T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EPOKSİ/MgO KOMPOZİTLERİN ELEKTRİKSEL PERFORMANSININ DENEYSEL ve ANALİTİK İNCELENMESİ

Kaancan KIRKAĞAÇ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Aysel ERSOY YILMAZ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, 9.07.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. AYSEL ERSOY YILMAZ(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. CENGİZ POLAT UZUNOĞLU
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi EMRAH DOKUR
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 34046 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü yardım ve fedakarlığı sağlayan, bilgi, tecrübe ve güler yüzü ile yolumu aydınlatan, ayrıca beraber çalıştığımız süre boyunca kendimi geliştirmeye yönelik adımlar atmamı sağlayan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Aysel ERSOY YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecinin başından sonuna kadar desteğini eksik etmeyen, dostum ve hocam olan Arş. Gör. Ertuğrul ADIGÜZEL'e de teşekkür ediyorum. Ayrıca topladığım verileri işlemede yardımı geçen Serkan TÜZÜN'e de teşekkür ederim. Tez sürecim boyunca tüm desteklerini eksik etmeyen dostlarım Kübra GÜL, Emre TAN, Hasan CANDEMİR, Göktuğ ŞENGÖNÜL, Pelin KORAMAZ, Desina ALVEROĞLU, Aşkın VATANSEVER, Özge Vatansever, Sevde KÖKLÜKAYA, Emre YILMAZ ve Eda KOCAMANGİL'e, teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu günlere gelmemde en önemli paya sahip olan, her zaman tüm desteklerini üzerinde hissettiğim annem Şule KIRKAĞAÇ, babam Ali KIRKAĞAÇ ve kardeşim Ataberk KIRKAĞAÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Temmuz 2020 Kaancan KIRKAĞAÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vii**
TABLO LİSTESİ ..... **xxvi**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xxxviii**
ÖZET ..... **xxxix**
SUMMARY ..... **xli**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
3. MALZEME VE YÖNTEM **7**
3.1. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI 7
3.2. DENEY DÜZENEĞİ 8
4. BULGULAR **16**
4.1. EPOKSİ KARŞILAŞTIRMALI İZ OLUŞUMU DENEYLERİ 16
4.1.1. 400 V Gerilim Seviyesi 16
4.1.1.1. Epoksi Reçine 16
4.1.1.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti 31
4.1.1.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti 46
4.1.1.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti 61
4.1.2. 500 V Gerilim Seviyesi İçin 76
4.1.2.1. Epoksi Reçine 76
4.1.2.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti 91
4.1.2.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti 106
4.1.2.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti 121
4.1.3. 600 V Gerilim Seviyesi İçin 136
4.1.3.1. Epoksi Reçine 136
4.1.3.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti 151
4.1.3.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti 166
4.1.3.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti 181
5. TARTIŞMA VE SONUÇ **196**

KAYNAKLAR **204**
ÖZGEÇMİŞ **208**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Epoksi reçinenin açık kimyasal formülü [12]. 4

Şekil 3.1: Numune hazırlanırken gerçekleştirilen adımların şeması. 7

Şekil 3.2: Elektrotlar ve yerleştirme düzeni [31]. 9

Şekil 3.3: Deney düzeneğinin şematik olarak gösterimi. 9

Şekil 3.4: Deney düzeneğinde kullanılmış olan varyakın fotoğrafı. 10

Şekil 3.5: Deney düzeneğinde kullanılmış olan transformatörün fotoğrafı. 11

Şekil 3.6: Deney düzeneğinde kullanılmış olan CTI deney düzeneği öncesi öndirençlerin fotoğrafı. 11

Şekil 3.7: Deneyde kullanılmış olan CTI düzeneğini muhafaza eden kabın fotoğrafı. 12

Şekil 3.8: CTI deney düzeneğinin fotoğrafı. 13

Şekil 3.9: Deney düzeneğinin üstten fotoğrafı. 14

Şekil 3.10 Deneyde numune yüzeyine su damlatma için kullanılan perfüzör cihazı fotoğrafı. 14

Şekil 4.1: 400 V gerilim uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine. 16

Şekil 4.2: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği. 19

Şekil 4.3: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın harmonik distorsiyonunun hesaplandığı 100ms'lik kaçak akım grafiği. 19

Şekil 4.4: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 20

Şekil 4.5: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms 20

Şekil 4.6: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 21

Şekil 4.7: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....21

Şekil 4.8: 24 sat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....22

Şekil 4.9: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....22

Şekil 4.10: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 23

Şekil 4.11: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....23

Şekil 4.12: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....24

Şekil 4.13: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....24

Şekil 4.14: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 25

Şekil 4.15: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....25

Şekil 4.16: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....26

Şekil 4.17: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....26

Şekil 4.18: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 27

Şekil 4.19: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşma damlasının 100ms. 27

Şekil 4.20: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....28

Şekil 4.21: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....28

Şekil 4.22: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....29

Şekil 4.23: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....29

Şekil 4.24: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 30

Şekil 4.25: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim sevitesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 30

Şekil 4.26: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi. 31

Şekil 4.27: %1 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 34

Şekil 4.28: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 34

Şekil 4.29: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 35

Şekil 4.30: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 35

Şekil 4.31: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 36

Şekil 4.32: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 36

Şekil 4.33: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 37

Şekil 4.34: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 37

Şekil 4.35: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 38

Şekil 4.36: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 38

Şekil 4.37: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 39

Şekil 4.38: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 39

Şekil 4.39: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 40

Şekil 4.40: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 40

Şekil 4.41: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde kavitasyonun başladığı damla. 41

Şekil 4.42: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 41

Şekil 4.43: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 42

Şekil 4.44: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 42

Şekil 4.45: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 43

Şekil 4.46: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 43

Şekil 4.47: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 44

Şekil 4.48: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 44

Şekil 4.49: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 45

Şekil 4.50: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 45

Şekil 4.51: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %3 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi. 46

Şekil 4.52: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 49

Şekil 4.53: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 49

Şekil 4.54: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 50

Şekil 4.55: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 50

Şekil 4.56: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....51

Şekil 4.57: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....51

Şekil 4.58: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....52

Şekil 4.59: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....52

Şekil 4.60: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damla.....53

Şekil 4.61: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....53

Şekil 4.62: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....54

Şekil 4.63: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....54

Şekil 4.64: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....55

Şekil 4.65: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....55

Şekil 4.66: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....56

Şekil 4.67: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....56

Şekil 4.68: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....57

Şekil 4.69: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....57

Şekil 4.70: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....58

Şekil 4.71: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....58

Şekil 4.72: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....59

Şekil 4.73: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 59

Şekil 4.74: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 60

Şekil 4.75: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 60

Şekil 4.76: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi. 61

Şekil 4.77: %5 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damla. 64

Şekil 4.78: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 64

Şekil 4.79: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 65

Şekil 4.80: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 65

Şekil 4.81: 24 saat sat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 66

Şekil 4.82: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 66

Şekil 4.83: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 67

Şekil 4.84: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 67

Şekil 4.85: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 68

Şekil 4.86: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 68

Şekil 4.87: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 69

Şekil 4.88: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 69

Şekil 4.89: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....70

Şekil 4.90: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....70

Şekil 4.91: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....71

Şekil 4.92: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 71

Şekil 4.93: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....72

Şekil 4.94: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....72

Şekil 4.95: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....73

Şekil 4.96: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 73

Şekil 4.97: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....74

Şekil 4.98: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....74

Şekil 4.99: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....75

Şekil 4.100: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 75

Şekil 4.101: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine. 76

Şekil 4.102: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 79

Şekil 4.103: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....79

Şekil 4.104: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 80

Şekil 4.105: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....80

Şekil 4.106: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....81

Şekil 4.107: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....81

Şekil 4.108: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....82

Şekil 4.109: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....82

Şekil 4.110: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....83

Şekil 4.111: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....83

Şekil 4.112: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....84

Şekil 4.113: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....84

Şekil 4.114: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....85

Şekil 4.115: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....85

Şekil 4.116: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....86

Şekil 4.117: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....86

Şekil 4.118: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....87

Şekil 4.119: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....87

Şekil 4.120: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....88

Şekil 4.121: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....88

Şekil 4.122: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 89

Şekil 4.123: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 89

Şekil 4.124: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 90

Şekil 4.125: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 90

Şekil 4.126: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi. 91

Şekil 4.127 : %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 94

Şekil 4.128: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 94

Şekil 4.129: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 95

Şekil 4.130: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 95

Şekil 4.131: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 96

Şekil 4.132: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 96

Şekil 4.133: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 97

Şekil 4.134: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 97

Şekil 4.135: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 98

Şekil 4.136: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 98

Şekil 4.137: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 99

Şekil 4.138: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 99

Şekil 4.139: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 100

Şekil 4.140: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 100

Şekil 4.141: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 101

Şekil 4.142: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 101

Şekil 4.143: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 102

Şekil 4.144: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 102

Şekil 4.145: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 103

Şekil 4.146: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 103

Şekil 4.147: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 104

Şekil 4.148: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 104

Şekil 4.149: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 105

Şekil 4.150: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 105

Şekil 4.151: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %3 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi. 106

Şekil 4.152: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 109

Şekil 4.153: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....109

Şekil 4.154: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 110

Şekil 4.155: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 110

Şekil 4.156: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 111

Şekil 4.157: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 111

Şekil 4.158: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 112

Şekil 4.159: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 112

Şekil 4.160: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 113

Şekil 4.161: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 113

Şekil 4.162: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 114

Şekil 4.163: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 114

Şekil 4.164: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 115

Şekil 4.165: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 115

Şekil 4.166: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 116

Şekil 4.167: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 116

Şekil 4.168: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 117

Şekil 4.169: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 117

Şekil 4.170: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 118

Şekil 4.171: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 118

Şekil 4.172: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 119

Şekil 4.173: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 119

Şekil 4.174: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 120

Şekil 4.175: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 120

Şekil 4.176: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi. 121

Şekil 4.177: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 124

Şekil 4.178: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....124

Şekil 4.179: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 125

Şekil 4.180: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 125

Şekil 4.181: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 126

Şekil 4.182: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 126

Şekil 4.183: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 127

Şekil 4.184: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 127

Şekil 4.185: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 128

Şekil 4.186: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 128

Şekil 4.187: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 129

Şekil 4.188: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 129

Şekil 4.189: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 130

Şekil 4.190: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 130

Şekil 4.191: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 131

Şekil 4.192: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 131

Şekil 4.193: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 132

Şekil 4.194: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 132

Şekil 4.195: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 133

Şekil 4.196: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 133

Şekil 4.197: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 134

Şekil 4.198: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 134

Şekil 4.199: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 135

Şekil 4.200: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 135

Şekil 4.201: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine. 136

Şekil 4.202: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 139

Şekil 4.203: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....139

Şekil 4.204: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 140

Şekil 4.205: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.....140

Şekil 4.206: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....141

Şekil 4.207: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....141

Şekil 4.208: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....142

Şekil 4.209: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 142

Şekil 4.210: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....143

Şekil 4.211: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....143

Şekil 4.212: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....144

Şekil 4.213: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 144

Şekil 4.214: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....145

Şekil 4.215: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....145

Şekil 4.216: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.....146

Şekil 4.217: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 146

Şekil 4.218: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.....147

Şekil 4.219: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....147

Şekil 4.220: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 148

Şekil 4.221: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 148

Şekil 4.222: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 149

Şekil 4.223: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 149

Şekil 4.224: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 150

Şekil 4.225: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 150

Şekil 4.226: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi. 151

Şekil 4.227: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 154

Şekil 4.228: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 154

Şekil 4.229: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 155

Şekil 4.230: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 155

Şekil 4.231: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 156

Şekil 4.232: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 156

Şekil 4.233: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 157

Şekil 4.234: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 157

Şekil 4.235: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 158

Şekil 4.236: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 158

Şekil 4.237: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 159

Şekil 4.238: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 159

Şekil 4.239: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 160

Şekil 4.240: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 160

Şekil 4.241: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 161

Şekil 4.242: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 161

Şekil 4.243: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 162

Şekil 4.244: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 162

Şekil 4.245: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 163

Şekil 4.246: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 163

Şekil 4.247: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 164

Şekil 4.248: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 164

Şekil 4.249: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 165

Şekil 4.250: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 165

Şekil 4.251: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine. 166

Şekil 4.252: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 169

Şekil 4.253: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....169

Şekil 4.254: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 170

Şekil 4.255: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 170

Şekil 4.256: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 171

Şekil 4.257: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 171

Şekil 4.258: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 172

Şekil 4.259: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 172

Şekil 4.260: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 173

Şekil 4.261: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 173

Şekil 4.262: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 174

Şekil 4.263: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 174

Şekil 4.264: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 175

Şekil 4.265: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 175

Şekil 4.266: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 176

Şekil 4.267: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 176

Şekil 4.268: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 177

Şekil 4.269: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 177

Şekil 4.270: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 178

Şekil 4.271: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 178

Şekil 4.272: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 179

Şekil 4.273: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 179

Şekil 4.274: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 180

Şekil 4.275: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 180

Şekil 4.276: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi. 181

Şekil 4.277: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 184

Şekil 4.278: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.....184

Şekil 4.279: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 185

Şekil 4.280: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 185

Şekil 4.281: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 186

Şekil 4.282: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 186

Şekil 4.283: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 187

Şekil 4.284: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 187

Şekil 4.285: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 188

Şekil 4.286: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 188

Şekil 4.287: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 189

Şekil 4.288: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 189

Şekil 4.289: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 190

Şekil 4.290: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 190

Şekil 4.291: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 191

Şekil 4.292: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 191

Şekil 4.293: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 192

Şekil 4.294: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 192

Şekil 4.295: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 193

Şekil 4.296: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 193

Şekil 4.297: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla. 194

Şekil 4.298: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms. 194

Şekil 4.299: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla. 195

Şekil 4.300: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms. 195

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1: Epoksi reçine 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....17

