacak şekilde tam çatlak örneği hazırlandı. Daha sonra manyetize edici sistemin üzerindeki N sarımına 50 Hz frekanslı alternatif akım uygulanarak sistem mıknatıslandı. Sistemin, düzenlenen tam çatlak örneği üzerine konmasıyla da örneğin mıknatıslanması sağlandı. Daha sonra manyetize edici sistem Şekil 4.1'deki gibi taramanın başlama noktasından harekete geçirilerek, tam çatlak örneği +x yönünde 80 mm tarandı. Bu işlem sırasında algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi voltmetre aracılığıyla ölçüldü. Bu bir kere tarama işlemi bitince, manyetize edici sistem tekrar ilk konumuna getirildi ve aynı işlemler frekans ile çatlak genişliği değiştirilmeden malzeme sayısı artırılarak tekrarlandı. Buraya kadar tüm işlemler çatlak genişliği farklı olan tam çatlak modelleri için de denendi. Hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Tüm deneylerde U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akımın değeri, malzemeden 0.2 teslalık manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı. Hazırlanan tüm tam çatlak modellerinde çatlak genişliği belirli bir değerde sabit tutulup, malzeme sayısı bir taneden on taneye kadar değiştirildi. Aynı çatlak genişliğine sahip on farklı tam çatlak modeli için, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi incelendi. Bu işlemler sırasında frekans değiştirilmedi. Algılayıcı olarak ilk önce bobin kullanıldı. Algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin malzeme sayısına göre değişimini bulmak amacıyla ilk önce çatlak genişliğinin 1 mm olduğu 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip olan, on farklı tam çatlak örneği hazırlanarak, her sabit frekans için çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişimi incelendi. Değişim grafikleri her sabit tutulan frekans için malzeme sayısına göre toplu olarak çizildi. Bu değişimin grafikleri Şekil 4.50 ile Şekil 4.54 arasındaki gösterilmiştir.



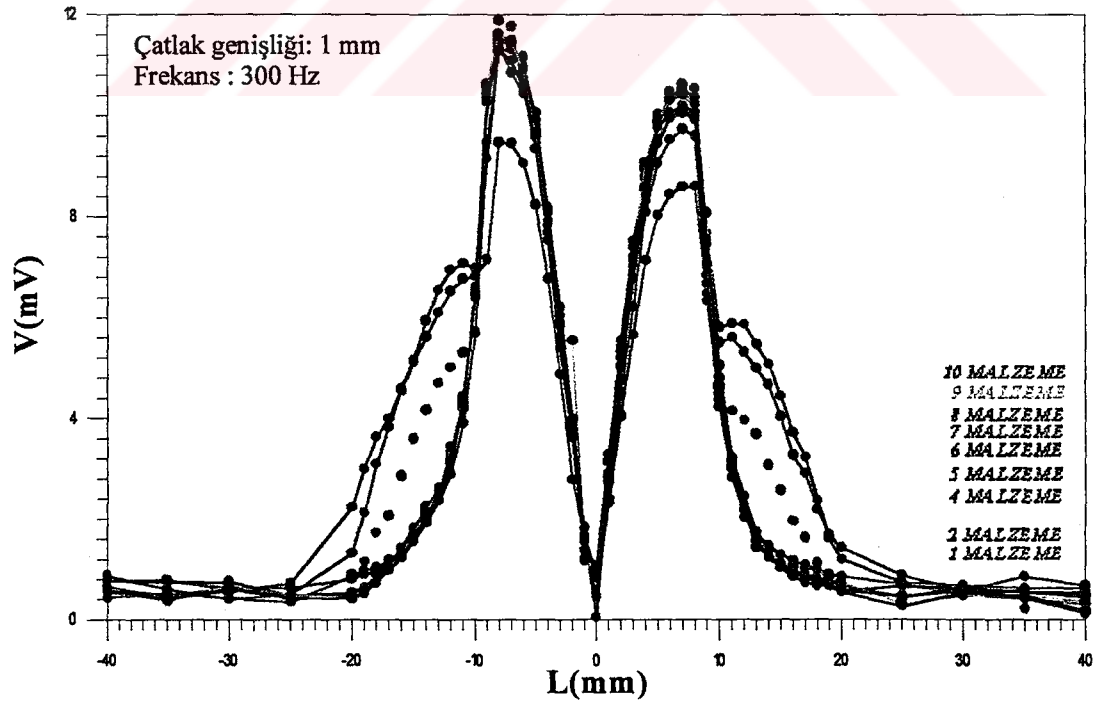
Şekil 4.50 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



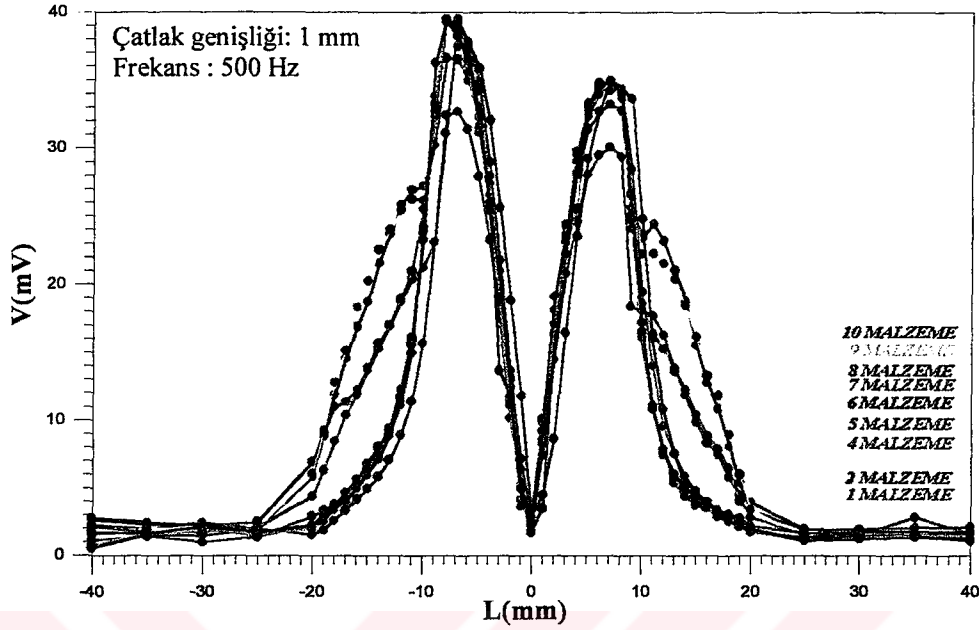
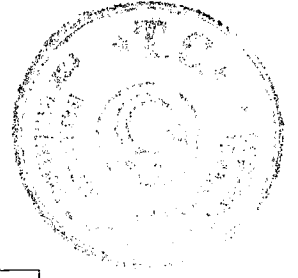
Şekil 4.51 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.52 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)

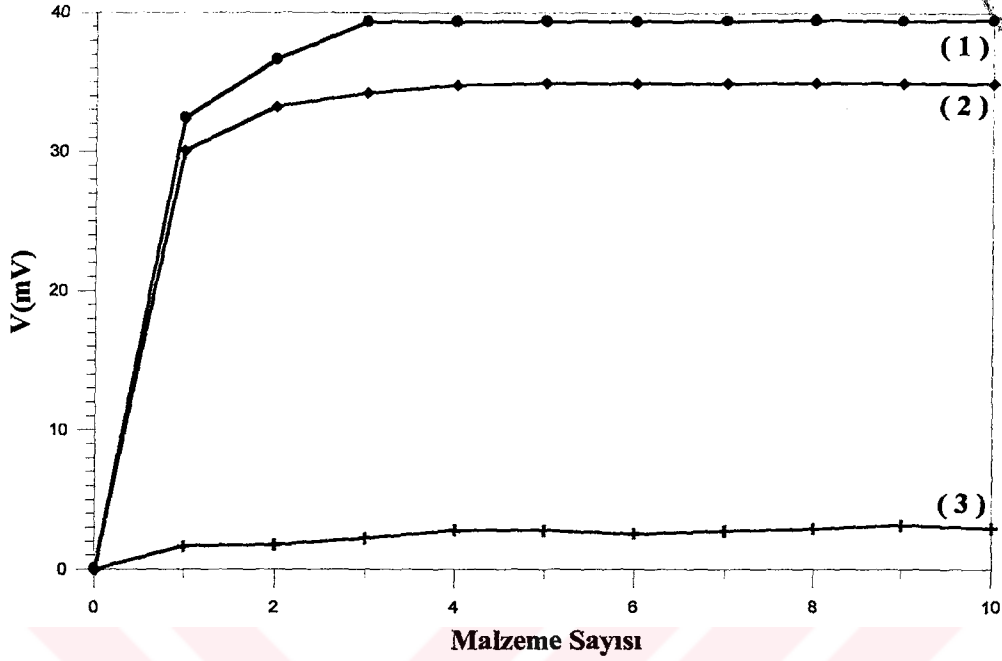


Şekil 4.53 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.54 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin çatlak genişliği ve mıknatıslanma frekansı gösterilmiştir. Çatlak genişliği 1 mm olan 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip, on farklı tam çatlak örneği için, mıknatıslanma frekansının sırasıyla 50, 100, 200, 300 ve 500 Hz olduğu durumlarda çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişim grafiklerine bakıldığında iki ortak özellik dikkati çekmektedir. Bunlardan birincisi, frekansa bağlı olmaksızın sinyal seviyesinin 3 veya 4 malzemeye kadar arttığı, 4. malzemedan sonra sabit kaldığıdır. Diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun frekans artırıldığında sinyal seviyesinin artmasıdır. Çatlak genişliğinin 1 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişiminin nasıl olduğunu grafiğe dökmek amacıyla, Şekil 4.54'te gösterilen, taranan bölge uzunluğunun bobinde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her malzeme sayısı için iki tepe noktasının verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, malzeme sayısına göre sinyal seviyesinin değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.55'te gösterilmektedir



Şekil 4.55 Miknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;
- (2) İkinci tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi ;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.

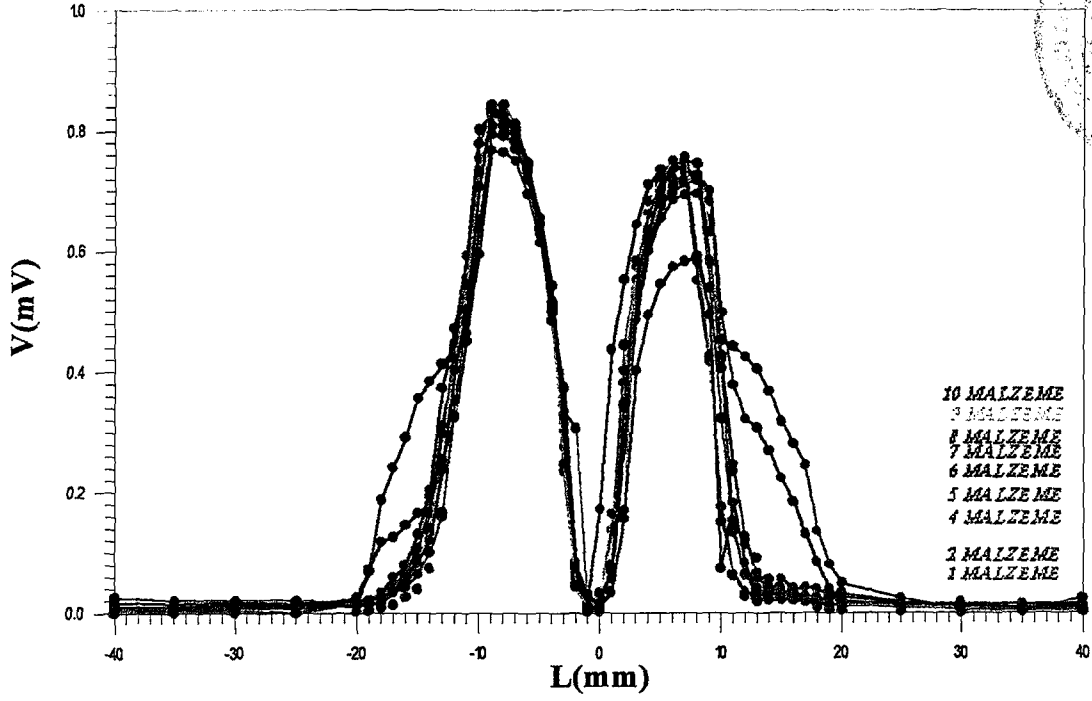
Şekil 4.55'e bakarak çatlak genişliği 1 mm olan, 3 veya 4'ten daha fazla malzemedan oluşmuş tam çatlak modellerinde, miknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak bölgesinde üç farklı yerde algılayıcıda indüklenen sinyal seviyesinin değişmeyip aynı değerde sabit kaldığını rahatlıkla görülmektedir. Bunun sebebi; birinci bölümde anlatıldığı gibi, manyetize edici sistemin bacağındaki manyetik akının, ancak dörtte birinin örnek malzemeye geçmesidir. Şöyle ki; manyetize edici sisteminin içinde, manyetik akı 1.25 cm^2 'lik bir alanda akmaktadır. Manyetik akı ile alan doğru orantılı olduğundan, manyetize edici sistemdeki manyetik akının tamamının örnek model üzerine geçebilmesi için, örnek modelin kesit alanı 1.25 cm^2 'nin dörtte biri kadar olmalıdır. 4 malzemedan oluşmuş örnek modelin kesit alanı $4 \times 0.099 \text{ cm}^2$ yani 0.396 cm^2 olup, bu da yaklaşık 1.25 cm^2 'lik alanın dörtte birine karşılık gelmektedir. Manyetize edici sistemden gelen manyetik akının tamamı 3 ya da 4 malzemedan oluşan örnek modelden geçebileceği için, örneğin malzeme sayısını



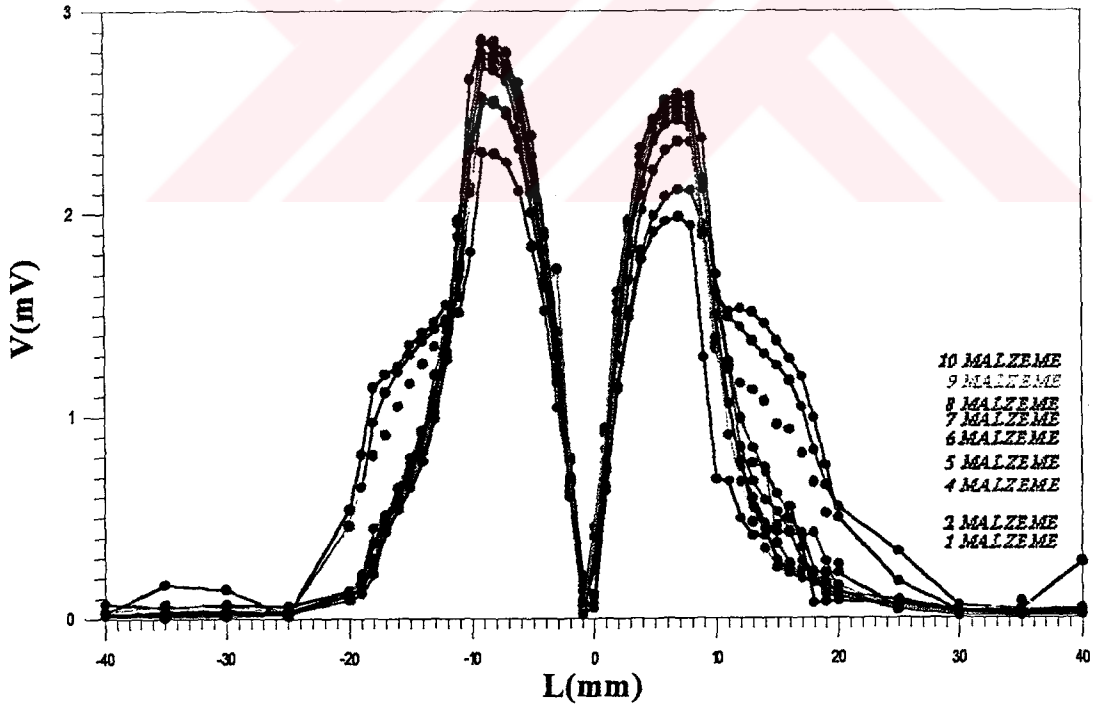
arttırsak dahi örnek üzerine geçen manyetik akı yoğunluğu artmayacaktır. Bu yüzden çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninde değişmeyecek ve dolayısıyla algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinde de armayacaktır. Örnek modelin malzeme sayısını arttırmakla, modeli oluşturan her levha malzemenin üzerinden akan manyetik akı değerini değiştirmiş oluruz.

Ayrıca Şekil 4.50 - Şekil 4.54 arasındaki beş grafiği karşılaştırırsak, malzeme sayısına bakmaksızın frekansın artmasıyla sinyal seviyesinin yükseldiğini görülmektedir. Bunun nedenini manyetize edici sistemin bacağındaki manyetik akının frekansla artmasına bağlayabiliriz.

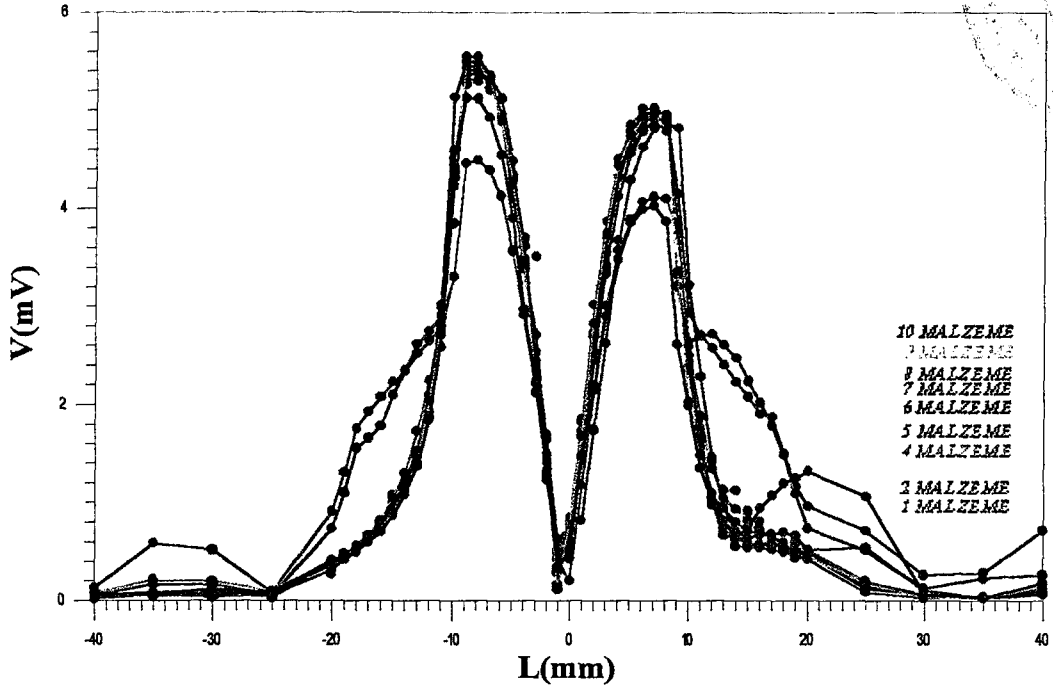
Şimdi de çatlak genişliğinin 2 mm olduğu 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip olan, on farklı tam çatlak örneği için, beş sabit frekansta çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişimi inceleyelim. Değişim grafikleri her sabit tutulan frekans için malzeme sayısına göre toplu olarak çizildi. Bu değişimin grafikleri Şekil 4.56 ile Şekil 4.60 arasında gösterilmiştir.



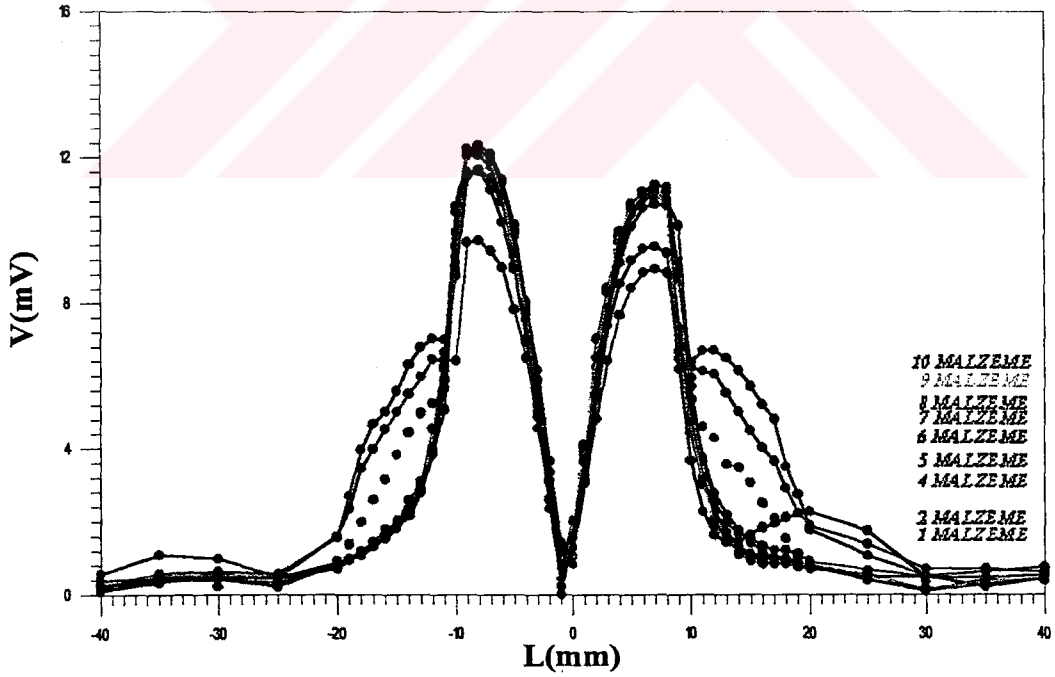
Şekil 4.56 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



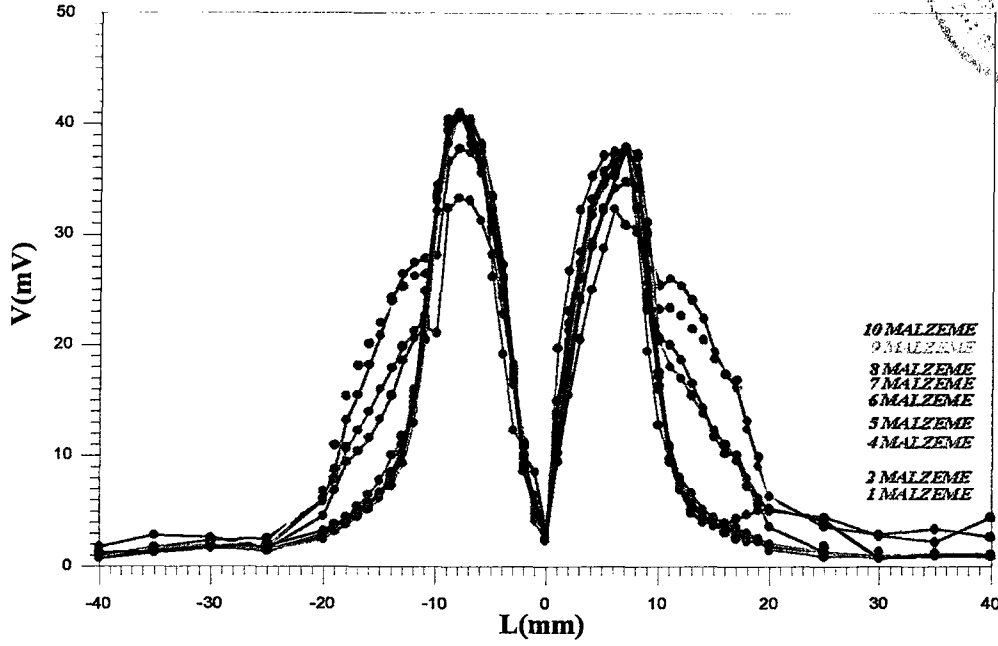
Şekil 4.57 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.58 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)

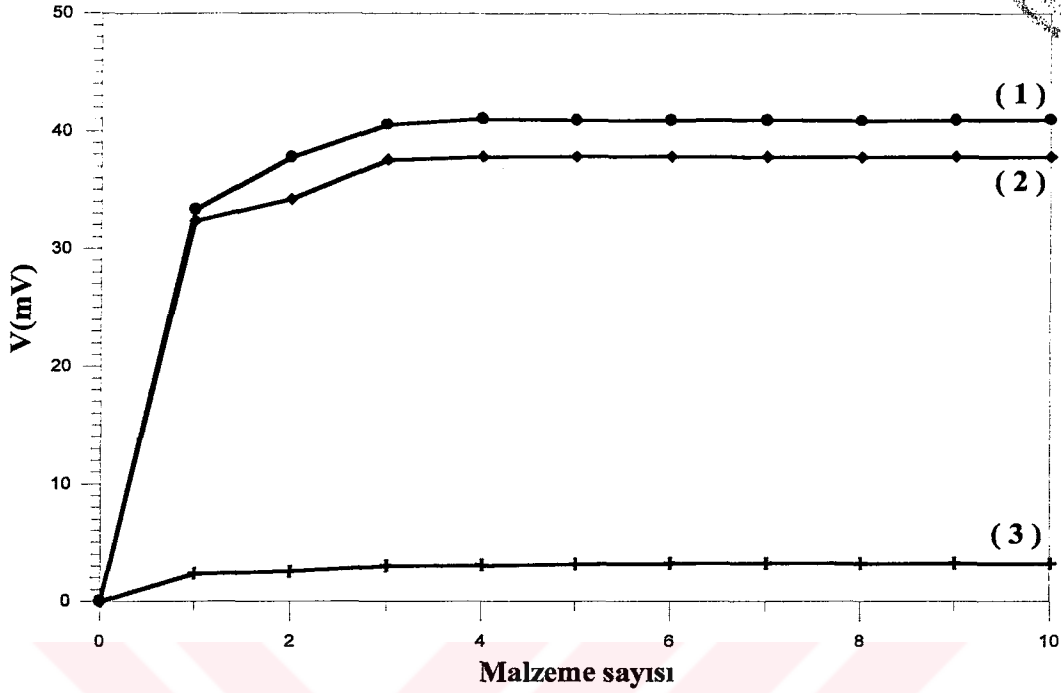


Şekil 4.59 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.60 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin çatlak genişliği ve mıknatıslanma frekansı gösterilmiştir. Çatlak genişliği 2 mm olan 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip, on farklı tam çatlak örneği için, mıknatıslanma frekansının sırasıyla 50, 100, 200, 300 ve 500 Hz olduğu durumlarda çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişim grafiklerine bakıldığında, yine aynı iki ortak özellik dikkati çekmektedir. Bunlardan birincisi, frekansa bağlı olmaksızın sinyal seviyesinin 3 veya 4 malzemeye kadar arttığı, 4. malzemedен sonra sabit kaldığıdır. Diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun frekans artırıldığında sinyal seviyesinin artmasıdır. O halde sinyal seviyesinin 4. malzemedен sonra sabit kalmasının çatlak genişliğiyle herhangi bir ilişkisinin olmadığını söylebiliriz. Çatlak genişliğinin 2 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişiminin nasıl olduğunu grafiğe dökmek amacıyla, Şekil 4.60'da gösterilen, taranan bölge uzunluğunun bobinde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her malzeme sayısı için iki tepe noktasının verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, malzeme sayısına göre sinyal seviyesinin değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.61'de gösterilmiştir

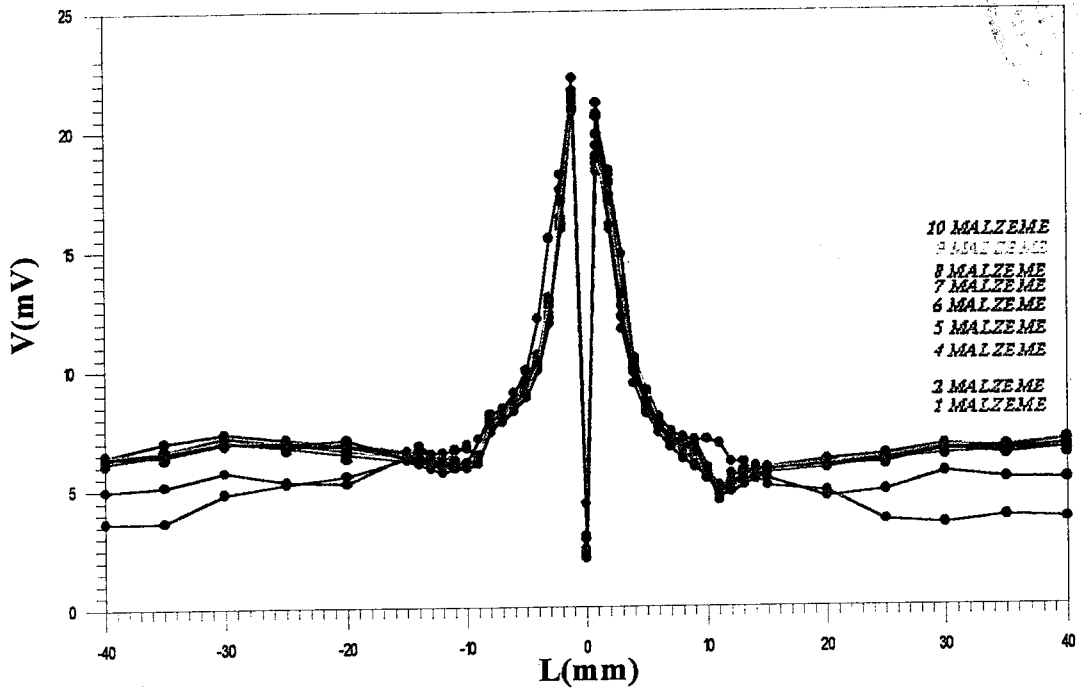


Şekil 4.61 Mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 2 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :
(1) İlk tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi;
(2) İkinci tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi;
(3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.

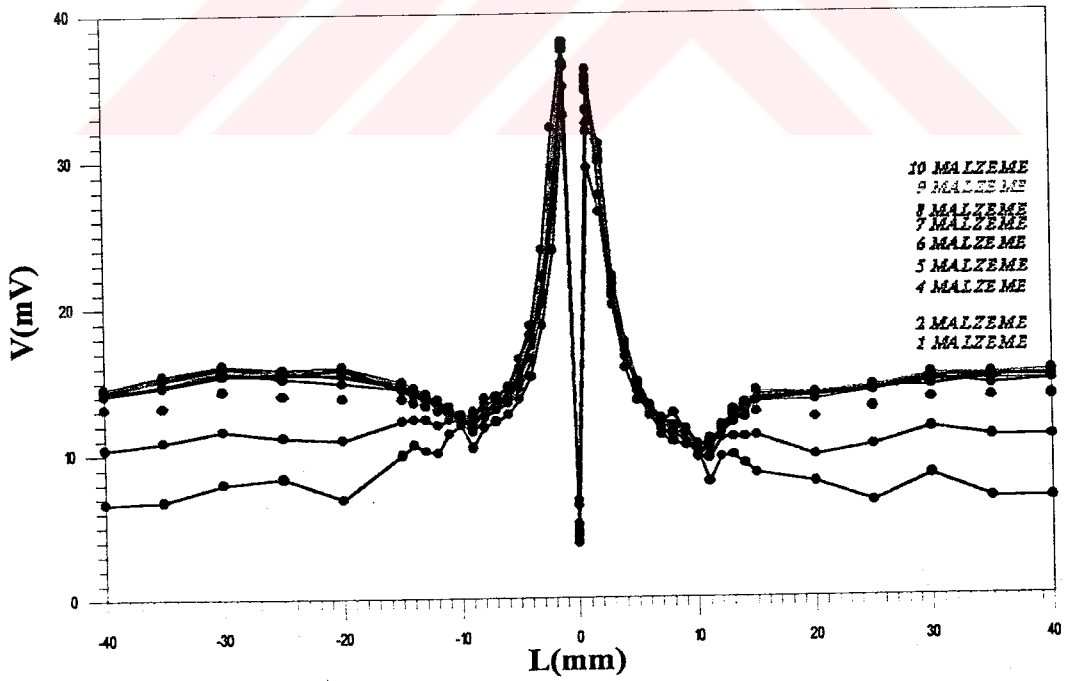
Şekil 4.61'e bakarak çatlak genişliği 2 mm olan, 3 veya 4'ten daha fazla malzemeden oluşmuş tam çatlak modellerinde, mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak bölgesinde üç farklı yerde algılayıcıda indüklenen sinyal seviyesinin değişmeyip aynı değerde sabit kaldığını rahatlıkla görülebilir. Çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak örnekleri için çizilen grafiklerle şimdiki beş grafiği karşılaştırılırsa, çatlak genişliğinin artmasıyla her malzeme sayısı için sinyal seviyelerinin düşmediği görülebilir. Halbuki manyetik akının çatlak bölgesinde en kısa yoldan karşı malzemeye geçmek istemesinden dolayı çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin değeri azalacağından algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesinin de düşmesi gerekirdi. Bu beklentimizin doğru çıkmamasının nedeni algılayıcımız olan bobinin nokta okuma yapmamasından kaynaklanmaktadır. Bobin, algılama kesit alanı içinde kalan tüm B_y bileşenlerin etkisini algılamaktadır.

Ayrıca, malzeme sayısına bakmaksızın frekansın artmasıyla sinyal seviyesinin yükseldiğini söylemiştik. Bunun nedenini manyetize edici sistemin bacağındaki manyetik akının frekansla artmasına bağlayabiliriz. Grafiklere baktığımızda, mıknatıslanma frekansı, malzeme sayısı ve çatlak genişliği ne olursa olsun bütün tam çatlak modellerinde sinyal seviyesinin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğunu bir kez daha görmekteyiz.

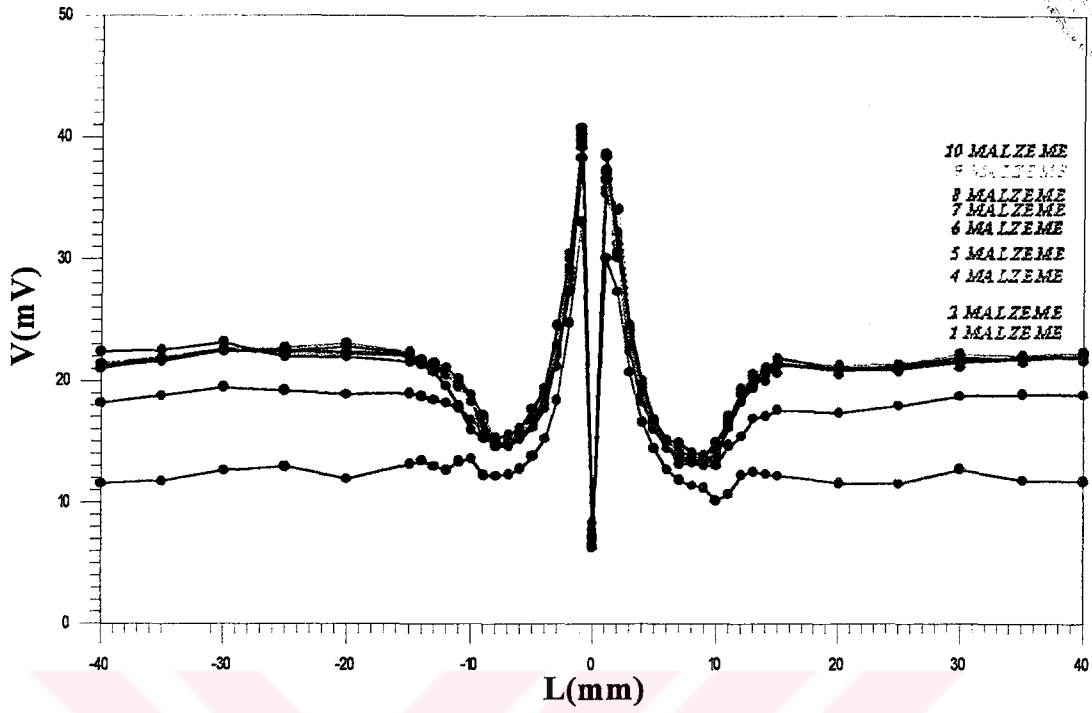
Buraya kadar yaptığımız tüm deneylerde algılayıcı olarak bobin kullanıldı. Şimdi ise, kullanılan tam çatlak modellerini tekrar ele alarak algılayıcının hall etkili sensör olduğu durumlar için çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin malzeme sayısına göre değişimini inceleyelim. Algılayıcıların algılama karakteristiklerini karşılaştırabilmek için, hall etkili sensörle yapılan deneylerde de U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akımın değeri, malzemeden 0.2 T manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı. Tüm örnekler modellerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Çatlak genişliğinin 1 mm olduğu 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip olan, on farklı tam çatlak örneğini tekrar ele alarak, beş sabit frekansta çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişimi incelendi. Değişim grafikleri her sabit tutulan frekans için malzeme sayısına göre toplu olarak çizildi. Bu değişimin grafikleri Şekil 4.62 ile Şekil 4.66 arasında gösterilmiştir.