Tablo 4.2: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için harmoniklerin oluştuğu ortalama HD değerleri. 19

Tablo 4.3: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 20

Tablo 4.4: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 21

Tablo 4.5: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 22

Tablo 4.6: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 23

Tablo 4.7 : 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 24

Tablo 4.8: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 25

Tablo 4.9: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 26

Tablo 4.10: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 27

Tablo 4.11: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 28

Tablo 4.12: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 29

Tablo 4.13: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 30

Tablo 4.14: %1 MgO/Epoksi 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....32

Tablo 4.15: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 34

Tablo 4.16: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyon başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 35

Tablo 4.17: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 36

Tablo 4.18: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 37

Tablo 4.19: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 38

Tablo 4.20: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 39

Tablo 4.21: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 40

Tablo 4.22: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 41

Tablo 4.23: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 42

Tablo 4.24: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 43

Tablo 4.25: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....44

Tablo 4.26: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 45

Tablo 4.27: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu. 47

Tablo 4.28: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 49

Tablo 4.29: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 50

Tablo 4.30: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 51

Tablo 4.31: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 52

Tablo 4.32: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 53

Tablo 4.33: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 54

Tablo 4.34: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 55

Tablo 4.35: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 56

Tablo 4.36: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 57

Tablo 4.37: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 58

Tablo 4.38: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 59

Tablo 4.39: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 60

Tablo 4.40: %5 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu. 62

Tablo 4.41: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 64

Tablo 4.42: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 65

Tablo 4.43: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 66

Tablo 4.44: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 67

Tablo 4.45: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 68

Tablo 4.46: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 69

Tablo 4.47: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 70

Tablo 4.48: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 71

Tablo 4.49: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 72

Tablo 4.50: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 73

Tablo 4.51: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....74

Tablo 4.52: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 75

Tablo 4.53: Epoksi reçine 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....77

Tablo 4.54: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 79

Tablo 4.55: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 80

Tablo 4.56: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 81

Tablo 4.57: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 82

Tablo 4.58: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 83

Tablo 4.59: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 84

Tablo 4.60: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 85

Tablo 4.61: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 86

Tablo 4.62: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 87

Tablo 4.63: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 88

Tablo 4.64: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 89

Tablo 4.65: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 90

Tablo 4.66: %1 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....92

Tablo 4.67: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 94

Tablo 4.68: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....95

Tablo 4.69: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 96

Tablo 4.70: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 97

Tablo 4.71: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 98

Tablo 4.72: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 99

Tablo 4.73: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 100

Tablo 4.74: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 101

Tablo 4.75: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 102

Tablo 4.76: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 103

Tablo 4.77: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....104

Tablo 4.78: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 105

Tablo 4.79: %3 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....107

Tablo 4.80: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 109

Tablo 4.81: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....110

Tablo 4.82: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 111

Tablo 4.83: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 112

Tablo 4.84: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 113

Tablo 4.85: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 114

Tablo 4.86: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 115

Tablo 4.87: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 116

Tablo 4.88: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 117

Tablo 4.89: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 118

Tablo 4.90: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....119

Tablo 4.91: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 120

Tablo 4.92: %5 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....122

Tablo 93: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....124

Tablo 94: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....125

Tablo 95: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 126

Tablo 96: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 127

Tablo 97: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 128

Tablo 98: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 129

Tablo 99: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 130

Tablo 100: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 131

Tablo 101: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karobnlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 132

Tablo 102: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 133

Tablo 103: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....134

Tablo 104: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 135

Tablo 4.105: Epoksi reçine 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....137

Tablo 106: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 139

Tablo 107: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 140

Tablo 108: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 141

Tablo 109: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 142

Tablo 110: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 143

Tablo 111: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 144

Tablo 112: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 145

Tablo 113: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 146

Tablo 114: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 147

Tablo 115: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 148

Tablo 116: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 149

Tablo 117: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 150

Tablo 4.118: %1 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....152

Tablo 4.119: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 154

Tablo 4.120: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 155

Tablo 4.121: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....156

Tablo 4.122: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 157

Tablo 4.123: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....158

Tablo 4.124: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 159

Tablo 4.125: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....160

Tablo 4.126: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 161

Tablo 4.127: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....162

Tablo 4.128: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 163

Tablo 4.129: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....164

Tablo 4.130: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 165

Tablo 4.131: %3 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....167

Tablo 132: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....169

Tablo 133: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....170

Tablo 134: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 171

Tablo 135: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 172

Tablo 136: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 173

Tablo 137: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 174

Tablo 138: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 175

Tablo 139: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 176

Tablo 140: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 177

Tablo 141: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 178

Tablo 142: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....179

Tablo 143: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 180

Tablo 4.144: %5 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.....182

Tablo 4.145: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 184

Tablo 4.146: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 185

Tablo 4.147: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....186

Tablo 4.148: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 187

Tablo 4.149: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....188

Tablo 4.150: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 189

Tablo 4.151: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....190

Tablo 4.152: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 191

Tablo 4.153: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....192

Tablo 4.154: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 193

Tablo 4.155: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.....194

Tablo 4.156: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD. 195

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

ºC : Santigrat
A : Amper
gr : Gram
Hz : Hertz
kV : Kilo Volt
mm : Milimetre
sn : Saniye
V : Volt

Kısaltmalar **Açıklama**

AC : Alternatif Akım (Alternative Current)
Al_2O_3 : Alüminyum Dioksit
ASTM : Amerikan Test ve Malzeme Kurumu (American Society for Testing and Materials)
CTI : Karşılaştırmalı Yüzeysel Boşalma İndeksi (Comperative Tracking Index)
DC : Doğru Akım (Direct Current)
HD : Harmonik Distorsiyon
IEC : Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commision)
MgO : Magnezyum Oksit
NH_4Cl : Amonyum Klorür
SiO_2 : Silisyum Dioksit
TiO_2 : Titanyum Dioksit

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EPOKSİ/MgO KOMPOZİTLERİN ELEKTRİKSEL PERFORMANSININ DENEYSEL ve ANALİTİK İNCELENMESİ

Kaancan KIRKAĞAÇ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Aysel ERSOY YILMAZ

Bu çalışmada elektrik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olan epoksi reçinenin, performansını arttırmada kullanılan malzemelerden birisi olan MgO'nun elektriksel performansının değişimini çevresel bir zorlayıcı parametre olan su etkisi altında değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda elektriğin yüzeyde iz oluşumlarına etkisini modellemede kullanılan etkin yöntemlerden birisi olan karşılaştırmalı iz oluşum indeksi (CTI) deneylerinden yararlanılmıştır. Çalışmada katkısız, %1, %3 ve %5 nano boyutlu MgO katkılı epoksi reçineler; 24 saat, 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf su içerisinde bekletilmiş, daha sonra yapılarına aldıkları nem miktarı bir elektronik tartı yardımıyla ölçülmüştür. Daha sonra örnekler bekletilmeden laboratuvar ortamında CTI testine tabi tutulmuştur. Elde edilen deneysel sonuçlar daha önce literatürde yer alan MgO/epoksi katkılı örneklere benzer iyileştirmelere yol açarken, gözlenen örneklerin saf suya maruziyetleri sonrasında dayanımlarının da tam tersi şekilde azaldığı raporlanmıştır. Bu şekilde MgO katkılı epoksi reçinelerin dış ortamda istenilen performansı gösterilebilmeleri için bir takım hidrofobik bileşikler katkılanmasının zorunlu

olduğu ya da bu tür sıvı yoğun ortamlarda ekstra korunmak suretiyle desteklenmesi gerektiği yapılan deneysel çalışma ile ortaya konmuştur.

Temmuz 2020, 250 sayfa.

Anahtar kelimeler: MgO, epoksi, yüksek gerilim, dielektrik, CTI, harmonik distorsiyon

SUMMARY

M.Sc. THESIS

EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL PERFORMANCE OF EPOXY / MgO COMPOSITES

Kaancan KIRKAĞAÇ

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Electrical and Electronic Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Aysel ERSOY YILMAZ

In this study, the change in the electrical performance of MgO, which is one of the materials used to increase the performance of epoxy resin, which is widely used in the electrical industry, was evaluated under the effect of water, which is an environmental coercive parameter. Accordingly, comparative tracking index (CTI) experiments, which is one of the effective methods used to model the effect of electricity on surface properties, was used. To measure the performance of epoxy resins without additives, 1%, 3% and 5% nano-sized MgO added samples were prepared and then ; 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours and 120 hours are kept in pure water, then the amount of moisture taken into their structure is measured with the help of an electronic scale. Then, the samples were subjected to CTI test in a laboratory environment without waiting. While the experimental results obtained have resulted in improvements similar to those of MgO / epoxy additives previously reported in the literature, it has been reported that the resistance of the observed samples after their exposure to pure water, in the opposite direction. Thus with this experimental study, it has been demonstrated that it is necessary to add some hydrophobic compounds in order to show the desired

performance in the external environment with MgO doped epoxy resins or it should be supported by extra protection in such liquid dense environments.

July 2020, 250 pages.

Keywords: MgO, epoxy, high voltage, dielectric, CTI, harmonic distortion

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji ihtiyacı her geçen gün daha da artmaktadır ve 1930'lu yıllardan beri elektrik sektöründe kullanılan epoksi reçineler her geçen gün kendine yeni kullanım alanları bulmaktadır. Epoksi reçineler bugün rüzgar türbinlerindeki kanat yapımında kullanılabildiği gibi aynı zamanda motorlarda, evimizde kullandığımız anahtarlardan prizlere kadar pek çok alanda kendisine uygulama alanı bulmaktadır.

Yalıtkan malzemelerden fiziksel ve kimyasal özellikleri mükemmel olan epoksi, elektriksel sistemlerin dielektrik performansında ve güvenilirliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Polimerlerin ana bileşenleri karbonlar olduğu için, yüzeyde iz oluşumu hatası adı verilen dielektrik bozulma olayı ortaya çıkabilmektedir. Yüzeyde oluşan kömürleşmiş izler dallanarak büyüyebilmektedir. Bu karbonlaşma elektrotlar arası kanalı tamamen kapladığında, yalıtım direncinde düşüş olur ve bu karbonlaşma süreci geri döndürülemez. Bu nedenle elektrik ve elektronik ekipmanlarının güvenilirliğini sağlamak için yüzeyde iz oluşumu davranışını değerlendirmek gerekir [1].

J. H. Yu ve arkadaşları epoksi kompozitlerinin termal ve elektriksel özelliklerini döküm yöntemiyle geliştirmek için yüksek yüklü lamelli Al_2O_3 mikroparçacıkları kullanmıştır. Bu amaçla hazırladıkları epoksi/Al_2O_3 kompozitlerinin termal ve elektriksel özelliklerini çeşitli sıcaklıklarda test etmişlerdir. Epoksi reçineye Al_2O_3 eklenmesi termal iletkenliğini arttırmış, kompozitlerin dielektrik sabitinin arttırarak, dielektrik kaybının azaldığı gözlenmiştir [2-5].

Z. Wang ve arkadaşları epoksiye ağırlıkça %0.1, %1, %2, %6 ve %10 oranda MgO katkılayarak yüzeyde iz oluşumu deneyleri yapmıştır. Kompozitlerin yüzeyinden kirletici olarak akıttığı sıvı elektroliti NH_4Cl (Amonyum klorür) ve kirletici olarak de-iyonize suda çözülmüş sodyum-di-butil kullanarak hazırlamıştır. MgO konsantrasyonunun ağırlıkça artışına bağlı olarak iz oluşumu hatasının azaldığını gözlemlemiştir [6-8].

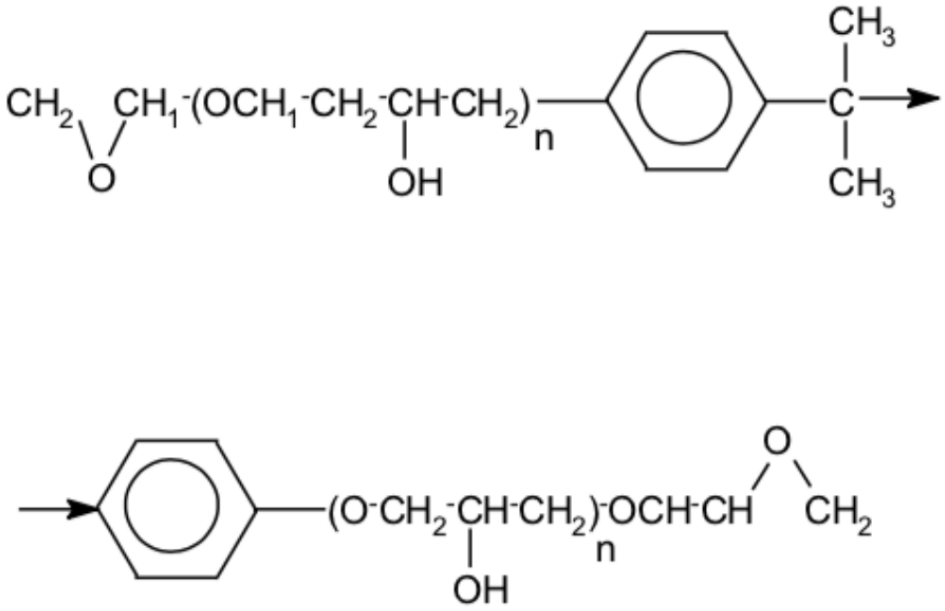
Bu tez çalışmasında CTI deney düzeneğinden yararlanarak laboratuvar ortamında hazırlanmış epoksi/MgO kompozitlerin yüzeyde iz oluşumu davranışları incelenmiştir. Laboratuvar ortamında katkısız ve ağırlıkça %1 MgO, %3 MgO ve %5 MgO konsantrasyonunda hazırlanan örnekler 24 saat, 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf su içerisinde bekletildikten sonra

deneylere tabi tutulmuştur. Yüzeyde iz oluşumu deneyleri için İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Yüksek Gerilim Laboratuvarında Amerikan Test ve Malzeme Kurumu (American Society for Testing and Materials, ASTM-D) ASTM-D5288 standardına göre hazırlanmış bir deney düzeneği kurulmuştur. Deneyler standartta belirtilen bozulma koşulları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan deney düzeneğinin toprak ucuna bağlanan bir gerilim bölücü üzerinden elde edilen kaçak akım verileri incelenmiş, her bir durum için harmonik distorsiyondaki değişim yorumlanmıştır. Epoksi reçine içerisindeki MgO katkısı arttırıldıkça örnek yüzeyindeki dayanım artıp, kavitasyonun gerçekleştiği damla sayısı yükselmiştir. Örneklerin harmonik distorsiyonları uygulanan gerilim seviyesi arttıkça beklendiği gibi artmış, fakat katkı oranları bakımından değerlendirildiğinde, katkı oranı arttıkça kuru örneklerde %1 katkı oranı için harmonik distorsiyonu diğer örneklere nazaran daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 120 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde ise katkılı örnekler katkısız örneğe nazaran daha az harmonik distorsiyon cevabı vermiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Elektrik endüstrisinde sıklıkla kullanılan epoksi reçinelerin farklı bileşenler ve değişik konsantrasyonlarda güçlendirilmesi sonrası elektriksel verimliliğinde değişmeler literatürde yapılan farklı katkılar ve yöntemler kullanılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Elektriksel performansın değerlendirilmesinde en sık ve yaygın kullanılan yöntemlerden biri de iz oluşumu deneyleridir. Eğik düzlem yüzeyde iz oluşumu test yöntemi, karşılaştırmalı iz oluşumu, toz-sis testleri bunlardan bazılarıdır [9-11].

Epoksi reçineleri yapışma özelliklerinin çok iyi olması sebebiyle yapı sanayisinde mermer, granit, cam, demir, tahta, vs. malzemeleri birbirine yapıştırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Çabuk katılaşma özelliği sebebiyle montaj, onarım, katkı ve dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Çevresel koşullara karşı yüksek dirence sahip olan epoksi reçinenin mekanik özellikleri de oldukça yüksektir. Epoksi reçineler elastik özellik göstermesi nedeniyle sismik hareketlerden de etkilenmez ve zamanla özelliğini yitirmez. Epoksi reçinenin açık kimyasal formülü Şekil 2.1'de gösterilmiştir [12].



Şekil 2.1: Epoksi reçinenin açık kimyasal formülü [12].

Guastavino ve arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada sikloalifatik epoksi polimerleri doyurucu olarak nanokil ve mikrosilika ile kompozit bir malzeme oluşturmuştur. Oluşturulan kompozit malzeme eğik düzlem testinde Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commision, IEC) IEC 60587 standardına bağlı kalarak elektriksel izlemeye tabi tutulmuştur. Daha az miktarda nanokil ile hazırlanan (ağırlıkça %1.0 ile 2.5) nanoyapılı kompozitin eğik düzlem iz oluşumu testinde, ıslak kirli koşullar altında iz oluşumu ve erozyona karşı daha iyi bir direnç gösterdiğini bulunmuştur [13-14].

Epoksi reçineye ağırlıkça %1, %3, %5 ve %7 oranda nano-MgO partiküllerinin karıştırılmasıyla elde edilen kompozitler DC gerilim altında elektriksel dayanımları test edildiğinde, katkı oranının %0'dan %5'e kadar arttığı kompozitlerde iz oluşumu davranışının arttığı erozyon derinliğinin azaldığı gözlenmiştir. Katkı oranının %5 ve %7 olduğu kompozitlerde ise iz oluşumu davranışı ve erozyon derinliği tersi şekilde değişen bir davranış ortaya koyduğu gözlenmiştir [15-16].

Du ve arkadaşları, epoksi malzemesinin dayanımını arttırma açısından ağırlıkça %1, %3, %5, ve %7 oranında epoksi/TiO_2 nanokompoziti çalışmalarında kullanmıştır. Elde edilen bu epoksi/TiO_2 kompozitlere DC voltajı uygulanarak iz oluşumu deneyi uygulanmıştır. Elde edilen

sonuçlar, ağırlıkça %0 ila %5 konsantrasyona sahip kompozitlerde iz oluşumu davranışı ve erozyon oluşumu kademeli olarak düşüş gösterirken, %5 ve %7 konsantrasyonlarda tam tersi değişiklikler göstermiştir [17-18].

Epoksi yalıtkanlarının üzerindeki nem etkisini inceleyen çalışmada, elektrik gerilimi altında, kaçak akım ve örnek sıcaklığının, emilen su miktarına bağlılık gözlendiği görülmüştür. Su emme seviyesinin bir fonksiyonu olarak trihidratlı alümina ve silika yüklü epoksi yalıtkanlarının elektriksel davranışı üzerine yapılan çalışmalarda; su emme oranı, numunenin pürüzlülüğünden bağımsız, ancak kullanılan dolgu türünden etkilendiği gözlenmiştir. Nem seviyesinin yükselmesi ile birlikte silis dolgulu numunelerde kaçak akımın arttığı görülmüş. Trihidrat alüminalı malzemelerde elektriksel özelliklerin suya daha az duyarlı hale geldiği gözlenmiştir [19-20].

Lee ve arkadaşları, epoksi reçineye ağırlıkça %50 oranda SiO_2 katkılayarak termal özellikler ve termal stabilite bakımından araştırmalar yapmıştır. Epoksi reçinenin termal iletkenliği metal ve seramikten daha düşük olduğu için elektrik ve elektronikte kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir [21-22].

Huang ve arkadaşları, silika epoksi nanokompoziti oluşturarak, kompozitlerin morfolojisini ve elektriksel etkisini incelemişlerdir. Silika nanopartiküllerin yüzey işlemi için silan birleşme maddesi olarak (3-Glisidoksipropil) metal-etoksi silan kullanmıştır. Bu sayede dielektrik dayanımı arttırmayı mümkün kılmışlar ve nanokompozitlerin dielektrik kaybını azaltmayı başarabilen bir yaklaşım sağlamışlardır [23-24].

Sarathi ve arkadaşları, epoksi/nano kil kompoziti ile yaptığı iz oluşumu testi sırasında kil miktarı arttırıldıkça kaçak akım akışının büyüklüğünde bir azalma olduğunu gözlemlemiştir. Kaçak akımın büyüklüğünün, pozitif DC / AC voltajı ile karşılaştırıldığında, negatif DC voltajı altında daha fazla olduğu yine bul çalışmada gözlemlenmiştir. Ağırlıkça %5 e kadar olan nano-kilin dağılmış bir yapıya yol açtığını göstermişlerdir [25-26].

Du ve arkadaşları, nano boyutta Al_2O_3'ün silikon kauçuk kompozitlerin iz oluşumu hatası incelemesi yaptığında, ağırlıkça %0.25, 0.5, 1, 1.5, 3 oranlarda elde edilen numunelere 0kV-50kV AC gerilimi uygulamıştır. Kompozitte oluşan ağırlık kaybı, erozyon derinliği ve kaçak akım incelendiğinde; kompozitteki katkı ağırlık oranının artmasıyla birlikte, önce ağırlık kaybı

ve erozyon derinliği artmış, katkı oranının belirli bir değerinden sonra azaldığı gözlenmiştir [27-28].

Singha ve arkadaşları, epoksi yalıtkanının TiO_2 ve Al_2O_3 katkılı nanokompozitleri, AC dielektrik dayanımını incelemiş, ağırlıkça %5 ve %10 katkılı numuneler hazırlanmıştır. Bu numuneler ile yapılan deneyler sonucunda iki nanokompozit sistemin dielektrik dayanımı karşılaştırıldığında, aynı dolgu maddesi konsantrasyonu için, TiO_2 dolgulu sistemin dielektrik dayanımının Al_2O_3 dolgulu sistemdekinden daha düşük olduğu gözlenmiştir [29-30].

3. MALZEME VE YÖNTEM

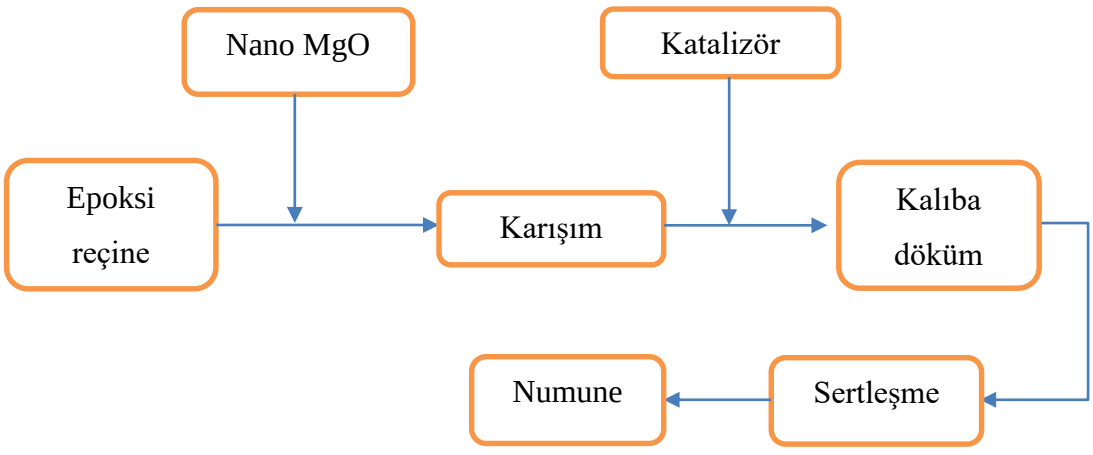
3.1. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Bu tez çalışmasında epoksi reçine örnekler 12 cm x 5 cm x 0.5 cm ölçülerinde hazırlanmıştır. Önce numune boyutlarına uygun silikon kalıp tasarlanmıştır. Kalıp için silikon tercih edilmesinin nedeni, epoksi reçinenin silikondan kolay ayrılabilmesidir.