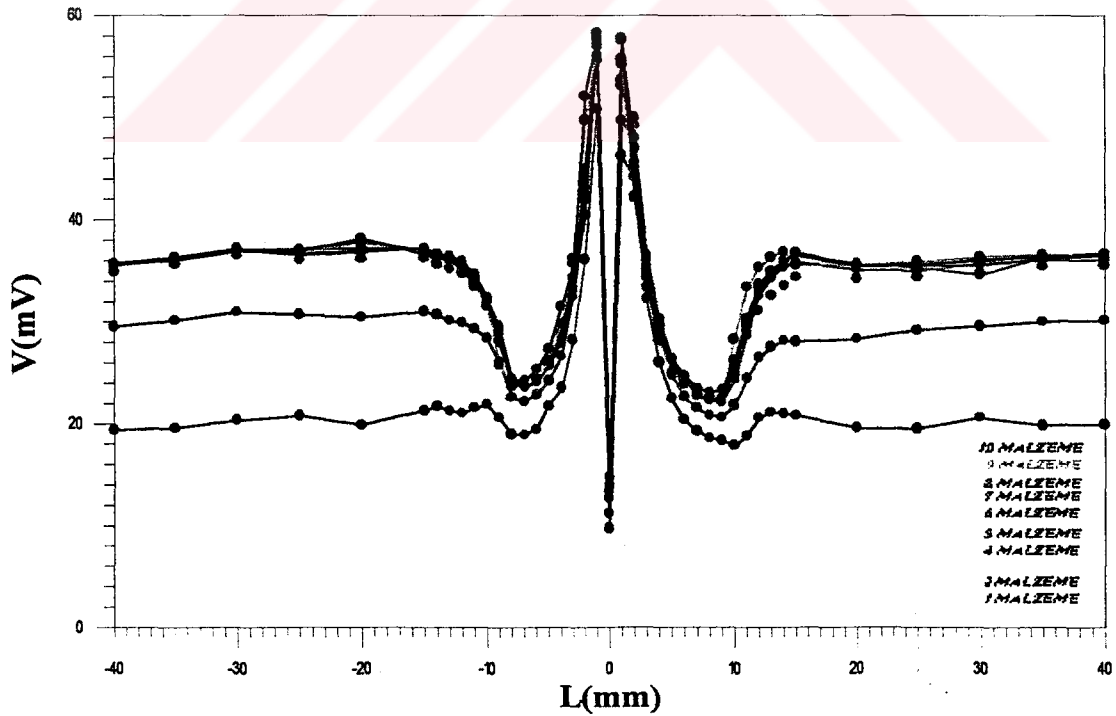
Şekil 4.62 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



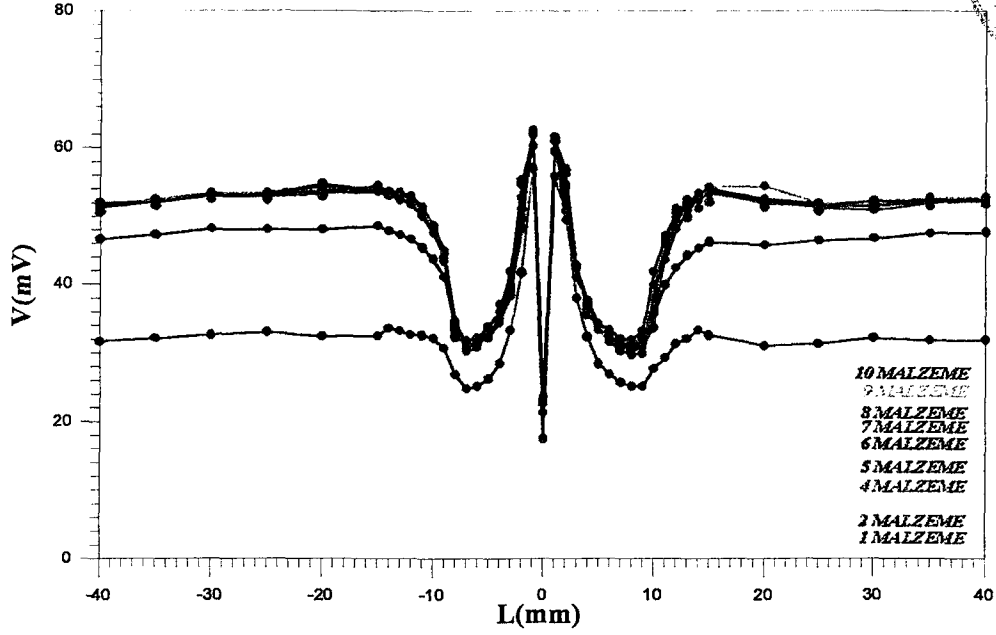
Şekil 4.63 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.64 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)

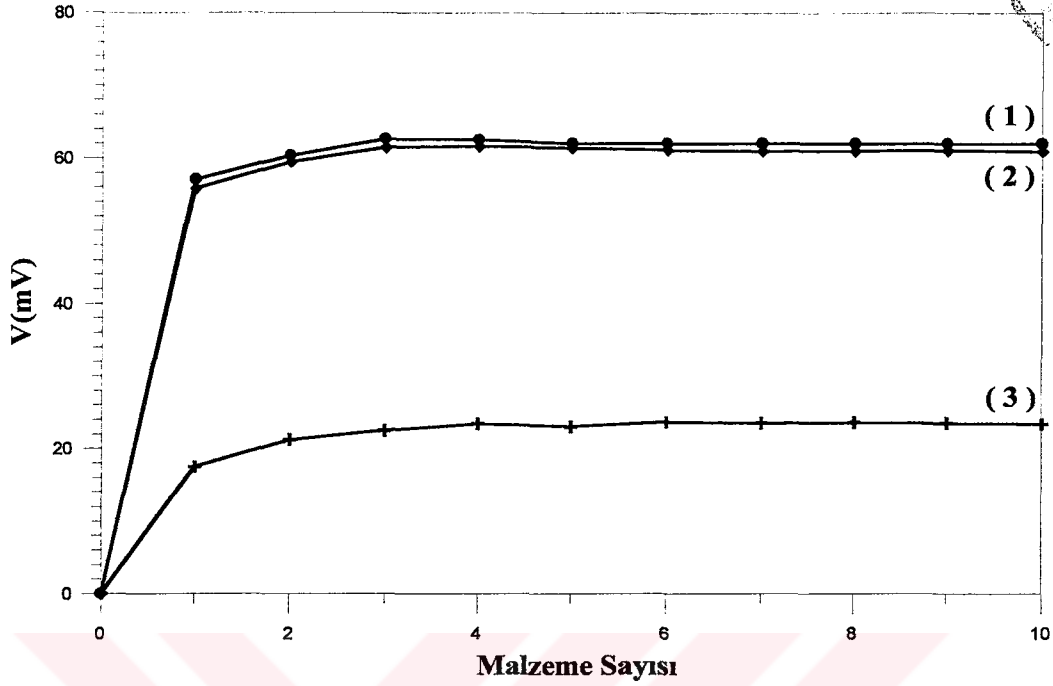


Şekil 4.65 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 300 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)



Şekil 4.66 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 1 mm)

Her grafiğin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin çatlak genişliği ve mıknatıslanma frekansı gösterilmiştir. Çatlak genişliği 1 mm olan 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip, on farklı tam çatlak örneği için, mıknatıslanma frekansının sırasıyla 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 500 Hz olduğu durumlarda çatlak bölgesinde hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin değişim grafiklerine bakıldığında aynı iki ortak özellik görülmektedir. Bunlardan birincisi, frekansa bağlı olmaksızın sinyal seviyesinin 3 veya 4 malzemeye kadar arttığı, 4. malzemedен sonra sabit kaldığıdır. Diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun frekans artırıldığında sinyal seviyesinin yükselmesidir. Çatlak genişliğinin 1 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişiminin nasıl olduğunu grafiğe dökmek amacıyla, Şekil 4.66'da gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her malzeme sayısı için iki tepe noktasının verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, malzeme sayısına göre sinyal seviyesinin değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.67'de gösterilmiştir



Şekil 4.67 Miknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki :

- (1) İlk tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi;
- (2) İkinci tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi;
- (3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi.

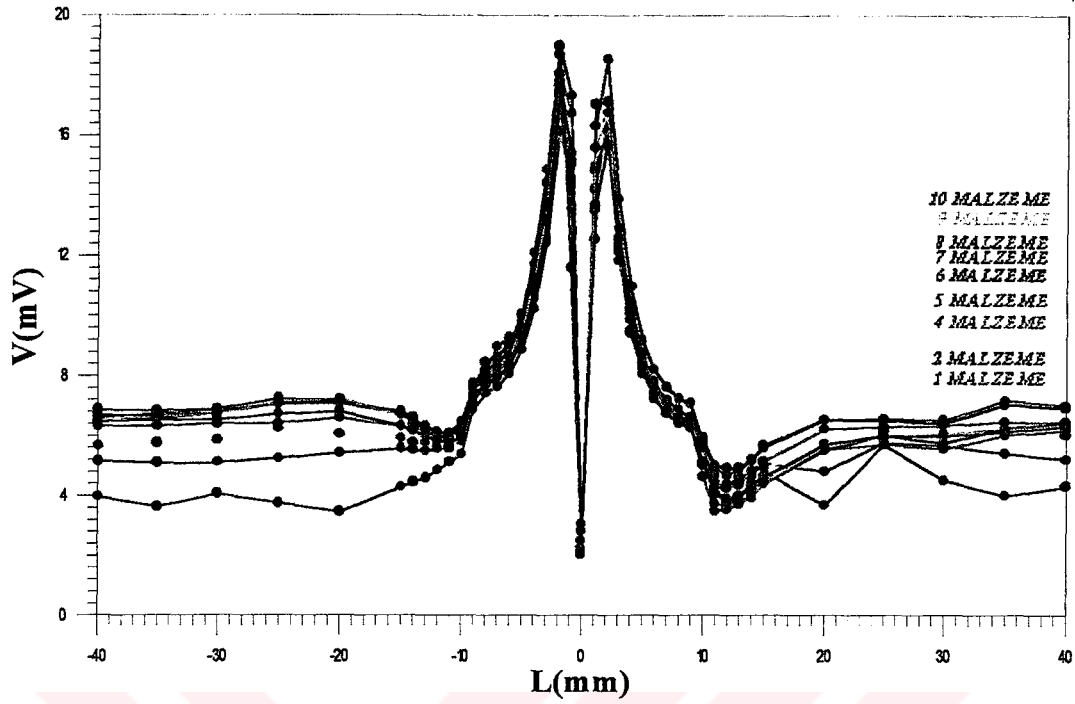
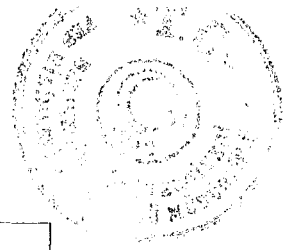
Şekil 4.67'e bakarak çatlak genişliği 1 mm olan, 3 veya 4'ten daha fazla malzemedan oluşmuş tam çatlak modellerinde, miknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak bölgesinde üç farklı yerde hall etkili sensörde indüklenen sinyal seviyesinin değişmeyip aynı değerde sabit kaldığı görülebilir. Bu durumun algılayıcıya göre değişmediği söylenebilir.

Ayrıca hall etkili sensör nokta okuma yaptığı için, malzeme sayısına göre sinyal seviyesinin değişim grafiklerinin daha keskin piklerden oluştuğu söylenebilir. Hall etkili sensörün bu özelliğinden dolayı elde edilen bu grafiklerden örnek malzemenin çatlak genişliğini ve çatlak merkezini rahatlıkla tespit edilebilir. Şöyleki; eğer grafikler bire bir ölçekte çizilmiş ise iki pik arasındaki uzaklık çatlak genişliğini, iki pikin tam ortası da çatlağın merkezini gösterir.

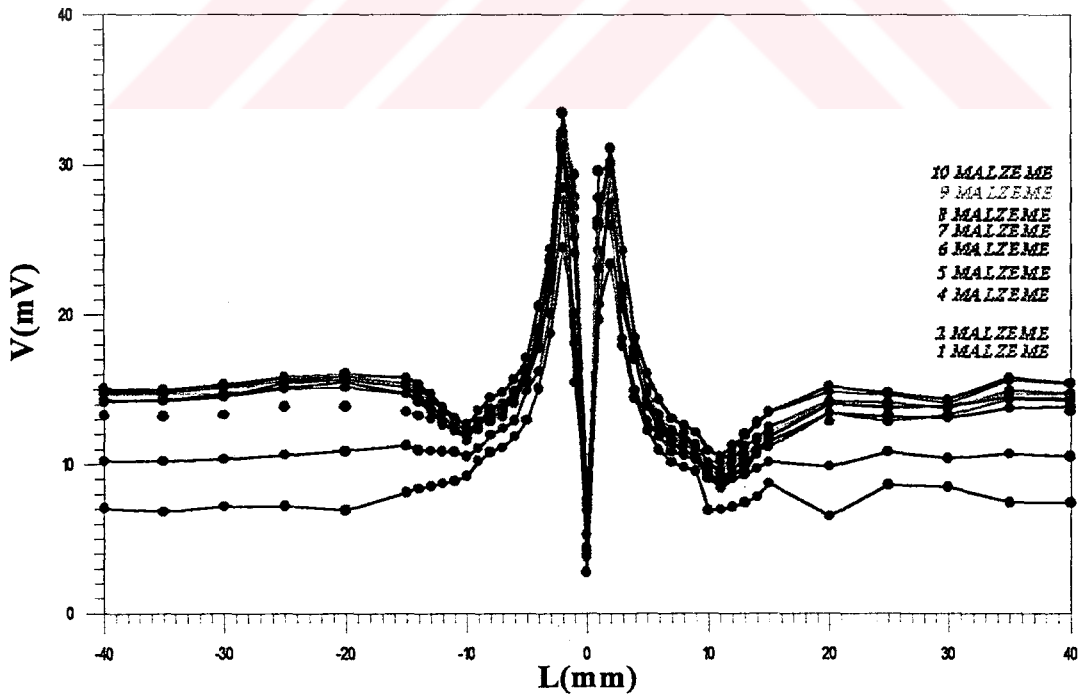


Çatlak genişliğinin 1 mm ve algılayıcının hall etkili sensör olduğu Şekil 4.62-Şekil 4.66 arasındaki beş grafiği de kendi arasında karşılaştırdığımızda, malzeme sayısına bakmaksızın frekansın artmasıyla sinyal seviyesinin yükseldiği söylenmiştir. Bunun nedeni manyetize edici sistemin bacağındaki manyetik akının frekansla artmasına bağlanabilir. Miknatıslanma frekansı, malzeme sayısı, algılayıcı ve çatlak genişliği ne olursa olsun bütün tam çatlak modellerinde sinyal seviyesinin değişim grafiğinin şekil olarak aynı olduğu bir kez daha söylenebilir.

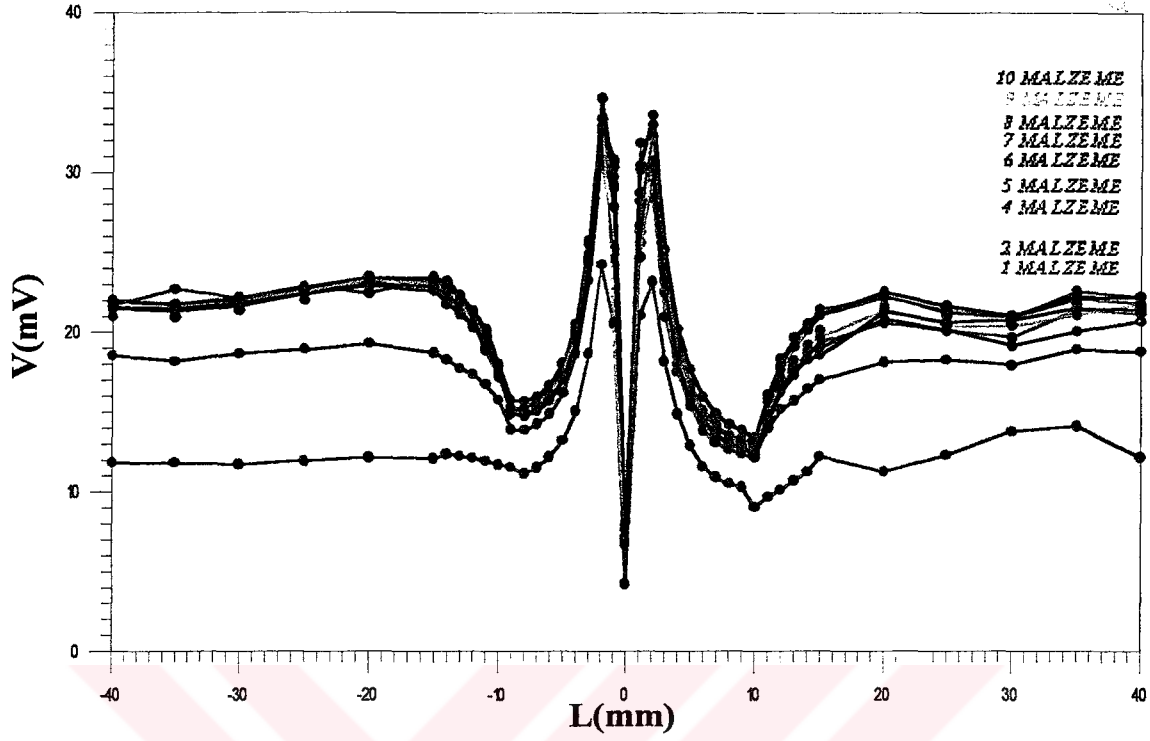
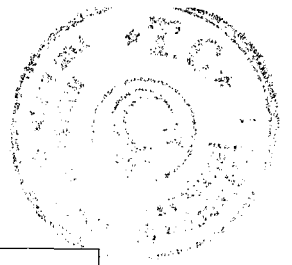
Şimdi de çatlak genişliğinin 2 mm olduğu 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip olan, on farklı tam çatlak örneğini tekrar ele alarak, beş sabit frekansta çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişimi inceleyelim. Değişim grafikleri her sabit tutulan frekans için malzeme sayısına göre toplu olarak çizildi. Bu değişimin grafikleri Şekil 4.68 ile Şekil 4.72 arasında gösterilmiştir.