Deneylerde kullanılan epoksi reçine; Uçucu içermeyen epoksi reçine esaslı iki bileşenli, reaksiyon kurumalı epoksi reçinedir. Örneklerin hazırlanmasında, reçine ağırlıkça oranı 1,6 birim ve sertleştirici ağırlıkça oranı 1 birim olarak karıştırıldıktan sonra ön reaksiyon için 5-10 dakika beklenmiş, daha sonra silikon kalıp içine uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında epoksi/MgO kompozitlerini oluşturmak için ticari olarak satılan Nanografi Nano Technology ürünü %98, 20 nm MgO kullanılmıştır. Nano MgO iyi bir elektriksel yalıtkanlık özelliği gösteren malzemedir. Elektronik alanında nano MgO radyo endüstrisinde yüksek hassasiyette manyetik çubuk anten, yalıtkan malzeme dolgusu ve manyetik malzeme dolgusunda kullanılır. İz oluşumu deneylerinde nano MgO etkisini görmek için ağırlıkça %1, %3 ve %5 oranında nano MgO/epoksi kompoziti oluşturulmuştur.

Bu çalışmada epoksi reçinelerin hazırlanma adımları Şekil 3.1'deki şemada verildiği üzere gerçekleştirilmiştir. İlk olarak katkısız epoksi reçinelerimize nano boyutlarda MgO parçacıkları katkılanmıştır. Oluşan karışıma daha sonra katalizör eklenmiş, 15 dakika beklendikten sonra kalıplama işlemi yapılmıştır. 18 saat süre ile kalıplarda bekleyen örnekler sertleştikten sonra yüzeyleri göz ile muayene ile değerlendirilmiş, uygun örnekler deneylerde kullanılmıştır.



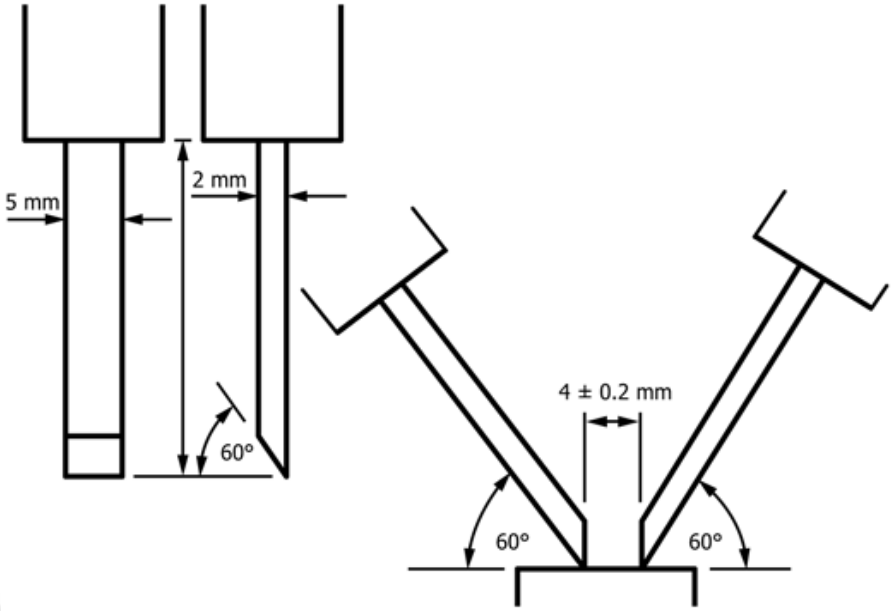
Şekil 3.1: Numune hazırlanırken gerçekleştirilen adımların şeması.

Laboratuvar ortamında hazırlanan örneklere çevresel faktörlerin etkisinin değerlendirilmesi kapsamında her bir örnek 24 saat, 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf su içerisinde bekletilmiştir. Saf suyun, epoksi reçine ve epoksi/MgO kompozitlere etkisi malzemelerin ilk ve son ağırlıkları ölçülerek, nem tutma seviyelerinin katkı oranı ile değişimi ayrıca değerlendirilmiştir. Saf su ile yaşlandırılan tüm örnekler 20°C de laboratuvar ortamında 30x40 cm ebatlarında cam bir kap içerisinde 10 cm derinlikte bekletilmiştir.

3.2. DENEY DÜZENEĞİ

ASTM-D5288 standardının 2017 yılında revize edilmiş versiyonu, deney düzeneğinin hazırlanmasında temel alınmıştır. Bu standart düşük gerilimlerden, 600 V'a kadar yalıtım malzemelerinin iz oluşumu performansını değerlendirmede kullanılan bir standarttır. ASTM-D5288, ilk olarak 1959 yılında yayınlanmış, pek çok kez revize edilmiştir. Bu yöntemde temel amaç karşılaştırmalı iz oluşumu performansını sıvı kirleticiler altında değerlendirmektir.

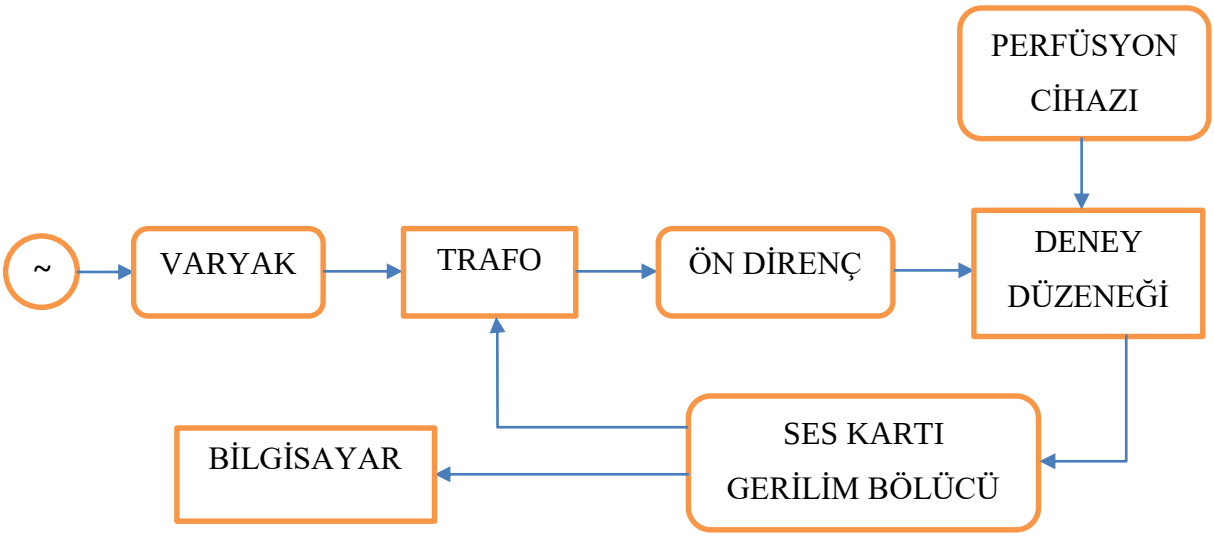
Bu deney standardında elektrik yalıtım malzemesi örneğinin yüzeyi, her 30 saniyede bir iki bakır elektrot arasına düşen sulu bir kirletici maddeden (elektrolit) kaynaklanan düşük bir akımla birlikte düşük voltajlı alternatif bir gerilime maruz kalır. Bu elektrotlara uygulanan gerilim, aralarındaki akım akışı önceden belirlenmiş bir değeri geçinceye kadar korunur. Elektrotlar arasında akacak olan akım, kısa devrede 1 A ile sınırlandırılmalıdır. Bakır elektrotlar, 5 x 2 mm ölçülerde, en az 20 mm uygun montaj uçlarından uzanan dikdörtgen kesitli elektrolitik bakırdır. Elektrotlar araları 60˚ olacak şekilde simetrik olarak, yani normal ile yaptıkları açı 30˚ olacak şekilde numune üzerine yerleştirilir. Deney düzeneğinde kullanılan elektrotlar ve elektrotların yerleştirme düzeni Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2: Elektrotlar ve yerleştirme düzeni [31].

Bu tez çalışması kapsamında hazırlanmış örnekler 400V, 500V ve 600V gerilim seviyelerinde test edilmiştir. Böylece uygulanan gerilim seviyesi ile iz oluşumu davranışı arasındaki ilişki gözlenmiştir. 50 damla elektrolit uygulaması ile iz oluşumu davranışı değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Yüksek Gerilim Laboratuvarında ASTM-D5288 standardına uygun bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Düzeneğe ait şema Şekil 3.3'te verilmiştir.

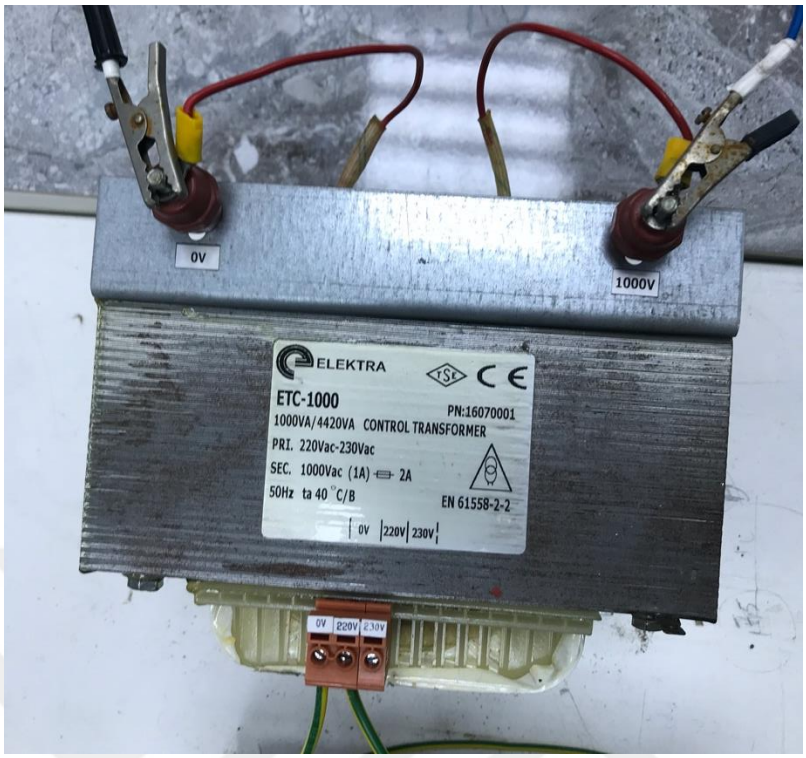


Şekil 3.3: Deney düzeneğinin şematik olarak gösterimi.

Deneylerde gerilimi ayarlamada kullanılan varyak Şekil 3.4'te, transformatör Şekil 3.5'te ve öndirençlerin fotoğrafı Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.4: Deney düzeneğinde kullanılmış olan varyakın fotoğrafı.



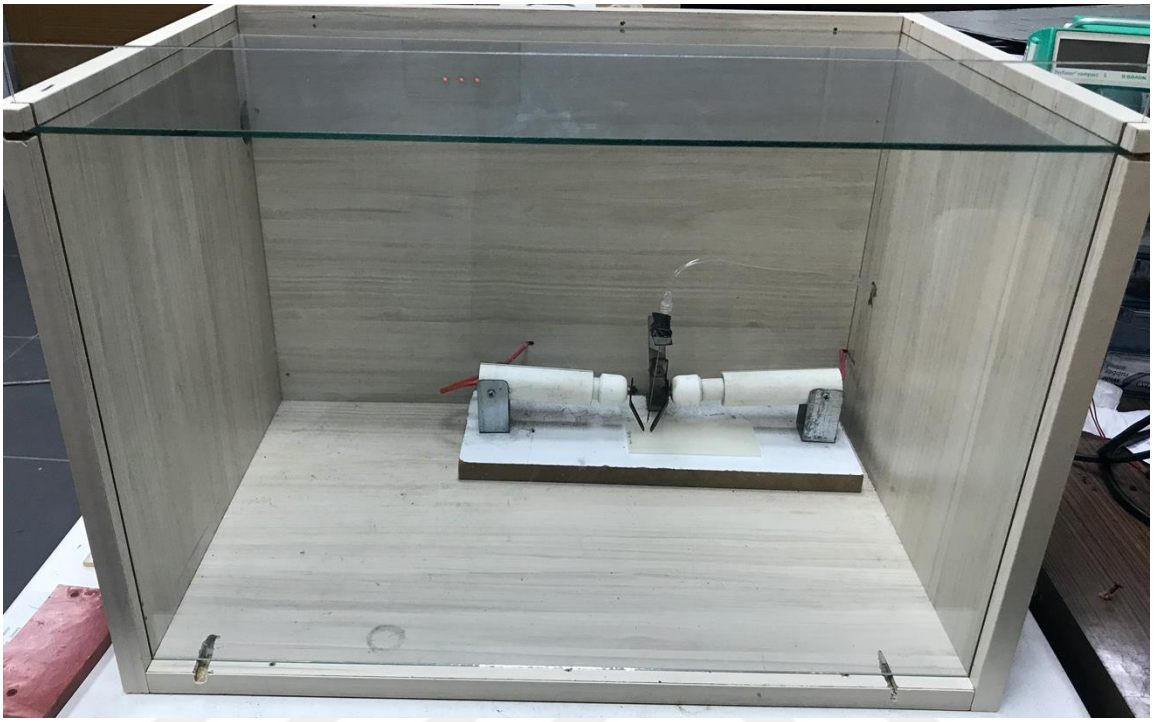
Şekil 3.5: Deney düzeneğinde kullanılmış olan transformatörün fotoğrafı.



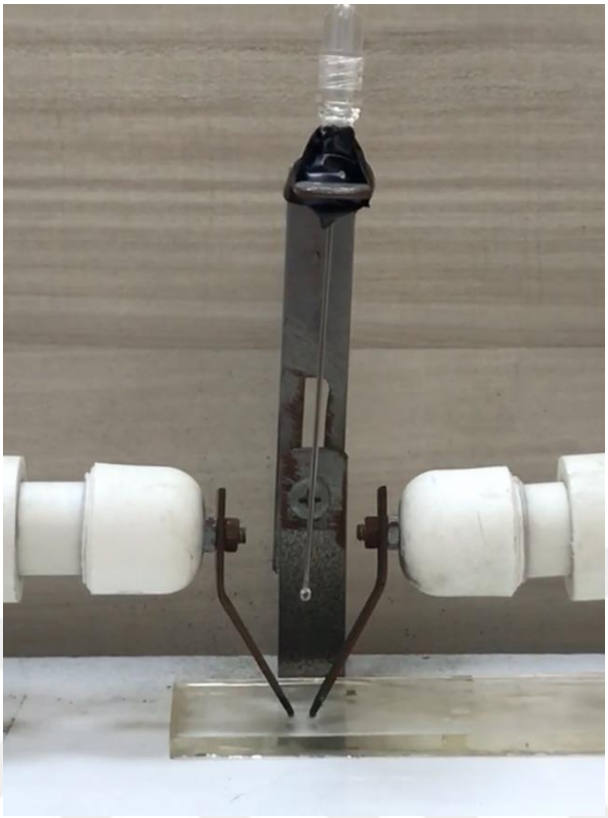
Şekil 3.6: Deney düzeneğinde kullanılmış olan CTI deney düzeneği öncesi öndirençlerin fotoğrafı.

Deneyler standartta belirtilen elektrotlar kullanılarak Şekil 3.7'de verilen fotoğrafta görüldüğü gibi, dört yüzü ahşap, iki yüzü deneyi gözlemleyebilmek için cam şeklinde hazırlanmış bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Böylece olası hava sirkülasyonu ve diğer çevresel parametreler

izole edilmeye çalışılmıştır. Şekil 3.8'de elektrotlar, su damlası ve yalıtkanın deney düzeneğindeki konumlarını gösteren fotoğraf verilmiştir.

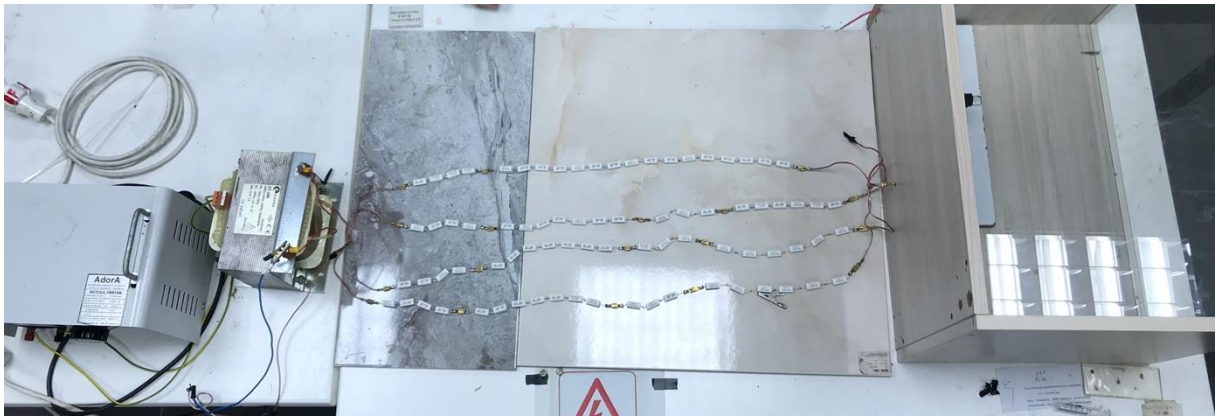


Şekil 3.7: Deneyde kullanılmış olan CTI düzeneğini muhafaza eden kabın fotoğrafı.



Şekil 3.8: CTI deney düzeneğinin fotoğrafı.

Deney düzeneğinin üstten fotoğrafı Şekil 3.8'de toplu olarak verilmiştir. Deneyler sırasında kullanılan kirletici sıvı %0.1 NH_4Cl içeren bir su karışımıdır. Bu karışım hazırlanırken 1 litre saf su içerisine %0.1 derişim sağlamak için 1 gr. amonyum klorür (NH_4Cl) çözeltisi eklenmiştir. Bu karışım Şekil 3.10'da fotoğrafı verilen bir perfüzör yardımı ile her damla için aynı hacim ve uygun aralıklarla damlatılmıştır. ASTM D5288 standardına göre damlalar perfüzör yardımı ile 30 ± 5 sn aralıklarla numune yüzeyine düşürülmüştür.



Şekil 3.9: Deney düzeneğinin üstten fotoğrafı.



Şekil 3.10 Deneyde numune yüzeyine su damlatma için kullanılan perfüzör cihazı fotoğrafı.

Deneyler gerçekleştirilirken dikkat edilmesi gereken adımlar aşağıda özetlenmiştir.

- Deney ortamı 20 ± 5˚ C sıcaklıkta ve cereyansız olmalıdır.
- Elektrotları numune üzerine, numune yüzeyi ile 60˚ açı yapacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Elektrotlar arası mesafe 4 ± 0.2 mm olmalıdır.
- Deneyde kullanılan kirletici sıvı (elektrolit), numune üzerine 30 ± 5 sn ile damlatılmalıdır.
- Elektrotlar arasında oluşan akım 1 A'i geçmemelidir.

- Deneyler 600 V gerilim seviyesinin üzerinde yapılmamalıdır. Daha yüksek gerilimlerin kullanılması, numunenin yüzeyinde deşarjlara ve bunun sonucunda hatalı sonuçlara neden olur.

3.3 YÖNTEM

Enerji sistemlerinde güç kalitesi analizlerinde harmoniklerin incelenmesi çok sık başvurulan bir yöntemdir. Bu şekilde elektrik sinyali üzerindeki bozucu işaretlerin frekans dağılımı elde edilir. Yüksek kaliteli bir alternatif akımın temel özelliği temiz ve pürüzsüz bir sinüzoidal formda olmasıdır. Bununla birlikte, sistemlerde doğrusal olmayan bileşenler temiz ve pürüzsüz sinüzoidal dalgalarda bozulmalara neden olur. Harmonik akım bileşenleri doğrusal olmayan yüklerden oluşur [32].

Harmonikler 50, 150, 250, 350 Hz. vb frekanslardadır. 50 Hz bileşenine temel bileşen denir. Üçüncü harmonik bileşen 150 Hz, beşinci harmonik bileşen 250 Hz, yedinci harmonik bileşen 350 Hz, dokuzuncu harmonik bileşen 450 Hz ve on birinci harmonik bileşen ise 550Hz bileşenidir. Harmonik distorsiyon harmonik bileşenin temel harmonik bileşene oranı ile hesaplanır, yüzde cinsinden ifade edilir. Bu çalışmada harmonik distorsiyon analizini 11. harmonik derecesine kadar inceleyeceğiz.

4. BULGULAR

4.1. EPOKSİ KARŞILAŞTIRMALI İZ OLUŞUMU DENEYLERİ

4.1.1. 400 V Gerilim Seviyesi

4.1.1.1. Epoksi Reçine

Katkı yapılmamış epoksi reçinelerin 400V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 400V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) epoksi reçine örneklere ait Şekil 4.1'de verilmiştir.

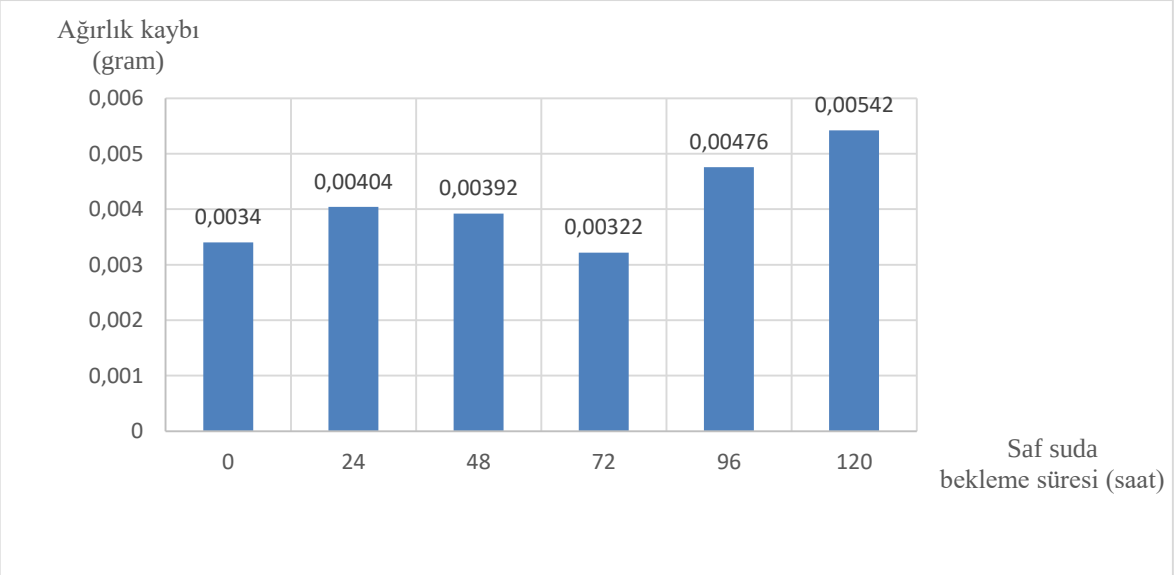


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.1: 400 V gerilim uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine.