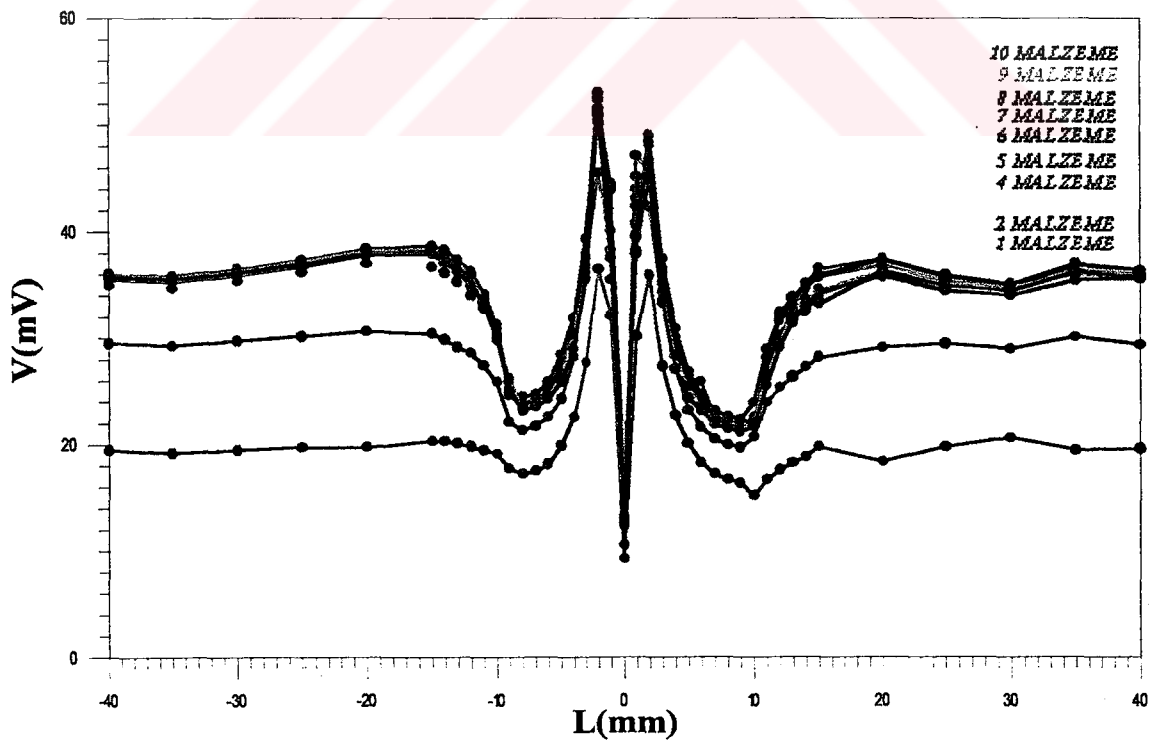
Şekil 4.68 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 50 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



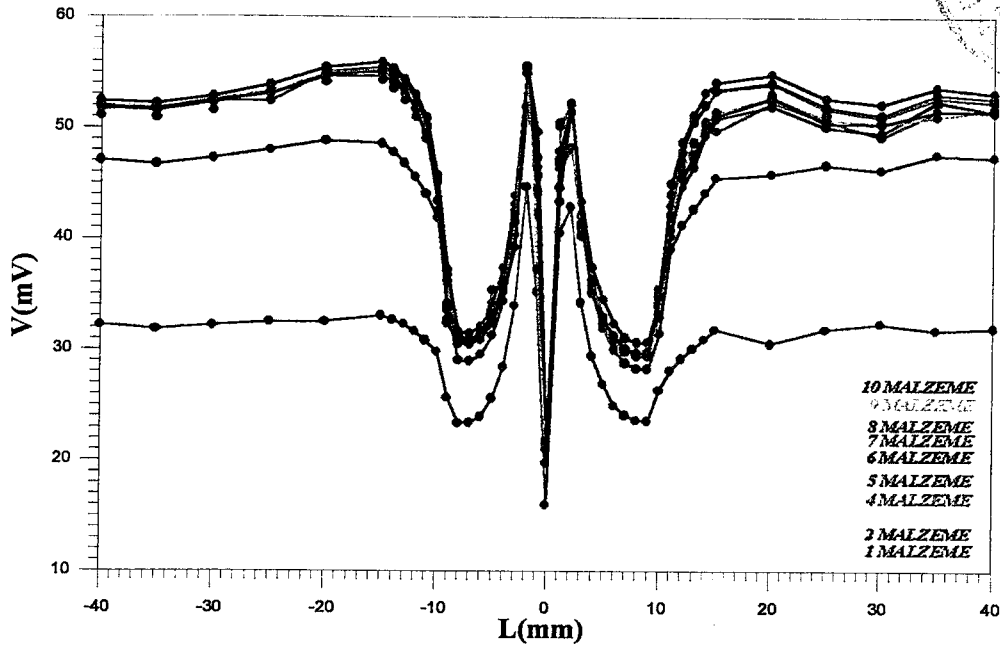
Şekil 4.69 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 100 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



Şekil 4.70 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 200 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)

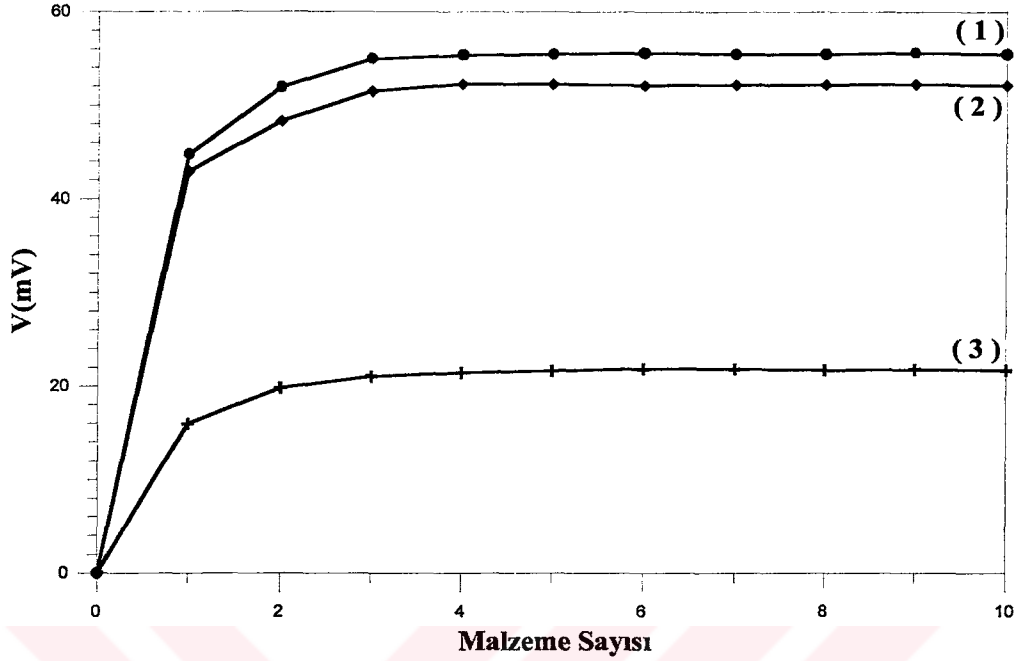


Şekil 4.71 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)



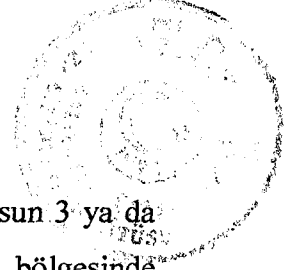
Şekil 4.72 Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim (Frekans: 500 Hz, çatlak genişliği: 2 mm)

Grafiklerin altında, kullanılan tam çatlak örneğinin çatlak genişliği ve mıknatıslanma frekansı gösterilmiştir. Çatlak genişliği 2 mm olan 1'den 10'a kadar farklı malzeme sayısına sahip, on farklı tam çatlak örneği için, mıknatıslanma frekansının sırasıyla 50, 100, 200, 300 ve 500 Hz olduğu durumlarda çatlak bölgesinde hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesinin değişim grafiklerine bakıldığında, yine aynı iki ortak özellik dikkati çekmektedir. Bunlardan birincisi, frekansa bağlı olmaksızın sinyal seviyesinin 3 veya 4 malzemeye kadar arttığı, 4. malzemedan sonra sabit kaldığıdır. Diğeri ise malzeme sayısı ne olursa olsun frekans artırıldığında sinyal seviyesinin artmasıdır. O halde algılayıcının hall etkili sensör olduğu durumda da sinyal seviyesinin 4. malzemedan sonra sabit kalmasının çatlak genişliğiyle herhangi bir ilişkisinin olmadığı söylenebilir. Bir de çatlak genişliğinin artmasıyla piklerin arasının biraz açıldığı dikkati çekmektedir. Çatlak genişliğinin 2 mm olduğu durumda sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişiminin nasıl olduğunu grafiğe dökmek amacıyla, Şekil 4.72'de gösterilen, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinde her malzeme sayısı için iki tepe noktasının verileri ve çatlak merkezindeki veriler alınarak, malzeme sayısına göre sinyal seviyesinin değişim grafiği çizilmiştir. Bu değişimin grafiği Şekil 4.73'de gösterilmiştir.



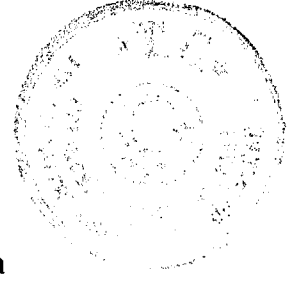
Şekil 4.73 Mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak genişliği 2 mm olan tam çatlak modelleri için çizilen grafikteki
(1) İlk tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi
(2) İkinci tepe noktasının sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi
(3) Çatlağın merkezindeki sinyal seviyesinin malzeme sayısına göre değişimi

Şekil 4.61'e bakarak çatlak genişliği 2 mm olan, 3 veya 4'ten daha fazla malzemedan oluşmuş tam çatlak modellerinde, mıknatıslanma frekansı 500 Hz iken çatlak bölgesinde üç farklı yerde algılayıcıda indüklenen sinyal seviyesinin değişmeyip aynı değerde sabit kaldığı rahatlıkla görülebilir. Algılayıcı hall etkili sensör iken, çatlak genişliği 1 mm olan tam çatlak örnekleri için çizilen Şekil 4.62 - Şekil 4.66 arasındaki grafiklerle Şekil 4.68 - Şekil 4.72 arasındaki beş grafiği karşılaştırılırsa, çatlak genişliğinin artmasıyla her malzeme sayısı için sinyal seviyelerinin biraz düştüğü görülebilir. Bunun sebebi de manyetik akının çatlak bölgesinde en kısa yoldan karşı malzemeye geçmek istemesidir. Bu yüzden çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin değeri azalacak ve dolayısıyla algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesi de düşecektir.



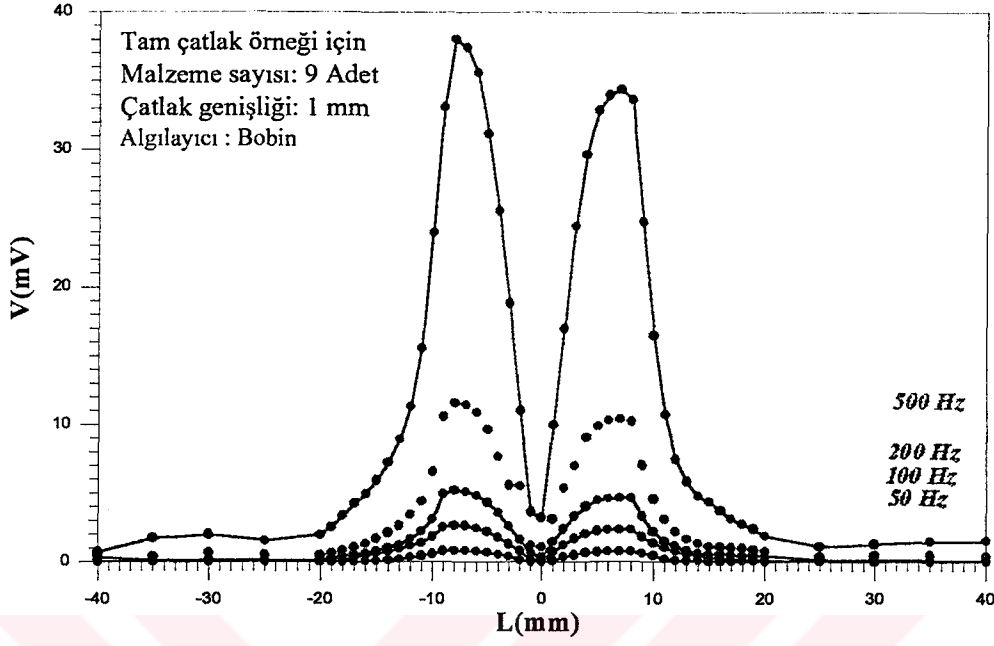
Sonuç olarak sabit tutulan frekans ve çatlak genişliği ne olursa olsun 3 ya da 4'ten daha fazla malzemedan oluşmuş tam çatlak örneklerinde, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişmediği söylenebilir. Deneysel çalışmada bu durumun iki farklı algılayıcı kullanarak doğruluğunu gösterdik.



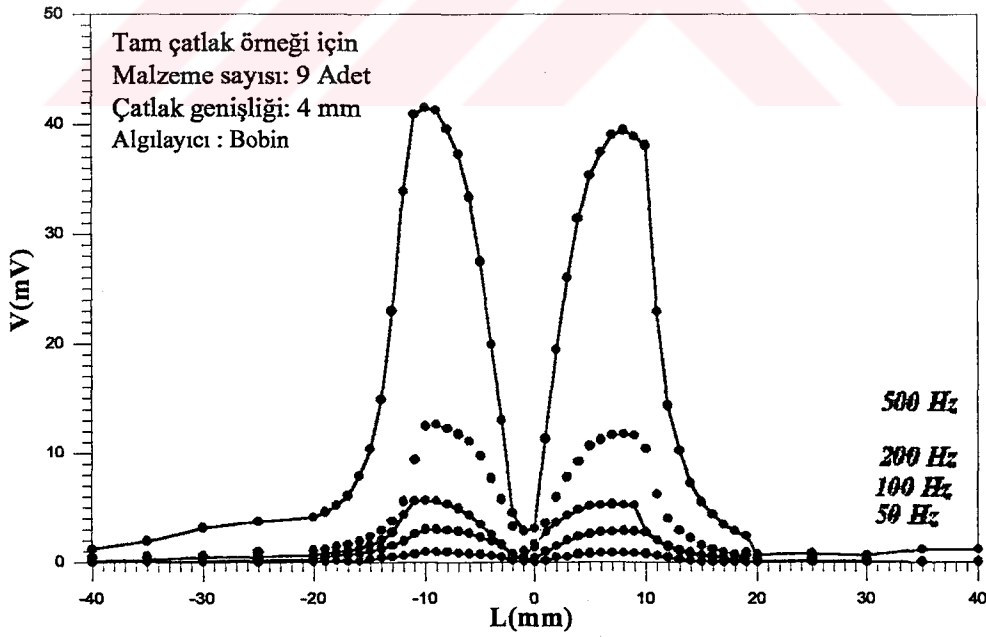


4.1.3 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Çatlak Genişliğine Göre Değişimi

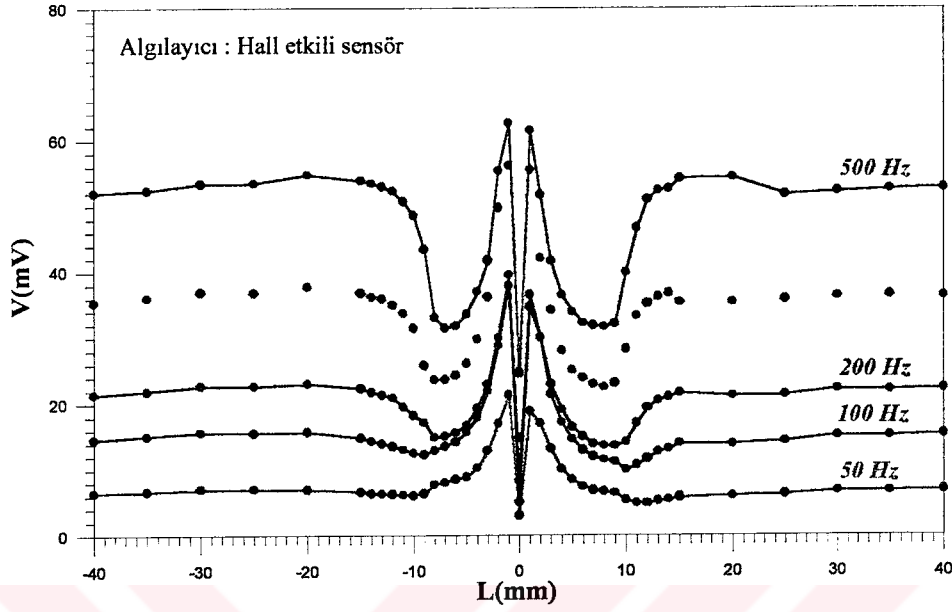
Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlak genişliğine göre değişimini incelemek için değişik tam çatlak örnekleri hazırlandı. Hazırlanan tam çatlak modellerinin eşit sayıda malzemeden yapılmasına dikkat edildi ve her birinin çatlak genişliği farklı tutuldu. Hazırlanan tam çatlak modeli üzerine manyetize edici sistem yerleştirildi. Manyetize edici sisteme ilk önce 50 Hz frekanslı alternatif akım uygulandı ve sistem, tarmanın başlama noktasından harekete geçirilerek örnek model +x yönünde 80 mm tarandı. Tarama işlemi sırasında algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi true RMS voltmetre aracılığı ile ölçüldü. Manyetize edici sisteme uygulanan frekans 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 500 Hz olduğu durumlar için işlemler yenilendi. Hazırlanan tüm tam çatlak modelleri için aynı işlemler yapıldı. Hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Deneyleerde algılayıcı olarak önce bobin daha sonrada hall etkili sensör kullanıldı. Her tam çatlak modeli için, tüm frekanslarda taranan bölge uzunluğun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafikleri çizildi. Bu deneylerin sonucunda elde edilen grafikler Şekil 4.74 ile Şekil 4.77 arasında gösterilmiştir. Her grafiğin altında bu amaç için oluşturulan tam çatlak örneğinin malzeme sayısı ve çatlak genişliği de yazılmıştır.