Tablo 4.1'de 400V gerilim seviyesi için epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.1: Epoksi reçine 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.2'de epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.3'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.2'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.4'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.5'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Şekil 4.6'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.7'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.4'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.8'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.9'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

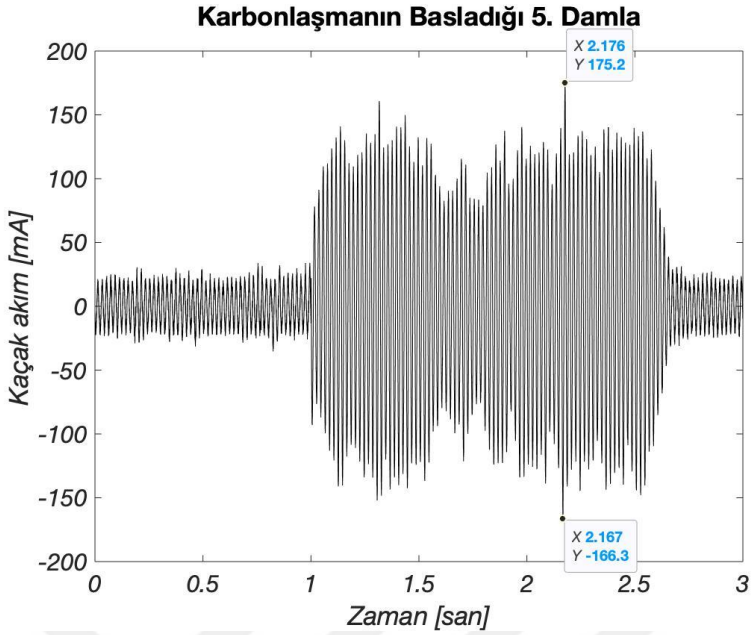
Şekil 4.10'da 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.11'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.6'da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım

grafiği şekil 4.12'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.13'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.7'de verilmiştir.

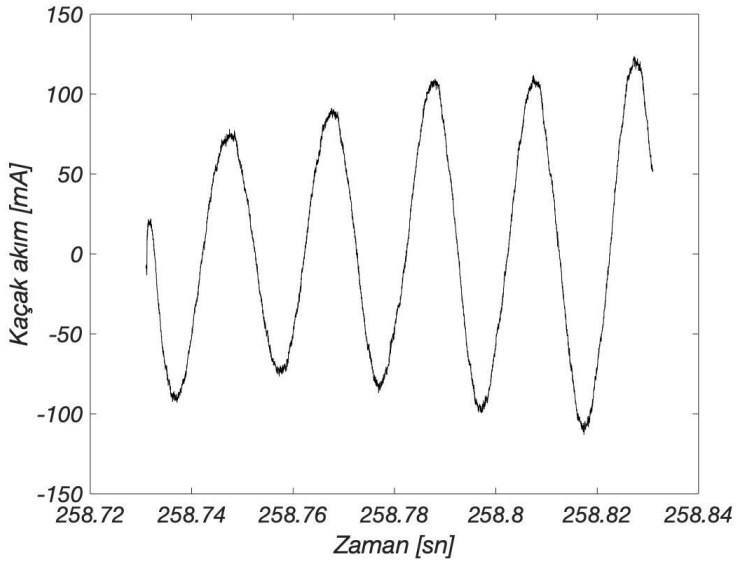
Şekil 4.14'de 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.15'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.8'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.16'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.17'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Şekil 4.18'de 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.19'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.10'da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.20'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.21'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.11'de verilmiştir.

Şekil 4.22'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.23'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.12'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.24'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.25'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir.



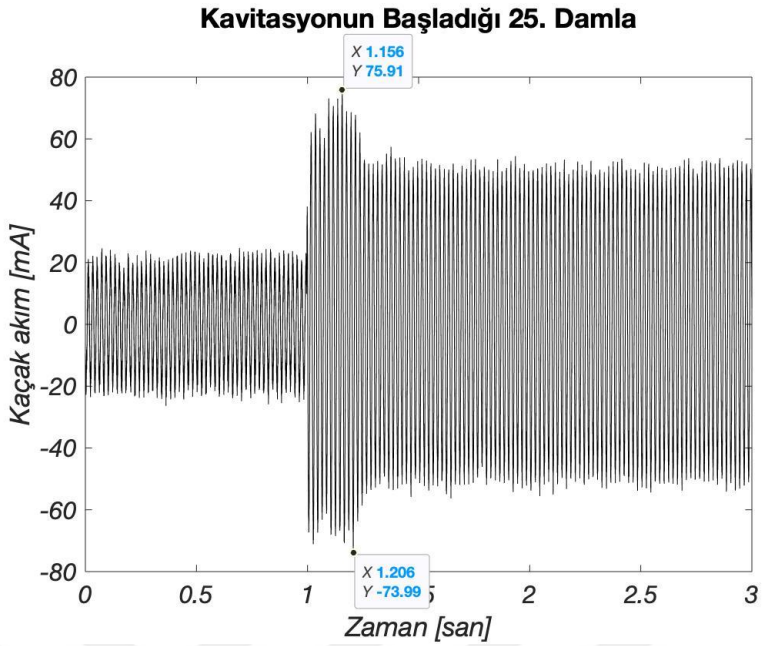
Şekil 4.2: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği.



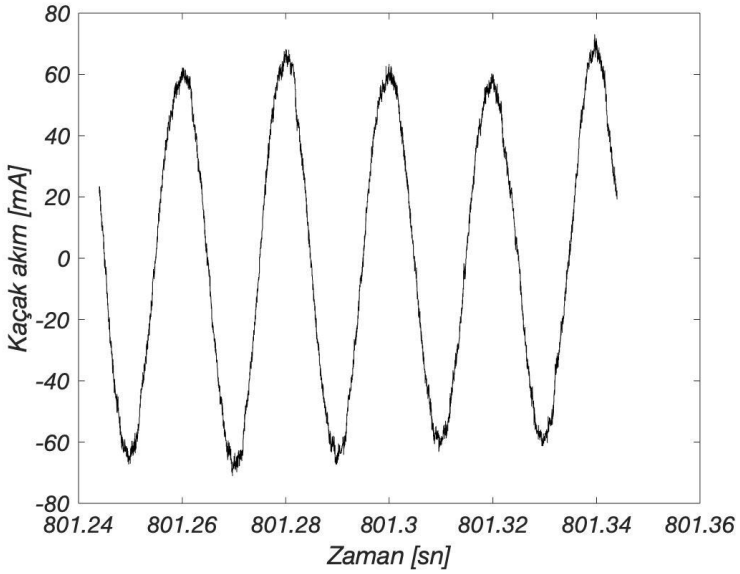
Şekil 4.3: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın harmonik distorsiyonunun hesaplandığı 100ms'lik kaçak akım grafiği.

Tablo 4.2: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için harmoniklerin oluştuğu ortalama HD değerleri.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,08350325	1,73258426	1,07184945	0,85340583	0,62928115



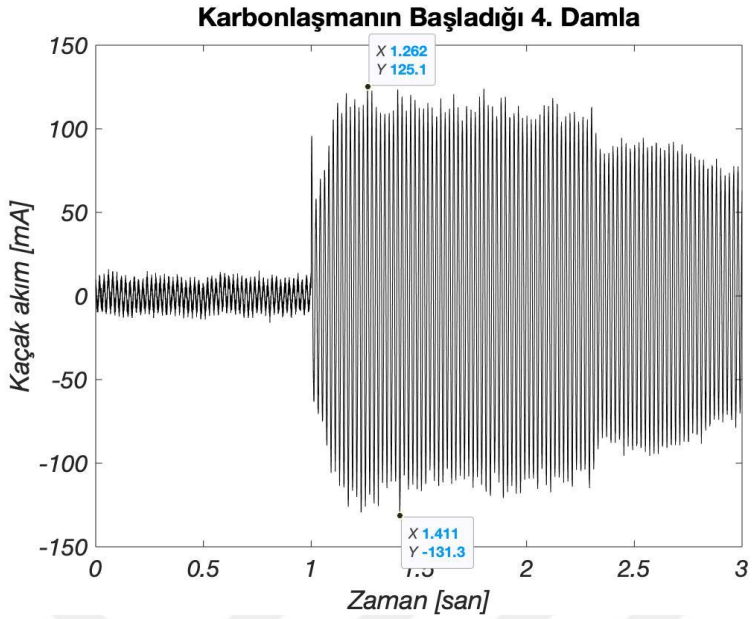
Şekil 4.4: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



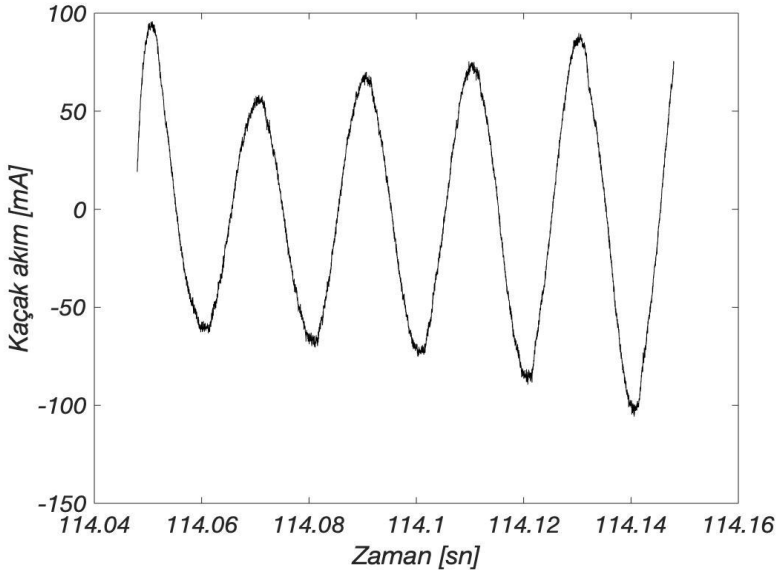
Şekil 4.5: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.3: Epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,11397358	1,79460051	1,15839058	1,0486643	0,75922485



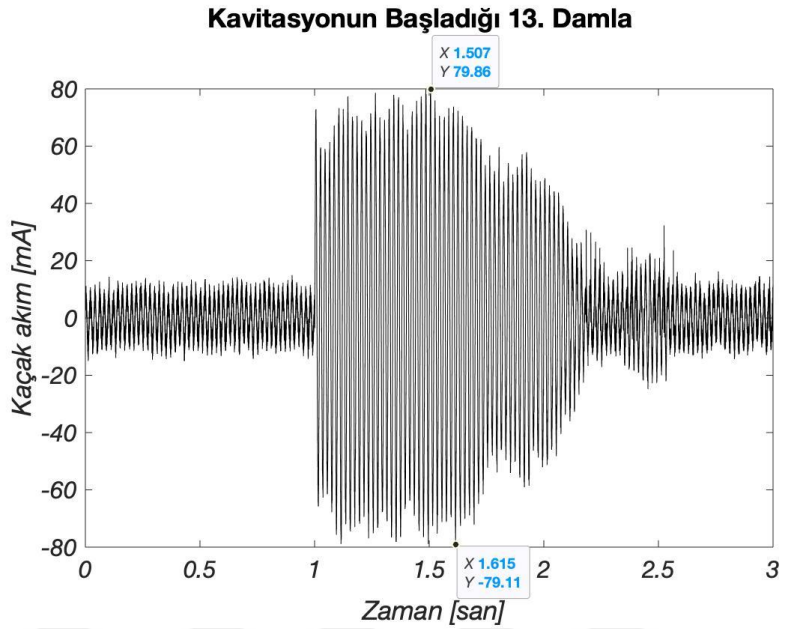
Şekil 4.6: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



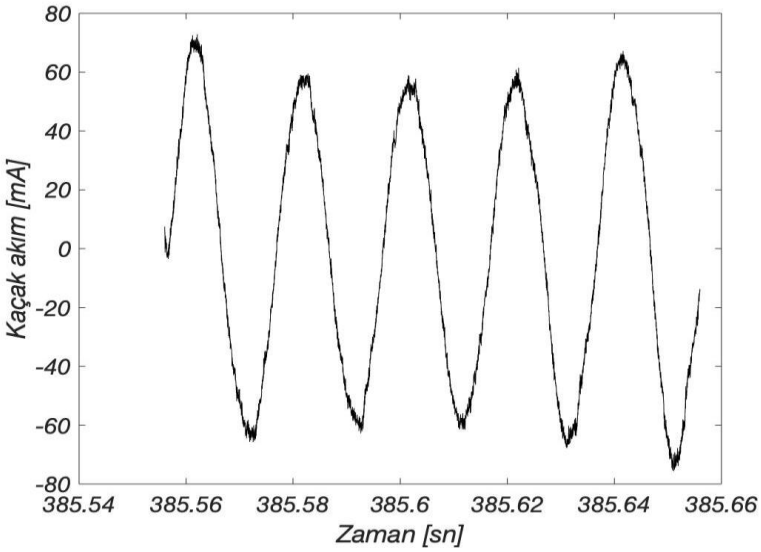
Şekil 4.7: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.4: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,35588279	1,54628351	0,89944406	0,93301226	0,50812151