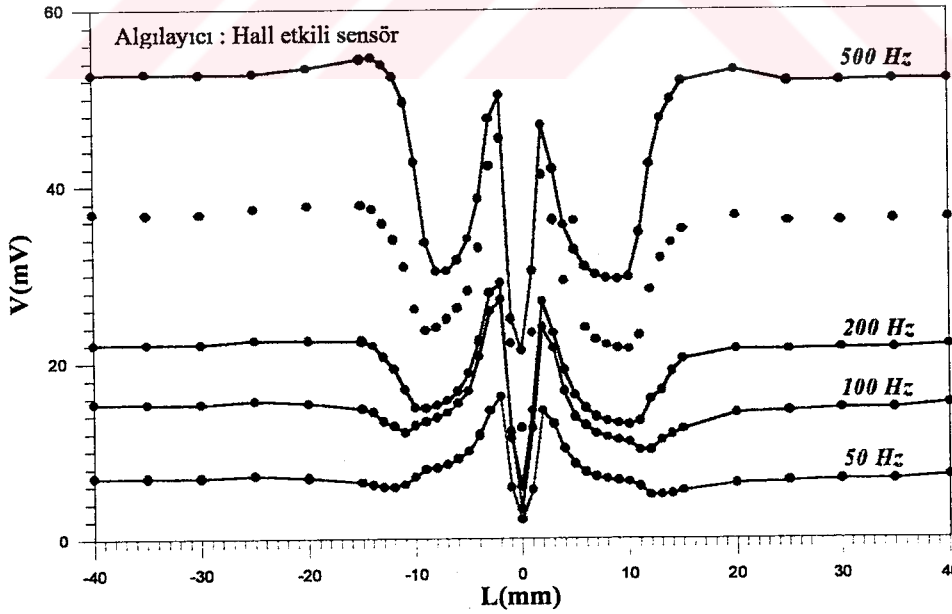
Şekil 4.74 Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin potansiyeline göre değişimi (Tam çatlak örneği için)



Şekil 4.75 Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin potansiyeline göre değişimi (Tam çatlak örneği için)



Şekil 4.76 Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin potansiyeline göre değişimi (Tam çatlak örneği için)
(Malzeme sayısı : 9 adet , Çatlak genişliği : 1 mm)



Şekil 4.77 Farklı frekanslarda taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin potansiyeline göre değişimi (Tam çatlak örneği için)
(Malzeme sayısı : 9 adet , Çatlak genişliği : 4 mm)



Şekil 4.76 ve Şekil 4.77'ye bakıldığında algılayıcı hall etkili sensör iken, her frekans için, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlak genişliği arttıkça bir miktar azaldığını ve grafikteki iki tepe değerinin birbirinden uzaklaştığı görülmektedir. Sinyalin seviyesinin azalması, manyetik akının çatlakın diğer tarafına en kısa yoldan ulaşmak istemesinden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden çatlakın genişlemesi manyetik akının çatlak bölgesindeki B_y bileşenin değerini ve B_y bileşenin bir ölçüsü olan algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesini azaltmaktadır. Bu durum Şekil 4.74 ve Şekil 4.75'de gösterilen algılayıcının bobin olduğu deneylerde görülmemektedir. Sebebi ise, hall etkili sensörün tek bir noktadan okuma yapmasına rağmen bobinin algılama kesit alanının büyük olması ve dolayısıyla bu kesit alanı içinde kalan B_y bileşenlerin ortalama etkisini algılamasından kaynaklanmaktadır. Grafiklerdeki iki tepe değerinin birbirinden uzaklaşması ise taranan bölge uzunluğuna göre çatlakın biraz daha fazla yer tuttuğunu gösterir.

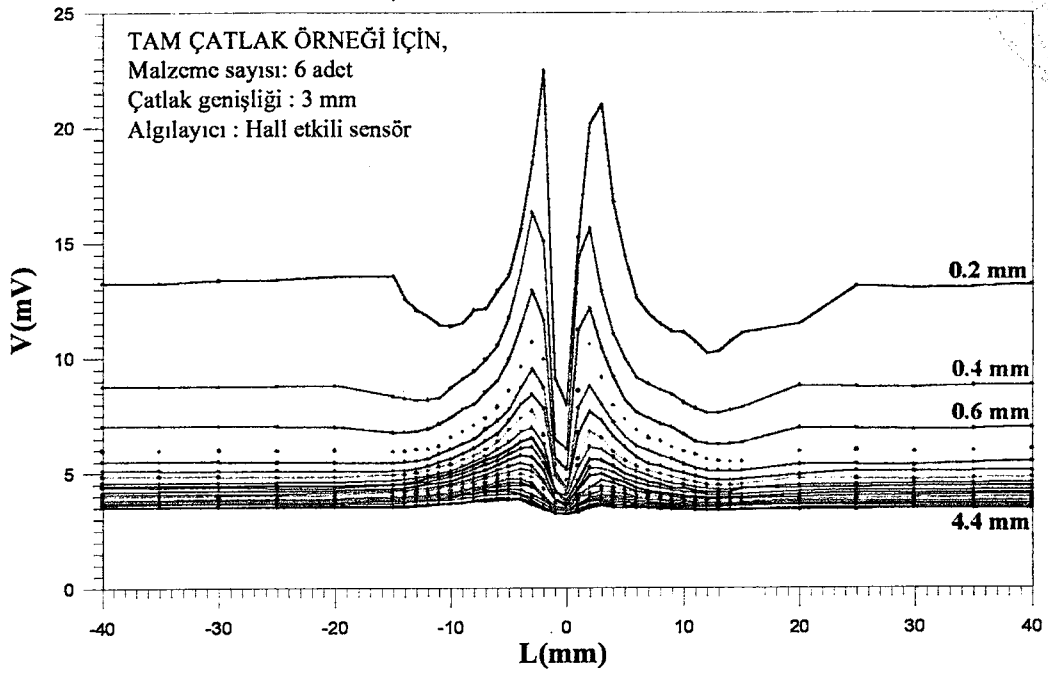
4.1.4 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Çatlakın Şekline Göre Değişimi

Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlakın şekline göre değişim grafikleri üçüncü bölümde çatlak modelleri tanıtılırken gösterilmişti. Bu amaç için ilk önce, Şekil 3.3-b'deki tam çatlak modeli ile Şekil 3.4-b'deki yarım çatlak modeli oluşturuldu. Önce şekil 3.3-b'deki çatlak modeli alınıp, manyetize edici sistem model üzerine kondu. Manyetize edici sisteme 300 Hz frekansında alternatif akım uygulandı. Daha sonra manyetize edici sistem, tarmanın başlama noktasından harekete geçirilerek model +x yönünde 80 mm tarandı. Tarama işlemi sırasında algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi true RMS türü voltmetre aracılığı ile ölçüldü. Taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafikleri çizildi. Aynı işlemler Şekil 3.4-b'deki yarım çatlak modeli içinde tekrarlandı. Her iki çatlak modeli içinde değişim grafikleri Şekil 3.3-a ve Şekil 3.4-a'da gösterilmektedir. Deneyler sırasında algılayıcı olarak hall etkili sensör kullanıldı. Şekil 3.3-a ve Şekil 3.4-a'dan da görüldüğü gibi çatlakın tam veya yarım çatlak olması durumuna göre çatlakın olduğu bölgede manyetik akının davranışı birbirinden farklıdır. Bunun nedeni, tam çatlak örneğinde, manyetik akının çatlak bölgesinde Şekil 1.2'deki gibi iki farklı B_y bileşene sahipken, yarım çatlak örneğinde ise -y yönündeki B_y bileşenin alttaki sağlam malzemeden akmasından dolayı sadece +y yönündeki B_y bileşene sahip

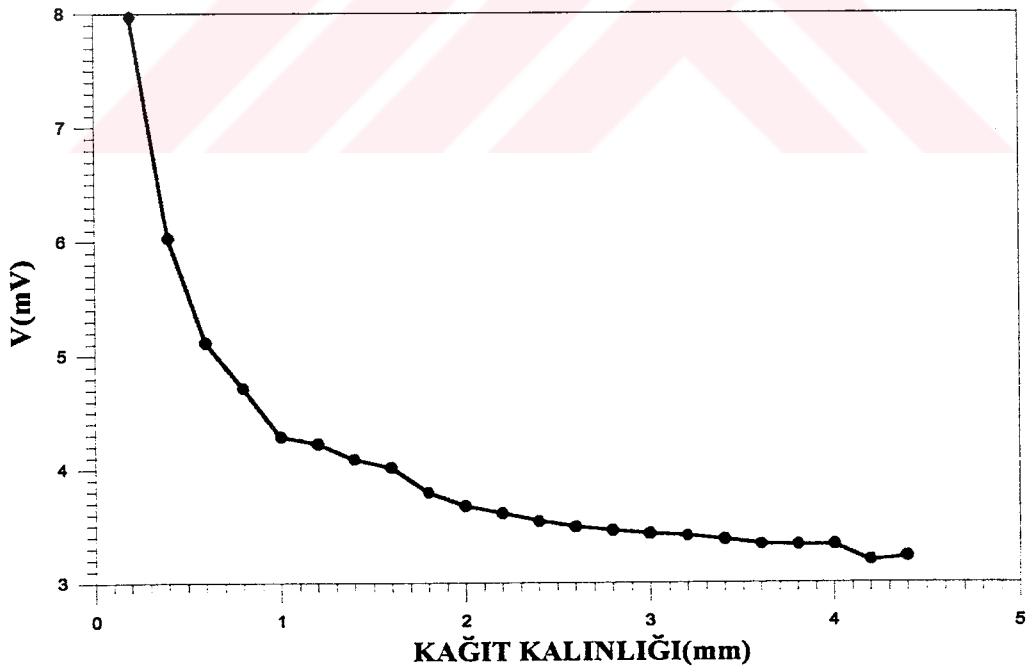
olmasıdır. Bu yüzden Şekil 3.3-b'deki tam çatlak modelinin, çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşenin toplamı, Şekil 3.4-b'deki yarım çatlak örneğinin çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşenine nazaran daha düşük olacaktır. B_y 'nin küçülmeside, algılayıcının algıladığı sinyalin seviyesinin küçülmesi demektir. Bu durum Şekil 3.3-a ile Şekil 3.4-a grafiklerinin karşılaştırılmasıyla açıkça görülmektedir.

4.1.5 Tam Çatlak Örneğinde, Çatlak Bölgesinde Manyetik Akının B_y Bileşeninin Örnek Yüzeyinden Uzaklaştıkça Değişimi

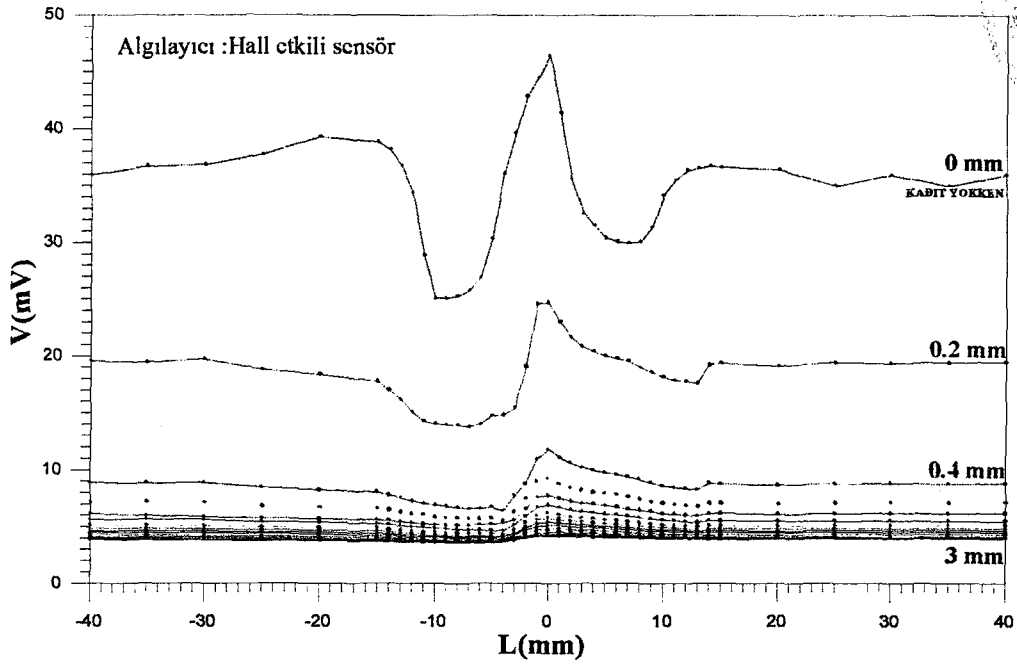
Bu amaca yönelik olarak her zaman karşılaşılabileceğimiz çatlak genişliğinde ve kalınlıkta tam çatlak, yarım çatlak ve kapalı çatlak olmak üzere üç farklı çatlak modeli oluşturuldu. Manyetize edici sistem ile örnek çatlak modeli arasına manyetik olmayan 0.2 mm kalınlığında kağıt malzemeler yerleştirildi. Daha sonra manyetize edici sistem tarmanın başlama noktasından harekete geçirilerek, örnek malzeme yüzeyi tek yönlü 80 mm taratıldı. Tarama işlemi sırasında algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi true RMS ölçen voltmetre aracılığıyla bulundu. Algılayıcının çatlağı algılayamadığı ana kadar 0.2 mm kalınlığındaki kağıt malzeme sayısı arttırılarak aynı işlemler tekrarlandı. Her farklı kağıt kalınlığı için, taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi ve bu değişimin grafikleri kağıt sayısına göre toplu olarak çizildi. Ayrıca her örnek model için, kağıt kalınlığının artmasıyla, çatlak merkezinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin nasıl değiştiğini gösteren grafikler çizildi. Elde edilen tüm grafikler Şekil 4.78 ile Şekil 4.82 arasında gösterilmiştir. Bu amaç için yapılan tüm deneylerde manyetize edici sisteme uygulanan akımın frekansı 300 Hz ve malzemedeki geçen manyetik akı yoğunluğu 0.2 T olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneylerde algılayıcı olarak hall etkili sensör kullanılmıştır.



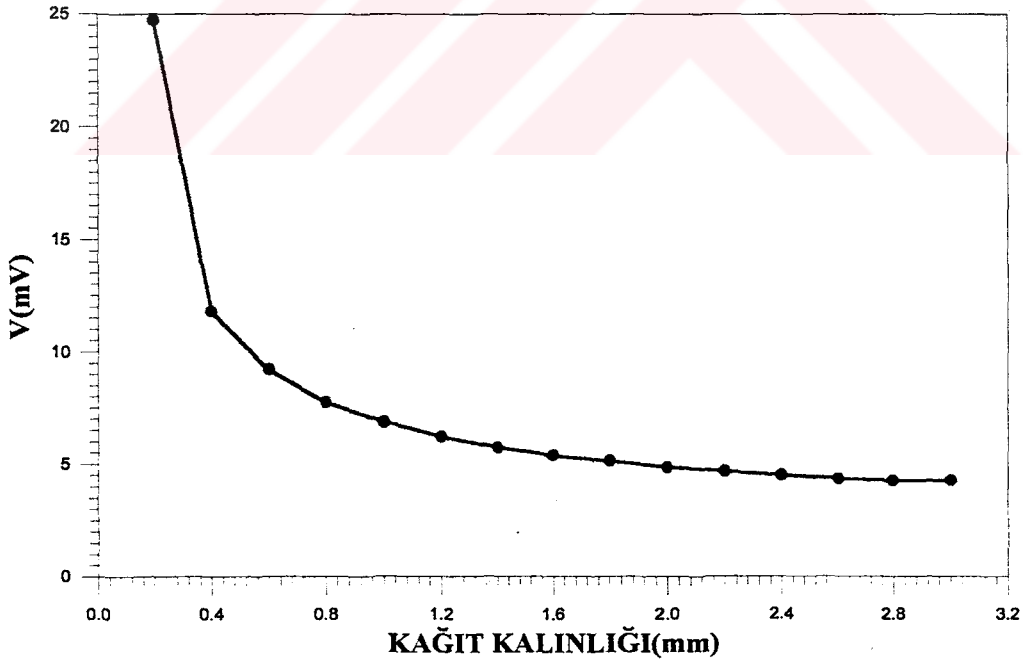
Şekil 4.78 Değişik kağıt kalınlığında taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)



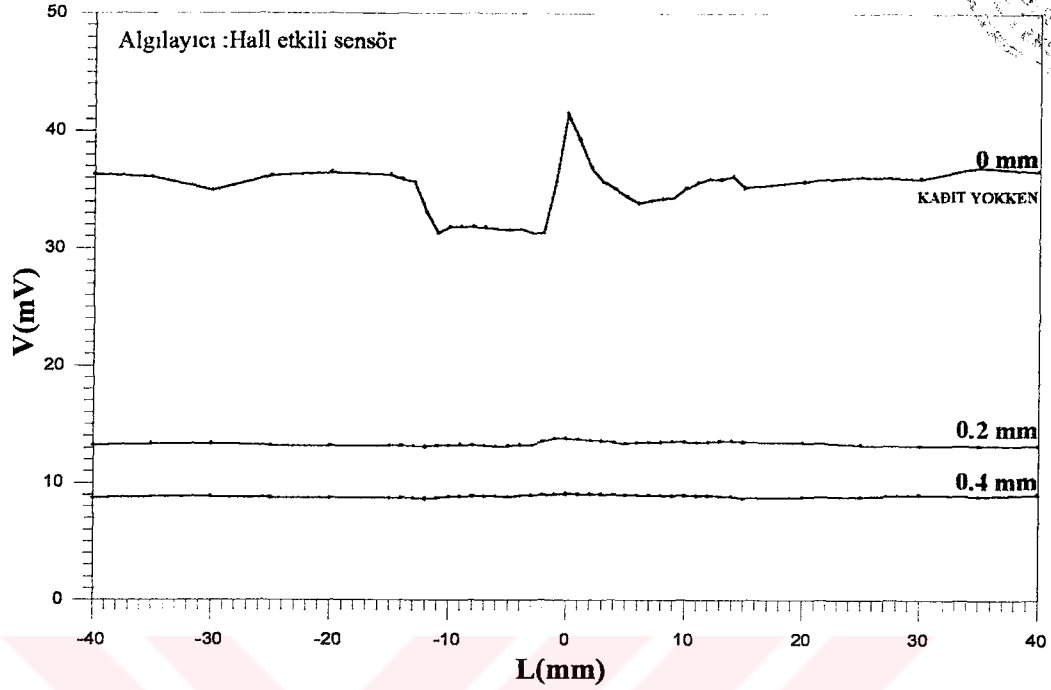
Şekil 4.79 Kağıt kalınlığının, çatlakın merkezinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Tam çatlak örneği için)



Şekil 4.80 Değişik kağıt kalınlığında taranan bölge uzunluğunun, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi
(Yarım çatlak örneği için malzeme düzeni : 1 sağlam malzeme üzerinde 6 adet 3 mm aralıklı MOH malzeme)

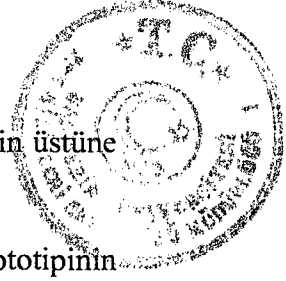


Şekil 4.81 Kağıt kalınlığının, çatlakın çatlak merkezinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi (Yarım çatlak örneği için)



Şekil 4.82 İki sağlam malzeme arasında 6 adet 3 mm aralıklı levha şeklindeki MOH malzemeden oluşturulmuş kapalı çatlak için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin potansiyeline göre değişimi

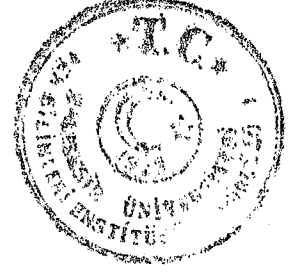
Şekil 4.78'e bakarak, tam çatlak örnekleri için çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin yüksekliğinin 4.4 mm civarında olduğu söylenebilir. O halde manyetize edici sistem ile böyle bir tam çatlak modeli arasına 4.4 mm kalınlığında manyetik olmayan malzemenin girmesi çatlak algılanmamasına sebep olacaktır. Şekil 4.79'a bakarak tam çatlak örneğinin çatlak merkezinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, kağıt kalınlığının artırılmasıyla eksponansiyel azaldığını görebiliriz. Şekil 4.81'e bakarak yarım çatlak örnekleri için çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin yüksekliğinin 3 mm civarında olduğu söylenebilir. Bu durumda manyetize edici sistem ile böyle bir yarım çatlak modeli arasına 3 mm kalınlığında manyetik olmayan malzemenin girmesi çatlak algılanmamasına sebep olacaktır. Ayrıca Şekil 4.80'da yarım çatlak örneğinin çatlak merkezinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin, kağıt kalınlığının artırılmasıyla eksponansiyel azaldığı görülebilir. Şekil 4.82 bakarak kapalı çatlaklar için mümkün olduğunca manyetize edici sistem ile örnek malzeme arasına herhangi bir manyetik olmayan malzeme konmaması gerektiği



sonucuna varılabilir. Tam ve yarım çatlak örnekleri için belirtilen yüksekliklerin üstüne çıkılırsa, varolan çatlağı algılayamaması söz konusu olabilir.

Elde edilen bu verileri, bilgisayar kontrollü çatlak detektörü prototipinin yapımında kullandık. Şöyle ki; çatlak detektörünün alt kısmına manyetize edici sistemin örnek modele takılmaması için, ikisinin arasına manyetik olmayan bir malzeme koymamız gerekiyordu. Bunun için konacak olan manyetik olmayan malzemenin kalınlığını elde ettiğimiz bu verilere göre belirledik. Yapmış olduğumuz bilgisayar kontrollü çatlak detektörünün resimleri Ek-3'te verilmiştir.





5. BÖLÜM

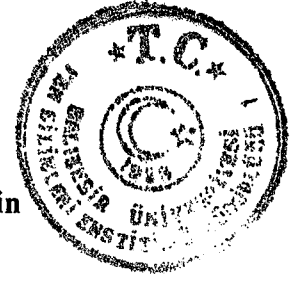
5.1 Sonuçlar ve Tartışma

5.1.1 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Frekansa Bağlılığı

Bu çalışmada çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansa bağlılığı, çatlak genişliğinin 4 mm kadar değiştiği ve malzeme sayısının 10 adete kadar arttırıldığı değişik tam çatlak modelleri üzerinde araştırıldı.

Dördüncü bölümde Şekil 4.7-13-19-25-31-37-43-49'a bakıldığında her iki algılayıcı içinde, oluşturulan tam çatlak modeli hangi düzene sahip olursa olsun, modelin çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi frekansla doğru orantılı olarak değiştiği söylenebilir. Bu da (1.1) bağıntısının doğruluğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca bu grafiklere bakarak herhangi bir çatlağı algılayabilmek için, manyetize edici sisteme uygulanması gereken en uygun frekansın 300 Hz veya 500 Hz olması gerektiği sonucuna varabiliriz. Çünkü frekansın artmasıyla çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşeni artmakta ve aynı zamanda manyetik akının bir ölçüsü olan algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi yükselmektedir. Bu durumda algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değeri kare ortalama karekök (K.O.K) ölçen voltmetrenin okuma sınırları içine girmektedir.

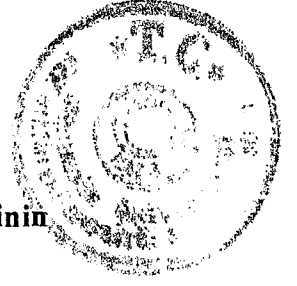
Sonuç olarak; manyetik yollarla çatlağın yerini, derinliğini, şeklini ve genişliğini bulmak istiyorsak, manyetize edici sisteme 300 Hz veya 500 Hz frekanslı alternatif akım uygulanmalıdır. Bunun sonucunda çatlaktan dolayı algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesini, mV mertebesinde ölçüm yapabilen ve kare ortalama karekök ölçen bir voltmetre ile tespit edebiliriz.



5.1.2 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Malzeme Sayısına Bağlılığı

Bu çalışmada çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin malzeme sayısına bağlılığı, mıknatıslanma frekansının 50, 100, 200, 300, 500 Hz olduğu ve çatlak genişliğinin 4 mm kadar arttırıldığı değişik tam çatlak modelleri üzerinde araştırıldı. Hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi ve tüm deneylerde U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akım değeri, malzemedan 0.2 T'lik manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı.

Dördüncü bölümde Şekil 4.55-61-67-73'e bakıldığında, sabit tutulan bütün frekanslar için çatlak genişliği ne olursa olsun 3 ya da 4'ten daha fazla malzemedan oluşmuş çatlak modellerinde çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin değişmeyip, aynı değerde sabit kaldığı görülebilir. Bunun sebebi, birinci bölümde anlatıldığı gibi, manyetize edici sistemin bacağındaki manyetik akının ancak dörtte biri levha şeklindeki malzemeye geçmesinden kaynaklanmaktadır. Şöyle ki; manyetize edici sisteminin içinde manyetik akı 1.25 cm^2 'lik bir alanda akmaktadır. Manyetik akı ile örneğin kesit alanı doğru orantılı olduğundan, manyetize edici sistemde oluşan manyetik akının tamamının levha üzerine geçebilmesi için, levha şeklindeki malzemenin kesit alanı 1.25 cm^2 'nin dörtte biri kadar olmalıdır. Her levhanın kesit alanı $3 \text{ cm} \times 0.033 \text{ cm}$ yani 0.099 cm^2 olup, malzemenin kesit alanı yaklaşık 1.25 cm^2 'lik alanın dörtte birine karşılık gelmektedir. Örnek modelin malzeme sayısı 3 ya da 4'ten fazla olduğu durumlarda, levha şeklindeki malzemeye geçen manyetik akı yoğunluğu artmayacağı için çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeni de değişmeyeceğinden, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesi de yükselmeyecektir. Tek değişen her levha malzemedan akan manyetik akı değeridir. Sonuç olarak tüm deneylerde kullandığımız böyle bir çatlak dedektörü ile çatlağın yeri tespit edebilir fakat çatlağın derinliği hakkında yorum yapabilmek için çatlağın derinliğinin 0.132 cm 'yi aşmaması gerekmektedir. Daha derin çatlakları bu yöntemle belirlemek için manyetize edici sistemden örnek malzemeye geçen manyetik akının arttırılması gereklidir.



5.1.3 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Çatlak Genişliğine Bağlılığı

Bu çalışmada çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlak genişliğine bağlılığı, mıknatıslanma frekansının 50, 100, 200, 300, 500 Hz olduğu ve malzeme sayısının 10 adete kadar arttırıldığı değişik tam çatlak modelleri üzerinde araştırıldı. Hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi ve tüm deneylerde U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akım değeri, malzemedan 0.2 T'lik manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı.

Dördüncü bölümde Şekil 4.74-75-76-77'ye bakıldığında, her frekans için, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlak genişliği arttıkça bir miktar azaldığını ve grafikteki iki tepe noktanın birbirinde uzaklaştığı görülmektedir. Sinyalin seviyesinin azalması manyetik akının, çatlağın diğer tarafına en kısa yoldan ulaşmak istemesindedir. Bu yüzden çatlağın genişlemesi manyetik akının çatlak bölgesindeki B_y bileşenin değerini ve B_y bileşeninin bir ölçüsü olan algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesini azaltmaktadır. Bu durum algılayıcının bobin olduğu deneylerde görülmemektedir. Bunun nedeni, Hall etkili sensörün tek bir noktadaki B_y bileşenin etkisini algılamak, bobinin algılama kesit alanının büyük olmasından dolayı bu kesit alanı içinde kalan B_y bileşenlerin ortalama etkisini algılamasıdır. Grafiklerdeki iki tepe noktanın birbirinden uzaklaşması ise taranan bölge uzunluğuna göre çatlağın biraz daha fazla yer tuttuğunu gösterir. O halde sonuç olarak herhangi bir çatlağın genişliğini, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre tespit etmek istiyorsak kullanacağımız algılayıcının Hall etkili sensör gibi nokta okuma yapabilen bir algılayıcı olması gerekmektedir. Eğer taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiğinden yola çıkarak çatlak genişliğini tespit etmek istiyorsak, çizeceğimiz grafiği bire bir ölçekte yapıp, grafikteki iki tepe noktanın arasındaki uzaklığı ölçeriz gerekmektedir. Bu uzaklık bize, doğrudan çatlağın genişliğini verecektir. Böyle bir yöntemi ancak, deneylerde hall etkili sensör gibi nokta okuma yapabilen algılayıcılar kullandığımız zaman uygulayabiliriz. Bobin gibi, okuma yaptığı bölgede manyetik akının B_y bileşenlerinin ortalamasını okuyan algılayıcılarla yapılan deneylerde çatlağın genişliği hakkında kesin bir değer veremeyiz. Fakat



ortalama bir değer söyleyebiliriz. Bu amaç için yaptığımız tüm deneylerde tam çatlak modelindeki örnekler kullanıldı ve sonuçlarımız o verilere göre söylendi. Eğer, tam çatlak örneklerindeki çatlak genişliğini tespit etmek istiyorsak, hall etkili sensör gibi nokta okuma yapan bir algılayıcı kullanarak, çatlak bölgesinde algılayıcıda okunan en yüksek sinyal seviyesini tespit etmek gerekmektedir. Daha sonra bu sinyal seviyesini çatlak genişliği bilinen bir malzeme için okunan en yüksek sinyal seviyesiyle kıyaslamak gerekmektedir.

5.1.4 Çatlak Bölgesinde, Algılayıcının Okuduğu Sinyalin Seviyesinin Çatlağın Şekline Bağlılığı

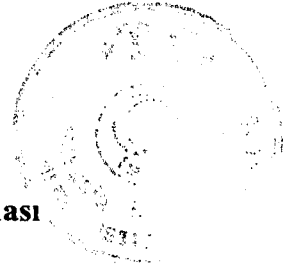
Çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin çatlağın şekline göre değişim grafikleri üçüncü bölümde çatlak modelleri tanıtılırken gösterilmişti. Bu amaç için hazırlanan tüm örneklerde çatlağın olduğu yer, taranan uzunluğun tam ortasında olmasına dikkat edildi. Manyetize edici sisteme 300 Hz frekanslı alternatif akım uygulandı ve U şeklindeki çekirdeği manyetize eden akım değeri, malzemedan 0.2 T'lik manyetik akı geçecek şekilde ayarlandı.

Örneğin Şekil 3.3-b'deki tam çatlak modeli ile Şekil 3.4-b'deki yarım çatlak modeli için taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişim grafiklerine bakıldığında çatlağın tam veya yarım çatlak olması durumuna göre çatlağın olduğu bölgede manyetik akının davranışı birbirinden farklıdır. Bunun nedeni, tam çatlak örneğinde, manyetik akının çatlak bölgesinde Şekil 1.2'deki gibi iki farklı B_y bileşene sahipken, yarım çatlak örneğinde ise $-y$ yönündeki B_y bileşenin alttaki sağlam malzemedan akmasından dolayı sadece $+y$ yönündeki B_y bileşene sahip olmasıdır. Tam çatlak örnekleri için yapılan deneylerden elde edilen grafiklerle Şekil 1.2'deki iki farklı B_y bileşenin süperpozisyonu birbiri ile uyumaktadır. Bu durumda tam çatlak örnekleri için, manyetik akı iki farklı yoldan karşı malzemeye ulaşmakta olduğunu fakat algılayıcının sadece bunun süperpozisyonunu algıladığını söyleyebiliriz. Bu yüzden Şekil 3.3-b'deki tam çatlak modeli için, çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşenin toplamı yarım çatlak örneğinkine nazaran daha düşük olacaktır. B_y 'nin küçülmesi de, algılayıcının algıladığı sinyalin seviyesinin küçülmesi demektir.

Sonuç olarak şeklini bilmediğimiz bir çatlakın şeklinin tam ya da yarım çatlak modeline benzeyip benzemediğini çatlak bölgesinde algılayıcıda okunan sinyalin seviyesinin taranan bölge uzunluğuna göre değişim grafiğinden yararlanarak bulabiliriz.

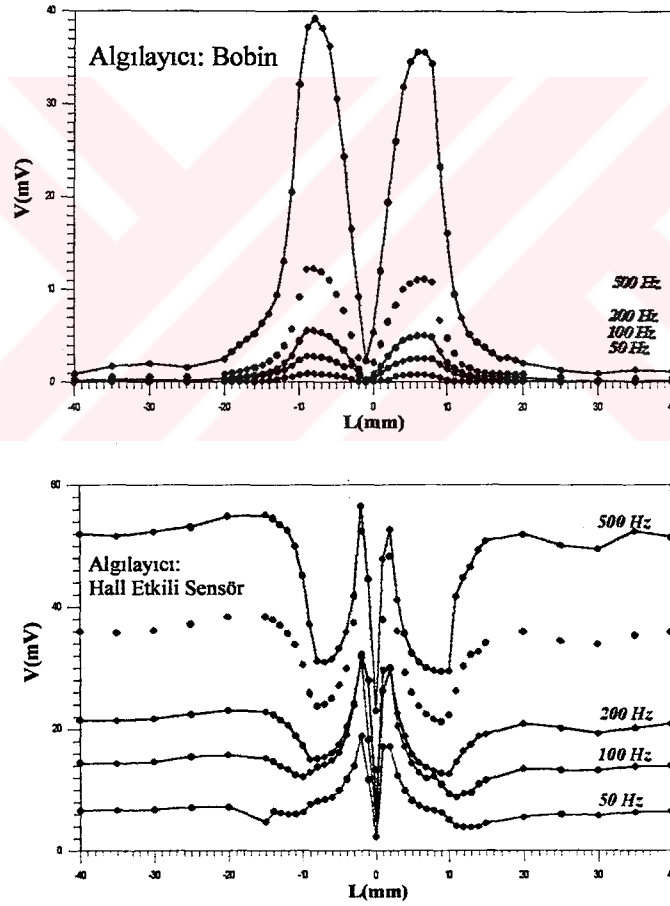
5.1.5 Tam Çatlak Örneğinde, Çatlak Bölgesinde Manyetik Akının B_y Bileşeninin Malzeme Yüzeyinden Uzaklaştıkça Değişiminin İncelenmesi

DeneySEL çalışmanın daha seri ilerlemesi için yapılan bilgisayar kontrollü çatlak detektörü prototipinde manyetize edici sistemin, örnek çatlak modeline takılmaması için, manyetize edici sistem ile örnek çatlak modeli arasında konacak manyetik olmayan bir malzemenin ne kadar kalınlığa sahip olması gerektiği, tam ve yarım çatlak örnekleri için bulundu. Bu amaç için yapılan tüm deneylerde manyetize edici sisteme uygulanan akımın frekansı 300 Hz ve malzemedden geçen manyetik akı yoğunluğu 0.2 T olacak şekilde ayarlandı. Şekil 4.78'e bakarak, 6 malzeme kalınlığında ve 3 mm çatlak genişliğine sahip tam çatlak örnekleri için çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin yüksekliğinin 4.4 mm civarında olduğunu, Şekil 4.80'e bakarak da 7 malzeme kalınlığında ve 3 mm çatlak genişliğine sahip yarım çatlak örnekleri için 3 mm civarında olduğu söylenebilir. Ayrıca Şekil 4.79 ile Şekil 4.81'den görüldüğü gibi her iki çatlak modeli için, çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeninin kağıt kalınlığıyla yani örnek yüzeyden uzaklaştıkça eksponansiyel olarak azaldığı görülebilir. Şekil 4.82'ye bakarak kapalı çatlaklar için mümkün olduğunca manyetize edici sistem ile örnek malzeme arasında herhangi bir manyetik olmayan malzeme konmaması gerektiği sonucuna varılabilir. Bu yöntemle, belirtilen çatlak genişliğine ve malzeme kalınlığına sahip tam ve yarım çatlak örnekleri için belirtilen yüksekliklerin üstüne çıkılırsa, varolan çatlakın algılanamaması söz konusu olabilir. Eğer manyetize edici sistem ile örnek çatlak modeli arasında daha kalın manyetik olmayan malzeme konması gerekiyorsa, bu durumda manyetize edici sistemden örnek çatlak modeline geçen manyetik akının artırılması gerekir.