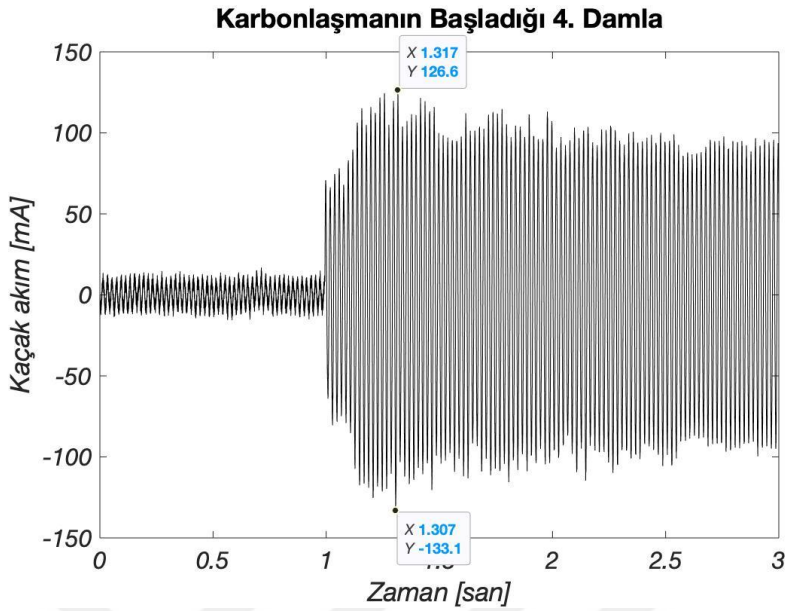
Şekil 4.8: 24 sat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



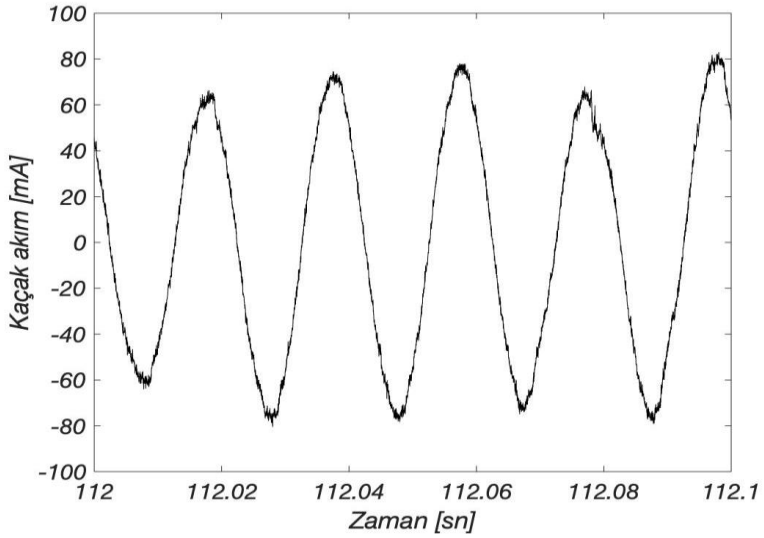
Şekil 4.9: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.5: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,72248064	2,30931587	1,24390308	1,19474313	0,83728176



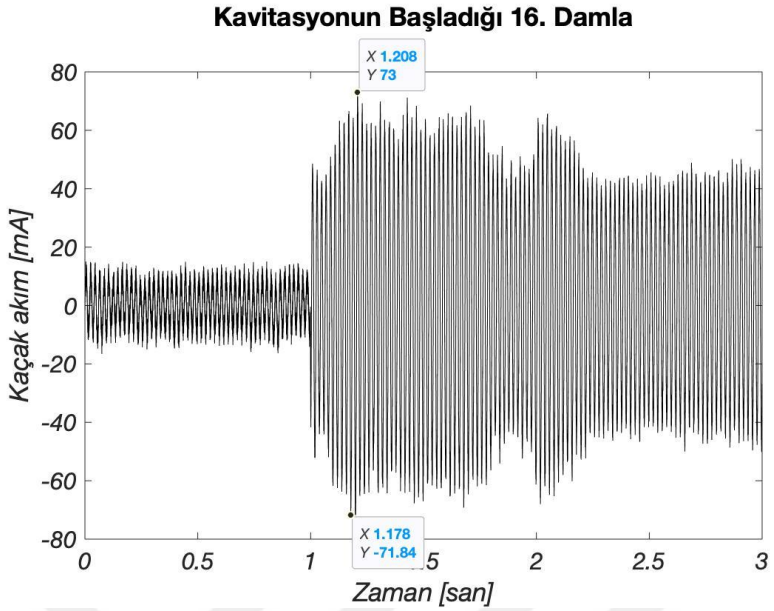
Şekil 4.10: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



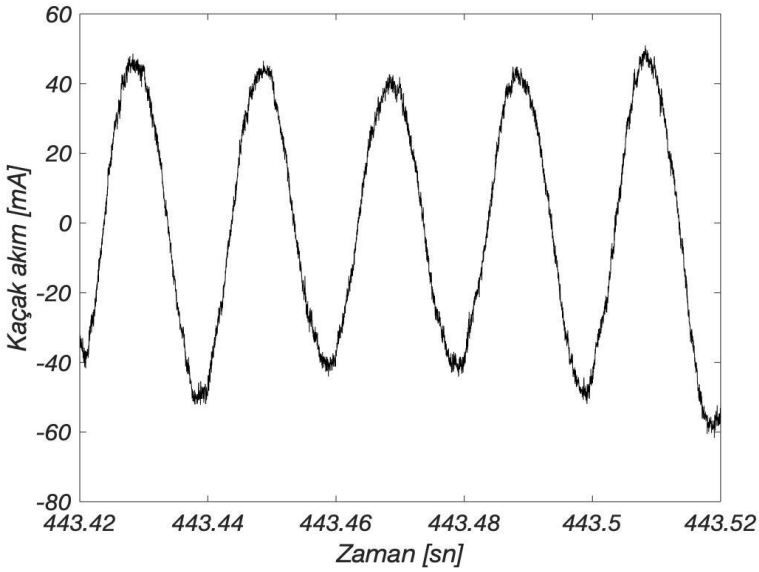
Şekil 4.11: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.6: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,35179397	1,70065916	0,89785601	0,68754399	0,62874138



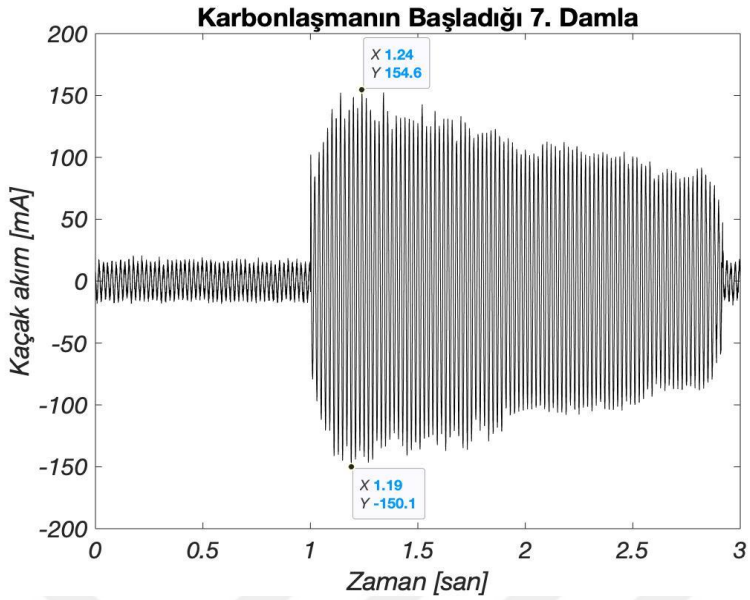
Şekil 4.12: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



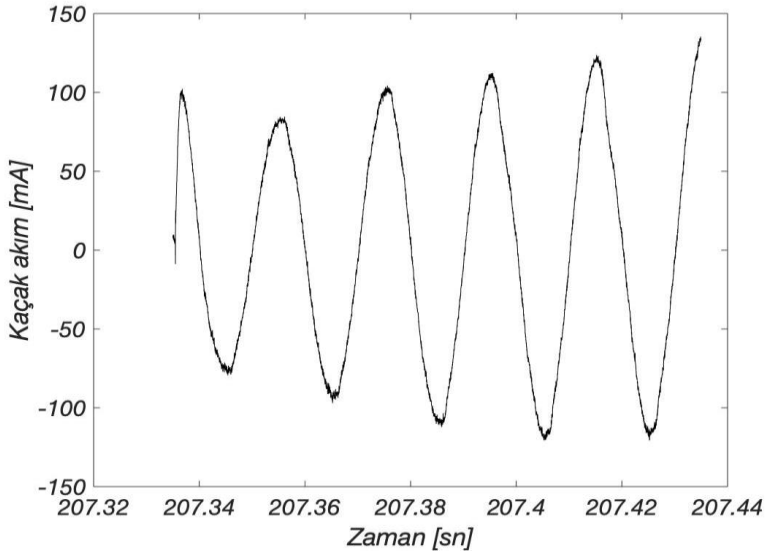
Şekil 4.13: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.7 : 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,2659363	1,91226276	1,32984771	1,01962526	0,55768236



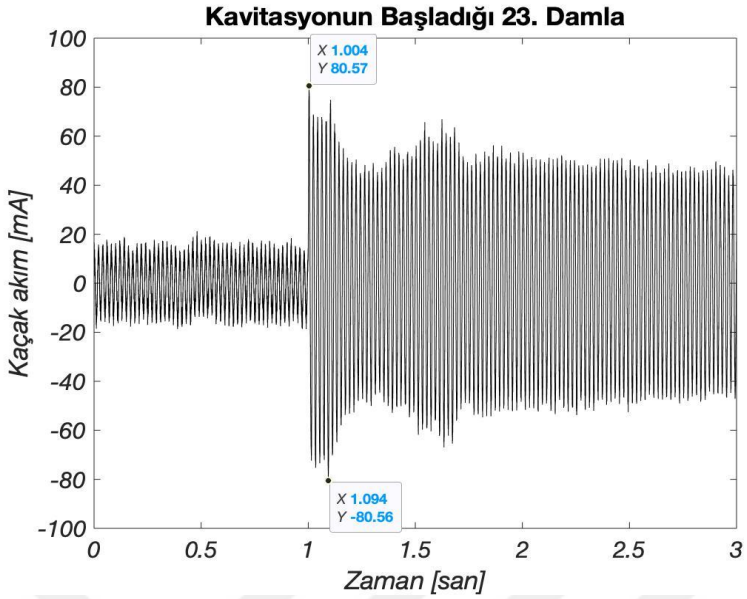
Şekil 4.14: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



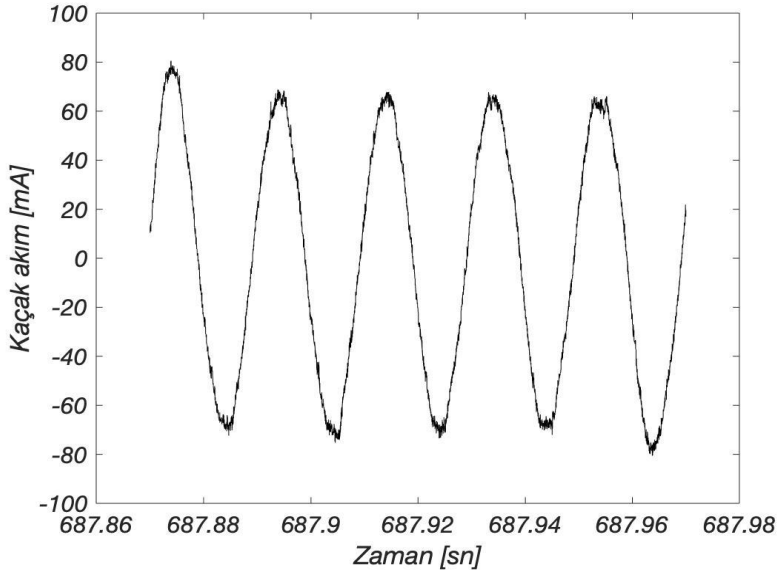
Şekil 4.15: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.8: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,67442316	1,65667138	0,99705066	0,76257805	0,48480388