5.1.6 Algılayıcıların Algılama Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Yapılan tüm deneysel çalışmada bobin ve hall etkili sensör olmak üzere iki farklı algılayıcı kullanıldı. Frekans, malzeme sayısı, çatlak genişliği, çatlağın şekli gibi faktörlerin çatlak bölgesinde, algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesini nasıl etkilediğini bulmaya çalışırken elde ettiğimiz grafiklere bakarak, bu iki algılayıcının algılama karakteristiklerinin farklı olduğu söylenebilir. Örneğin Şekil 5.1’de algılayıcının bobin ve hall etkili sensör olduğu durumda, çatlak genişliği 2 mm ve malzeme sayısı 9 adet olan bir tam çatlak örneği için, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansla değişim grafikleri gösterilmiştir.

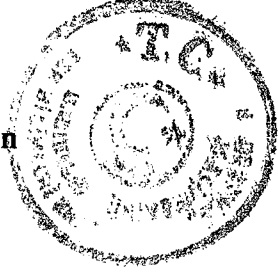


Şekil 5.1 Algılayıcının bobin ve hall etkili sensör olduğu durumda, çatlak bölgesinde algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesinin frekansla değişimi



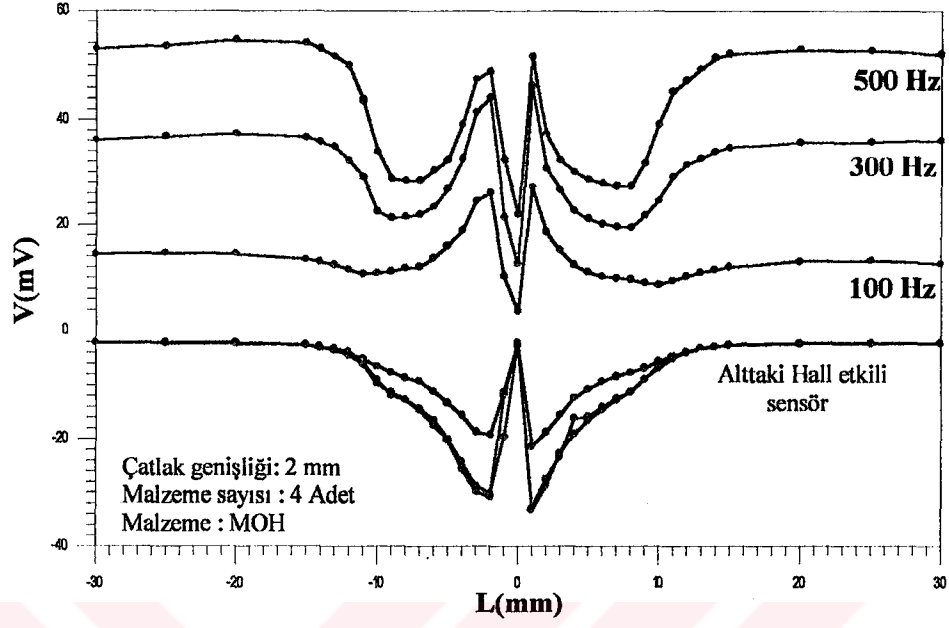
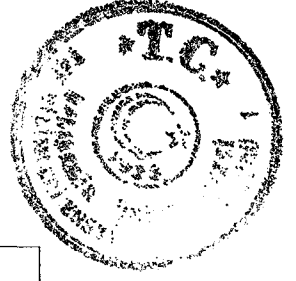
Şekil 5.1'e bakıldığında, algılayıcının bobin olduğu durumda okunan sinyalin seviyesinin taranan bölge uzunluğuna göre daha fazla yer tuttuğu ve bobinin çatlağı daha uzaktan algılamaya başladığı görülmektedir. Bunun sebebi, bobinin algılama kesit alanının, hall etkili sensöre göre çok büyük olmasıdır. Bobinin algılama kesit alanının büyük olması sebebiyle bu algılayıcı ile elde edilen grafikler keskin değildir. Hall etkili sensör ise nokta okuma yapıldığı için elde edilen grafikler keskin değişimler gösterir. Ayrıca Şekil 5.1'deki iki grafiğe bakıldığında, örnek modelin çatlak bölgesi dışında hall etkili sensörün sabit bir sinyal seviyesi okuduğu görülmektedir. Bunun durum, manyetize edici sistem ile örnek model arasındaki gürültüden kaynaklanmaktadır. Algılayıcının bobin olduğu durumda ise, örnek modelin çatlak bölgesinin dışında, her frekans için sinyal seviyesinin değeri yaklaşık sıfırdır. O halde, hall etkili sensörün manyetize edici sistem ile örnek model arasında oluşan gürültüye daha duyarlı olduğu söylenebilir. Fakat sinyal seviyesinin sıfırda ya da başka bir değerde olması bizi ilgilendirmemektedir. Önemli olan sinyal seviyesinin çatlak bölgesi dışında belirli değerde sabit kalmasıdır. Şekil 5.1'deki iki grafik arasındaki bir başka fark da çatlak model ve uygulanan frekanslar aynı olmasına rağmen çatlak bölgesinde hall etkili sensörde algılanan sinyalin seviyesinin bobine nazaran daha yüksek olmasıdır. Bu durum hall etkili sensörün çatlağı algılama hususunda da daha hassas olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, manyetik yöntemlerle çatlağın yerinin, şeklinin ve derinliğinin belirlenmesinde algılayıcı olarak bobin ve hall etkili sensör kullanılabilir. Fakat çatlağın genişliği bulmak istiyorsak, kullanacağımız algılayıcının hall etkili sensör gibi nokta okuma yapabilen olması gerekir.

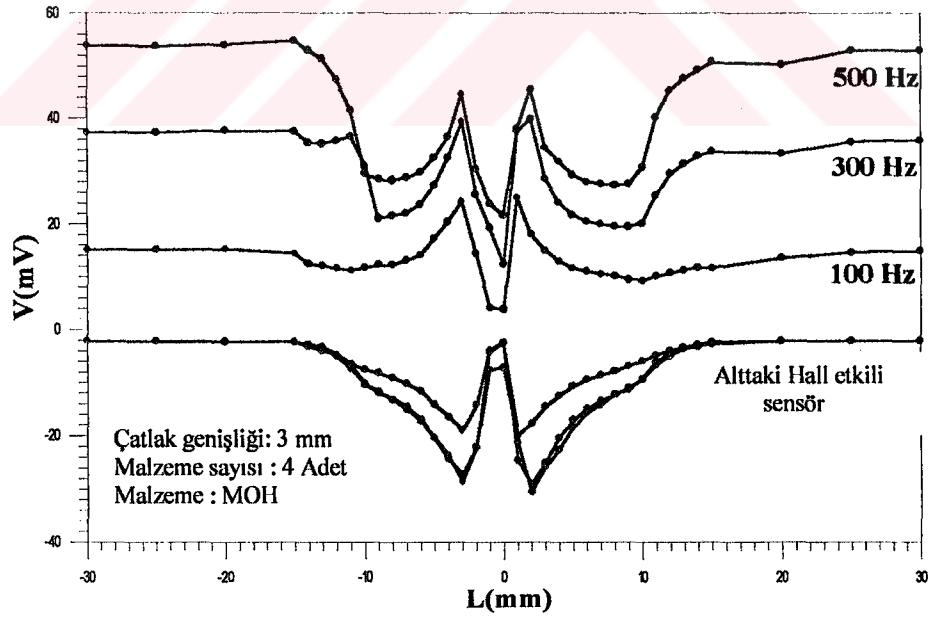


5.1.7 Tam Çatlak Örneğinin Her İki Yüzündeki Manyetik Akı Değişiminin İncelenmesi

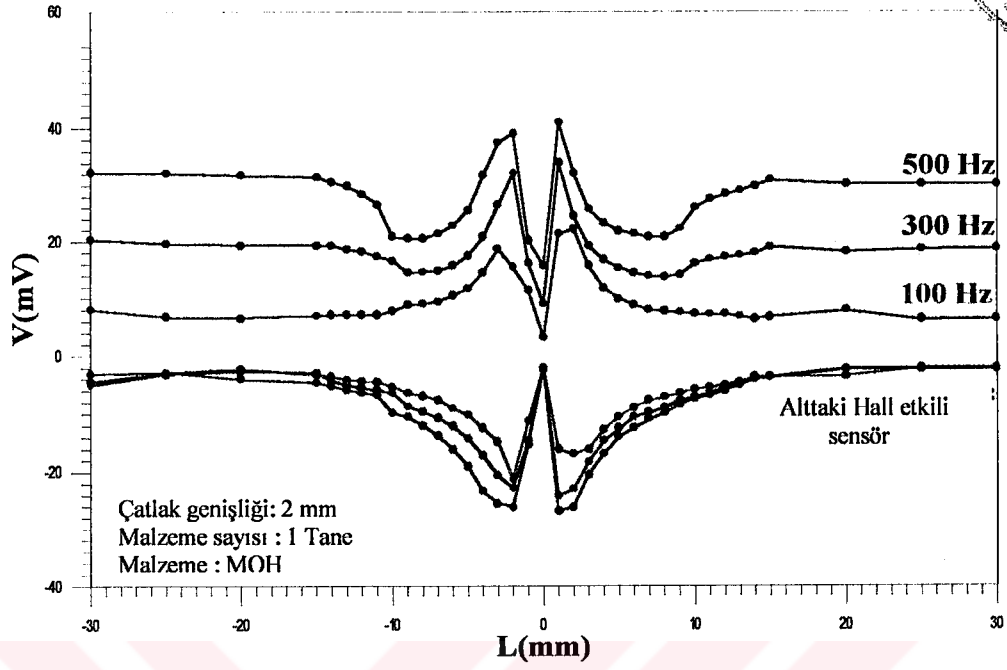
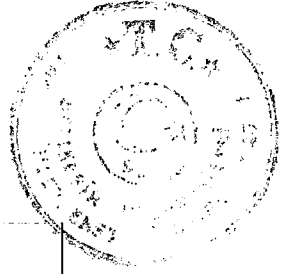
Manyetik akının herhangi bir tam çatlak örneğindeki davranışı önceki bölümlerde tartışılmıştı. Bu deneysel çalışmada değişik tam çatlak örnekleri alınıp, her iki yüzeydeki manyetik akı değişimi incelendi. Buradaki amaç manyetik akının davranışının alt yüzeyde de aynı olup olmadığını incelemektir. Bu amaç için yapılan deneylerde algılayıcı olarak hall etkil sensör kullanılmış olup, çatlağın algılanması esnasında algılayıcıların algılama noktalarının üst üste gelecek şekilde çakışık olmasına dikkat edildi. Her tam çatlak örneği için, manyetize edici sisteme ayrı ayrı 100, 300 ve 500 Hz frekanslı alternatif akım uygulanarak, malzemenin iki yüzü de 80 cm taratıldı. Malzemenin alt ve üst yüzü için, taranan bölge uzunluğunun hall etkili sensörde oluşan sinyalin seviyesine göre değişimi incelendi. Dört farklı tam çatlak örneği için elde edilen değişim grafikleri Şekil 5.2 ile Şekil 5.5 arasında gösterilmiştir.



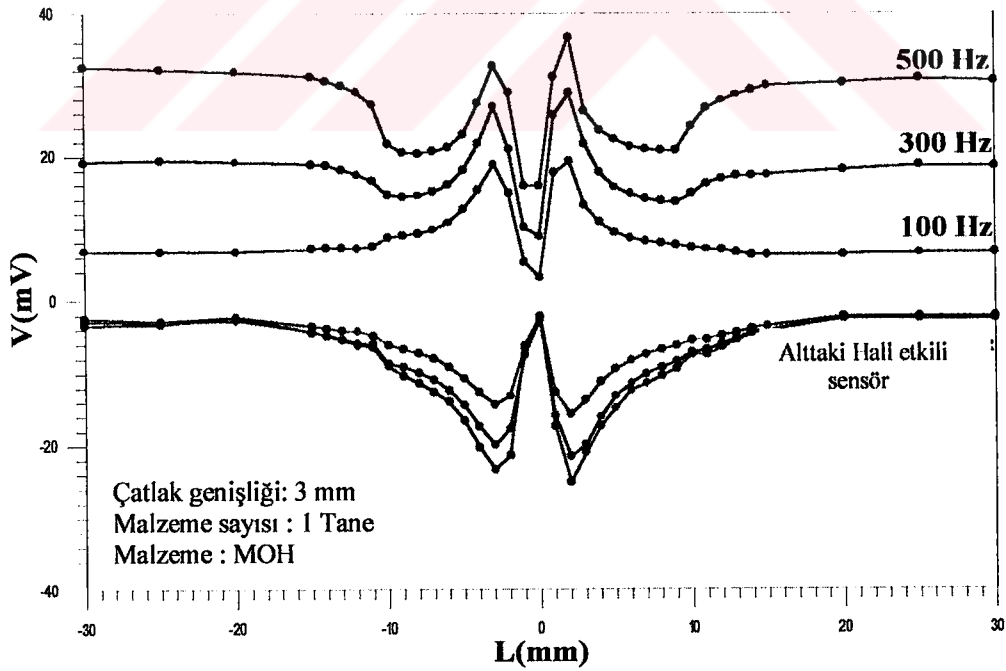
Şekil 5.2 Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi



Şekil 5.3 Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi



Şekil 5.4 Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi



Şekil 5.5 Malzemenin her iki yüzü için, taranan bölge uzunluğunun algılayıcının okuduğu sinyalin seviyesine göre değişimi



Şekil 5.2 ile Şekil 5.5 arasındaki grafiklerden de görüldüğü gibi, tam çatlak örneği hangi yapıda olursa olsun malzemenin alt yüzünde de manyetik akının davranışı Şekil 1.2'ye benzemektedir. Fakat dikkat edilirse alt hall etkili sensörle algılanan sinyalin seviyesi, üst hall etkili sensörünkine nazaran daha düşüktür. Bunun sebebi, manyetize edici sistemin üstte olması sebebiyle manyetik akının çoğunun malzemenin üstünden akmasıdır. Manyetik akının üstten akması ise, çatlak bölgesindeki manyetik akının B_y bileşenini ve dolayısıyla algılayıcıda indüklenen sinyalin seviyesini arttırmaktadır. Kısacası, manyetize edici sistemin bir bacağından örnek malzemeye geçen manyetik akının en kısa yoldan öbür bacağına ulaşmak istemesinden dolayı alt bölgede çatlak bölgesinde manyetik akının B_y bileşeni ve algılayıcının algıladığı sinyalin seviyesi düşük olmaktadır.

Elde edilen bu sonuçlara göre çatlakların manyetik yollarla belirlenmesinin diğer yöntemlere göre avantajları ve dezavantajları aşağıda verilmiştir.

Çatlakların Manyetik Yollarla Belirlenmesinin Avantajları:

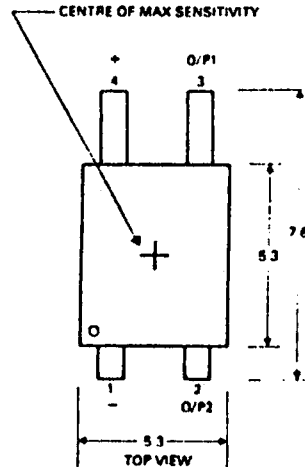
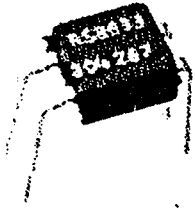
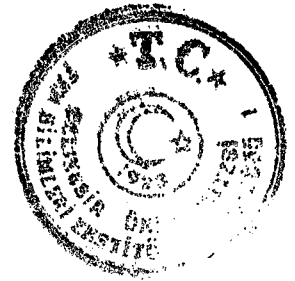
- 1-) Bu amaç için oluşturulan düzeneğin maliyetinin ucuz olması;
- 2-) Her yere rahatlıkla götürülebilir olması;
- 3-) Çatlağın şekli, derinliği ve genişliği hakkında kesin sonuçlar vermesi;
- 4-) İnsan sağlığını etkileyecek herhangi bir unsurun olmaması;
- 5-) Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için çok tecrübeli personele gereksinimin olmaması.

Çatlakların Manyetik Yollarla Belirlenmesinin Dezavantajları:

- 1-) Üzerinde çatlak arayacağımız malzemenin manyetik özelliklere sahip olması;
- 2-) Çatlağın derinliğinin belirlenmesinde bazı sınırlılıklar;
- 3-) Kapalı çatlakların belirlenmesinde bazı sınırlılıklar.

Ek-1

Linear Hall Effect IC



A miniature linear output Hall effect sensor in a moulded 4-pin d.i.l. plastic package. This device features a differential output stage. One output increases linearly in voltage whilst the other decreases for a linear increase in magnetic flux density over a ± 40 mT range.

Typical applications for this versatile i.c. include magnetic field investigation in the vicinity of transformers and cables, current sensors with high isolation, linear feedback elements in analogue control systems, etc. The sensor is immune from damage by high values of flux density. Equivalent to 634SS2.

technical specification

Supply voltage	+ 4 to + 10 V d.c.
Supply current	3.5 mA (typ.)
Output current	10 mA
Output voltage at (zero mag. flux)	1.75 to 2.25 V at 5 V supply
Sensitivity	7.5 to 10.6 mV/mT
Frequency of operation	0 to 100 kHz
Operating temperature range	0°C to +70°C

Data sheet 8852 July 88 available

S.S.M. = 1

stock no.	price each
1-24	25.99
304-267	£7.09
	£6.38

Linear Hall effect ic (304-267)

A miniature linear output Hall effect sensor in a moulded 4-pin di1 plastic package. This device features a differential output stage. One output increases linearly in voltage whilst the other decreases for a linear increase in magnetic flux density over a $\pm 40\text{mT}$ range.

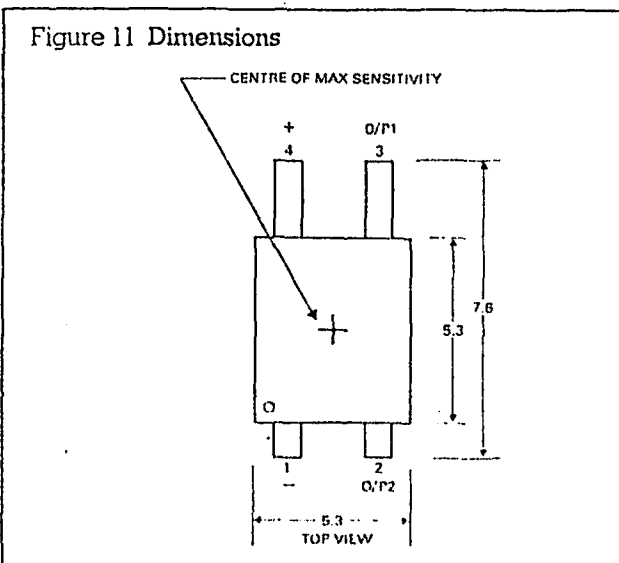
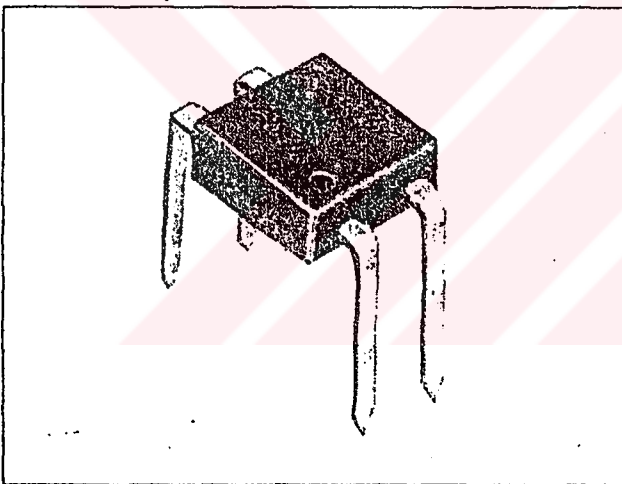
Typical applications for this versatile ic include magnetic field investigation in the vicinity of transformers and cables, current sensors with high isolation, linear feedback elements in analogue control systems, etc. The sensor is immune from damage by high values of flux density.

Absolute maximum ratings

Supply voltage _____ +12Vdc
 Output current _____ 20mA
 Operating frequency _____ 100kHz
 Operating temperature _____ -40°C to $+100^{\circ}\text{C}$
 Storage temperature _____ -55°C to $+150^{\circ}\text{C}$

Electrical characteristics

Supply voltage (Vdc)	Supply current (mA)	Output type	Output voltage	Sensitivity
4 to 10	3.5 typ.	Differential outputs, linear	1.75 to 2.25V at 5V & 0 Gauss	(-400 to $+400$ Gauss) 0.75 to 1.06mV/Gauss



Typical linear output characteristics

The linear Hall effect ic features differential outputs. One output increases, whilst the other output decreases with an increase in Gauss.

Figure 12 Typical output characteristics as a function of supply voltage

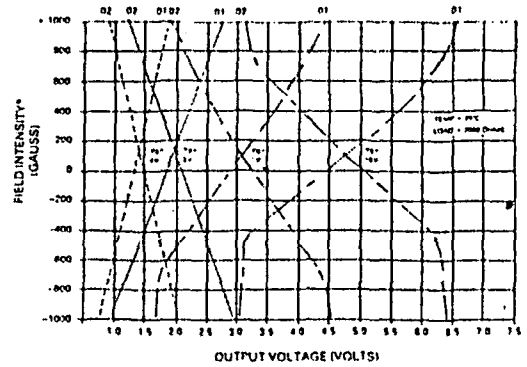
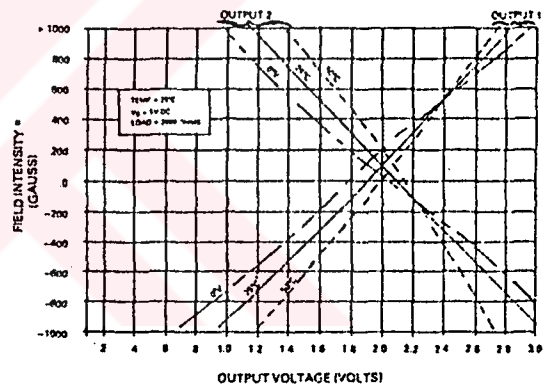
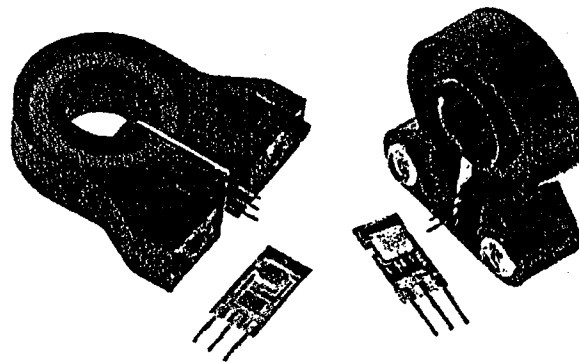


Figure 13 Typical output characteristics as a function of temperature



*Positive Gauss represents the south pole of the magnet facing the sensing area. Negative Gauss represents the north pole of the magnet facing the sensing area.

Linear Hall Effect IC's and Current Transformers



Supplied to RS by Honeywell Microswitch

LOHET I and LOHET II are miniature three-pin unipolar devices producing an output voltage proportional to the intensity of the magnetic field to which it is exposed. The pins have standard p.c.b. spacing of 0.1 in.

LOHET I is a ratiometric device with a response time of 3 μ s and an output which is current sourced.

Output voltage will increase linearly with the magnetic field until a +400 Gauss level is reached, when the nominal output voltage will be 9 V. Nominal voltage at 0 Gauss is 6 V \pm 0.6 V. Operating voltage range is 8 to 16 V d.c., nominal supply 12 V d.c..

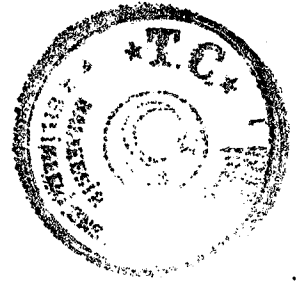
LOHET II is a high performance Hall effect i.c. with increased temperature stability and a temperature drift which is ten times less than LOHET I. Output from the transducer is ratiometric and varies from 25% to 75% of the supply voltage as the magnetic flux varies from -400 Gauss to +400 Gauss. Output increases linearly with the magnetic field until +400 Gauss level is attained, when typical output voltage will be 6 V. Operation is from an 8 V d.c. supply and output can be either current sinking or current sourcing.

Also available are toroidal current transformers, with the LOHETs factory installed in the flux collector gap of the transformer in order to ensure precise accuracy; all LOHETs supplied in current transformers are type I. Transformers, which are available in top or side mounting, utilise a through hole format to ensure that the sensor is electrically isolated and therefore will not be damaged by overcurrent or high voltage transients. The current sensors will sense current flowing in either direction.

Data sheet 8852 July 88 available.

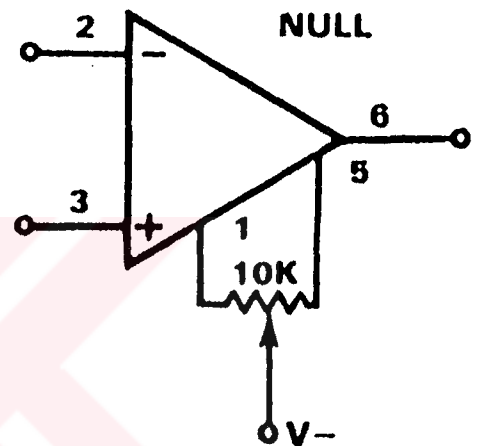
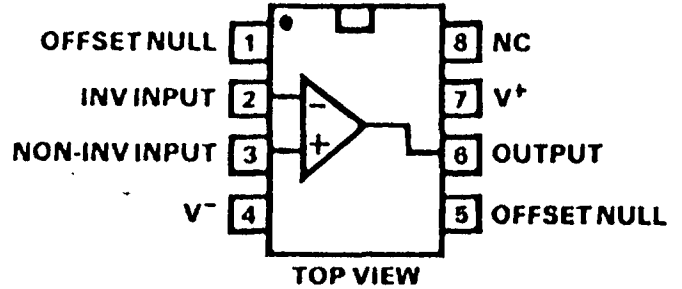
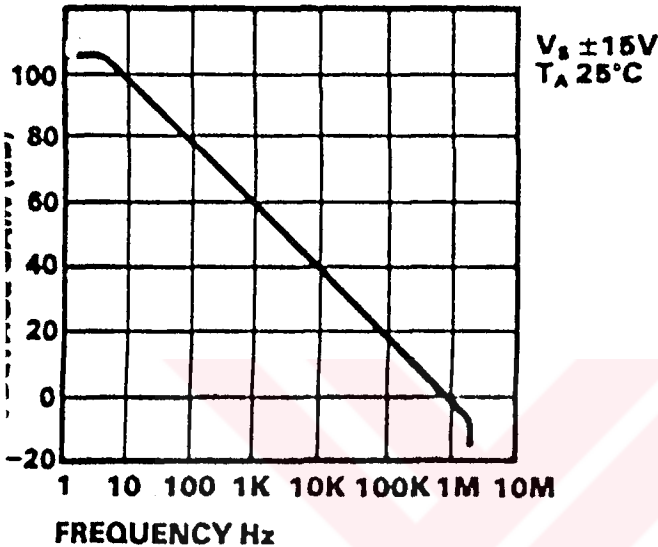
S.S.M.=1

type	capacity in amps	stock no.	price each	
			1-9	10-24
LOHET I		650-532	£6.79	£6.11
LOHET II		650-548	£7.99	£7.19
current transformers				
top mount	57	650-554	£13.22	£11.91
top mount	100	650-560	£13.22	£11.91
side mount	57	650-576	£15.99	£14.40
side mount	75	650-582	£15.99	£14.40



UA741CP

OPEN LOOP VOLTAGE GAIN AS A FUNCTION OF FREQUENCY



Supplied to **RS** by Texas Instruments

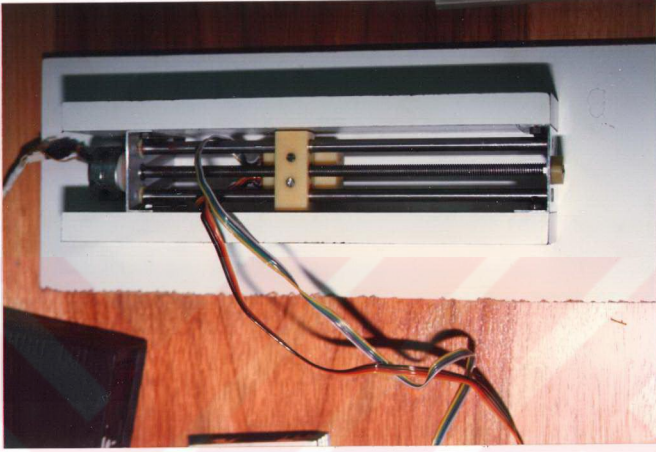
features internal frequency compensation and short-circuit protection. 8-pin d.i.l. plastic package. ready-made p.c.b. 434-065.

S.S.M. = 5

stock no.	price each		
	5-20	25-95	100-495
305-311	£0.33	£0.25	£0.168

Ek-3

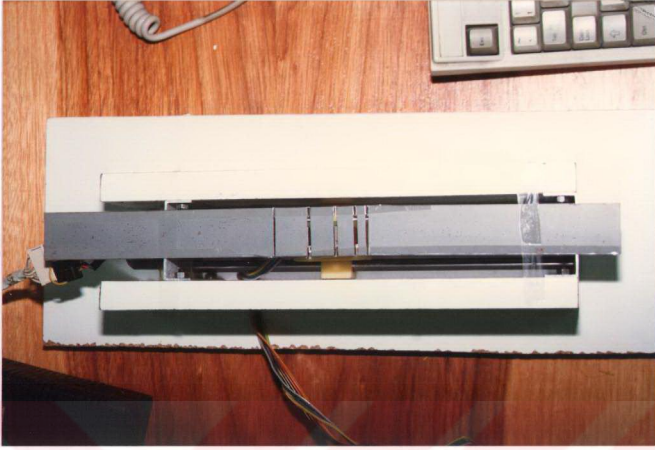
Aşağıda bilgisayar kontrollü çatlak dedektörü prototipinin çeşitli yönlerden görünüşü gösterilmektedir.



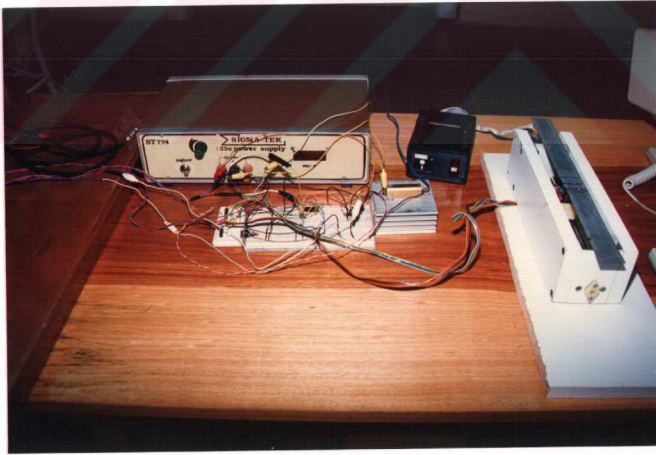
Şekil 1 Bilgisayar kontrollü çatlak dedektörü prototipinin üstten görünüşü



Şekil 2 Bilgisayar kontrollü çatlak dedektörü prototipinin alttan görünüşü



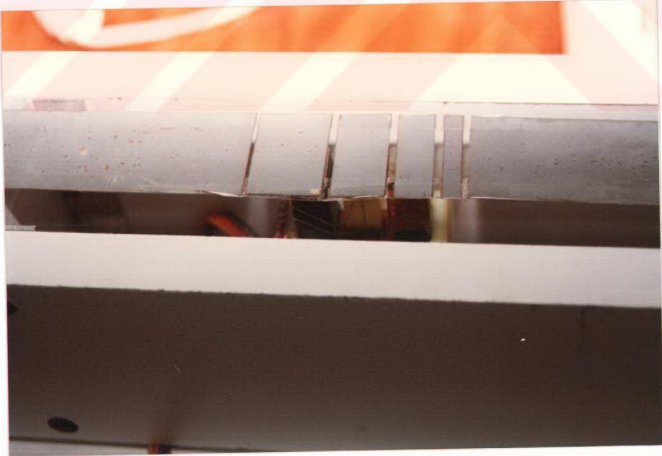
Şekil 3 Bilgisayar kontrollü çatlak dedektörü prototipinin örnek malzeme üzerine nasıl konduğunu gösterir resim



Şekil 4 Bilgisayar kontrollü çatlak dedektörü prototipini ve deneyde kullanılan elektronik devreyi gösterir resim



Şekil 5 Örnek çatlak modeli üzerindeki çatlakların belirlenmesi için kurulan düzenek



Şekil 6 Örnek çatlak modelinin nasıl manyetize edildiğini gösterir resim



KAYNAKÇA

- [1] Purcell, E. M., Elektrik ve Magnetizma, Çev: Durlu, T. N., Elerman, Y., Cilt 2, Bilim Yayınları, Ankara, (1994)
- [2] Kocakülâh, M.S., " Kristal ve Amorf Yapıdaki Ferromagnetik Malzemelerin Magnetik Özelliklerinin İncelenmesi ", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir (1996)
- [3] Jiles, D., Introduction to Magnetizm and Magnetic Materials, Chapman & Hall, London, (1991)
- [4] Köroğlu, H., Elektrik ve Magnetizma, Kalite matbaası, Ankara, (1978)
- [5] Bozorth, R.M., Ferromagnetism, ed. V. Zeborski, IEEE Press, New York, (1993)
- [6] Halliday, D., Resnick, R., Fiziğin Temelleri, çev: Yalçın, C., Arkadaş Yayınevi, Ankara, (1990)
- [7] Chikamuzi, S., Physics of Magnetizm, Robert E. Krieger Publishing Co. U.S.A., (1986)
- [8] Ruud, C.O., 'X-ray analysis and advances in portable field instrumentation' J Metals 31 no 6, (June 1979), pp 10-15
- [9] Cullity, B.D., Elements of X-ray diffraction 2nd Ed (addison - Wesley Publishing Co Inc, Reading, MA, 1978)
- [10] SAE 'Residual Stress Measurement by X-ray Diffraction - SAE J 784 a (Society of Automotive Engineers Inc, Warrendale, PA, USA, 1966)
- [11] Maeder, G., Lebrun, J.L. and Sprauel, J.M., 'Present possibilities for the X-ray diffraction metod of stress Measurement ' NDT Int 14 No 5, (Oct. 1981) pp 235-248
- [12] James, M. and Cohen, J.B., ' PARS- a portable X-ray analyzer for residual stresses 'J Testing and Eval, JTEVA 6 No 2 , (1978) , pp 91-97
- [13] Placko D., Clergeot H., Santander E., İndustrial eddy current sensör for touchless thickness measurement , IEEE Industry application, San Diego, (1989)
- [14] Clergeot H., Placko D., Monteil F., Flexible eddy current sensors for industrial applications, Proceedings ROVİSEC 4, P. 155-122, London, (1984)



- [15] Akin P., Placko D., Monteil F., Eddy current multisensors, *Revue de Physique Appliquee* vol 24 p.227-242, (1989)
- [16] Hagemmaier, D.J., " Eddy current impedance plane analysis" *Materials evaluation*, vol. 41, No 2, (February 1983), pp. 211-218
- [17] Üstüner, A., *İmalat Tekniğinden Kaynaklanan Hatalar*, Ankara, (1981)
- [18] Ekinci, Ş., *Tahribatsız Test : Ultrasonik - Seviye I*, Ç.N.A.E.M. Endüstriyel Uygulama Notları, İstanbul, (1990)
- [19] Cullity, B.D., ' Some problems in X- ray stress measurements' *Adv in X-ray Analysis* 20 (Plenum Press, 1977) pp. 259-271
- [20] Green, R.E., ' Ultrasonic investigation of mechanical properties' *Treatise on Materials Science and Technology* , (Academic Press, 1973)
- [21] Crecraft, D.I., ' Ultrasonic measurement of stresses ' *Ultrasonics*, (Apr 1968) pp 117-121
- [22] Papadakis, E.P., ' Ultrasonic attenuation and velocity in three transformation products of steel ' *J Appl Phys* 35 No 5 , (1964) pp 1276-1281
- [23] Salama, K. and Ling, C.K., ' The effect of stress on the temperature dependence of ultrasound velocity ' *J Appl Phys* 51 No 3 , (Mar 1980) pp 1505-1509
- [24] Moro, A., Farina C. and Rossi, F., ' Measurement of ultrasonic wave velocity of steel for various structures and degrees of cold-working ' *NDT Int* 13 No 4 , (August 1980) pp 169-175
- [25] Ono, K., Shibata, M. and Kwan, M.M., 'Determination of residual stress by magnetomechanical acoustic emission' *ONR Tech Report* No 80.-01,(April 1980)
- [26] Shibata, M., and Ono, K., ' Magnetomechanical acoustic emission - a new method for nondestructive stress measurement ' *NDT Int* 14 No 5 , (oct 1981), pp 227-234