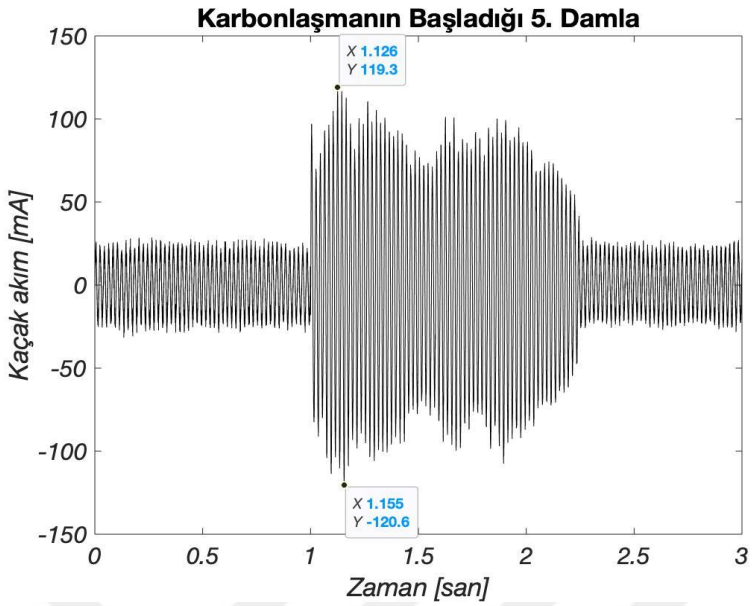
Şekil 4.16: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



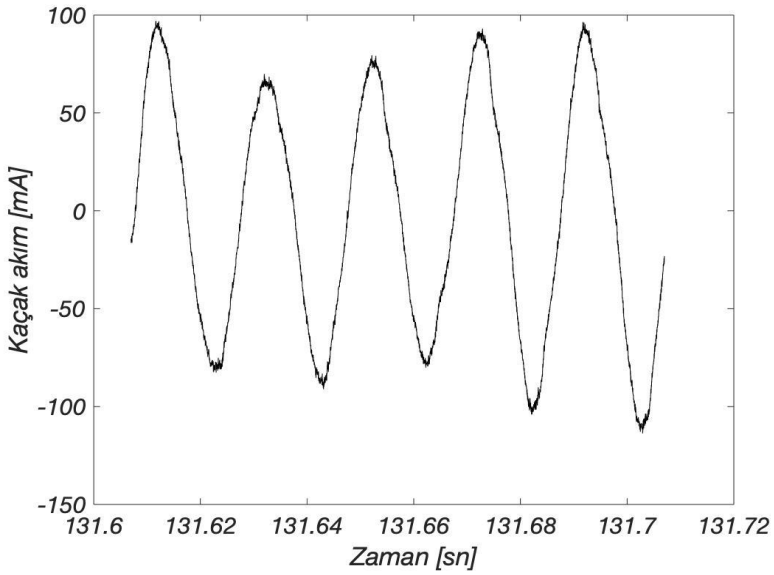
Şekil 4.17: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.9: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,40354963	1,704026	1,44413859	1,02829371	0,5346577



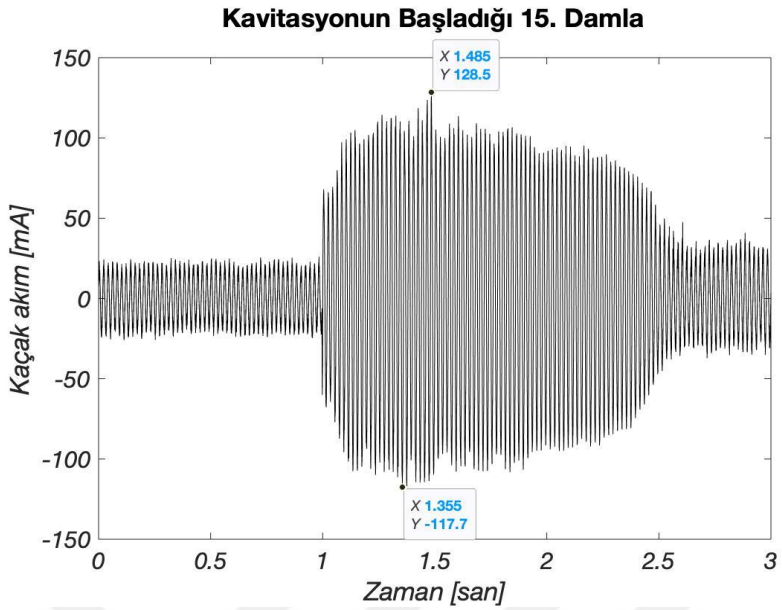
Şekil 4.18: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



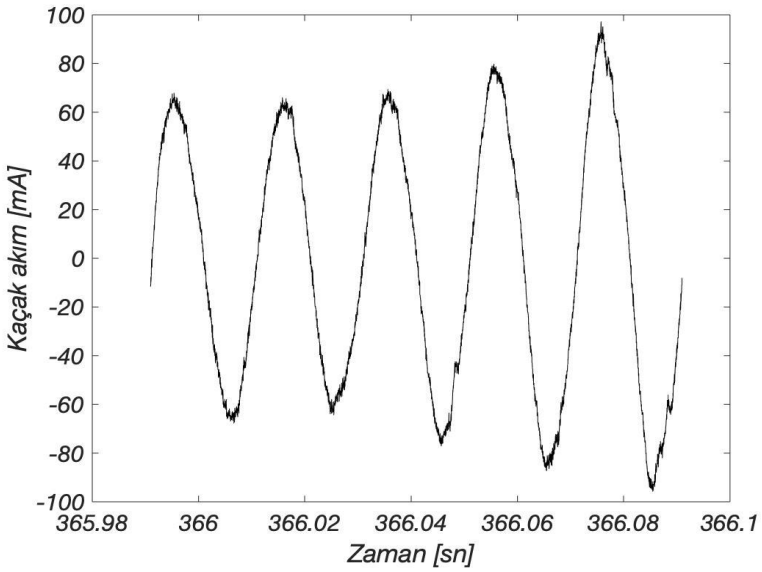
Şekil 4.19: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşma damlasının 100ms.

Tablo 4.10: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,28503182	2,31112299	1,13626873	1,22813904	0,53560392



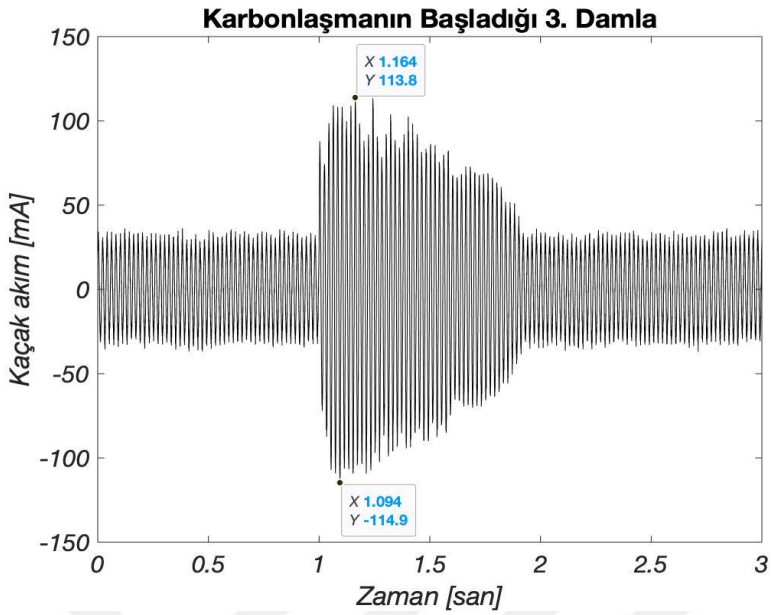
Şekil 4.20: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



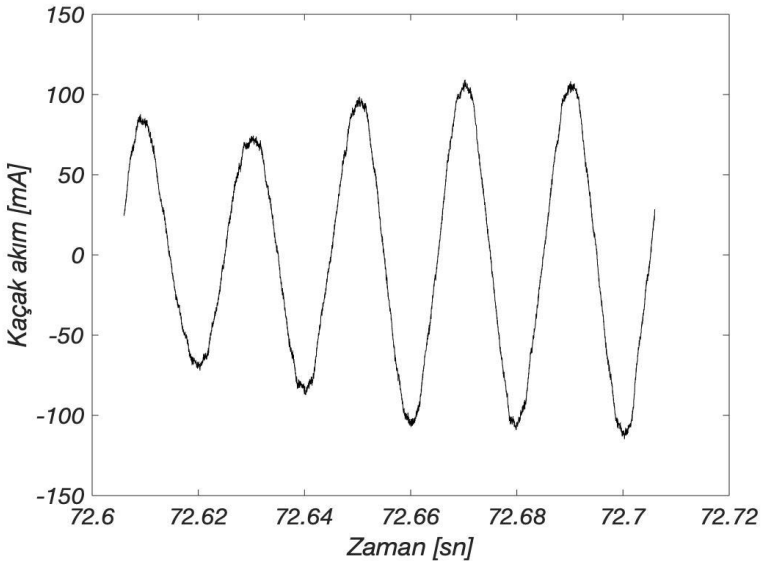
Şekil 4.21: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.11: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,87937773	1,9108594	1,67456944	1,18837988	0,71204269



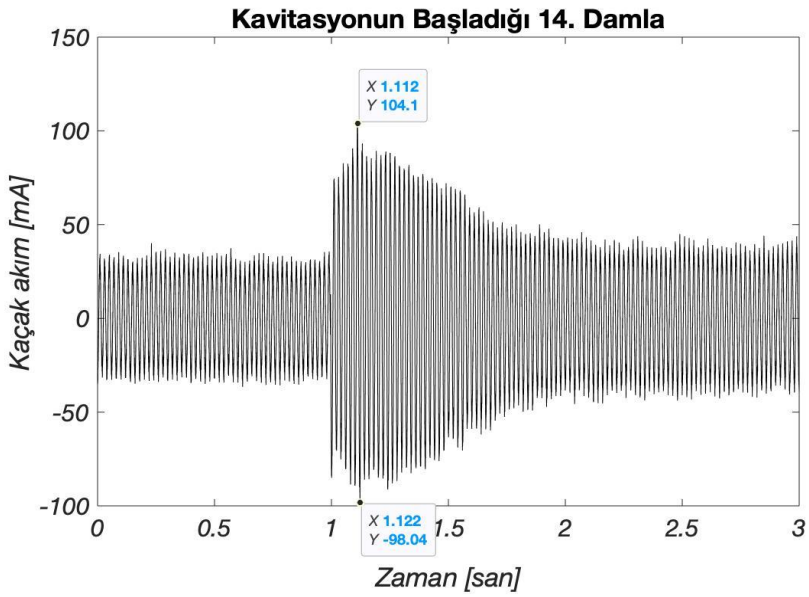
Şekil 4.22: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



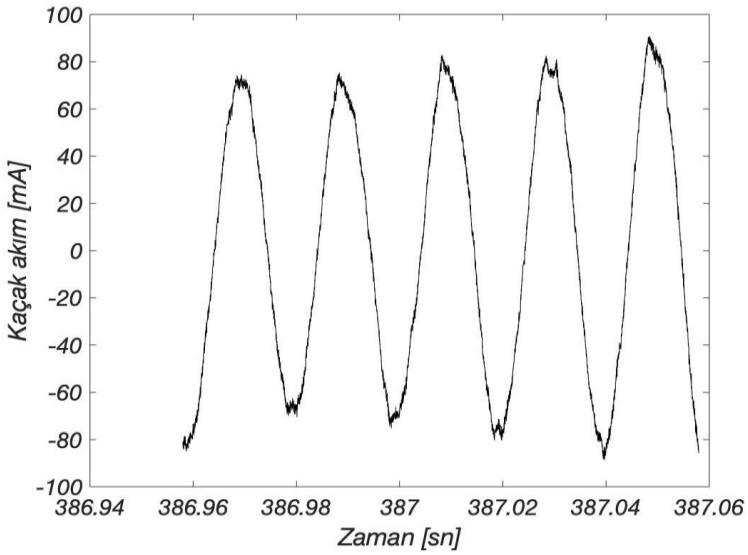
Şekil 4.23: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.12: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,59367971	1,8661791	1,43947858	1,27673851	0,75898885



Şekil 4.24: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



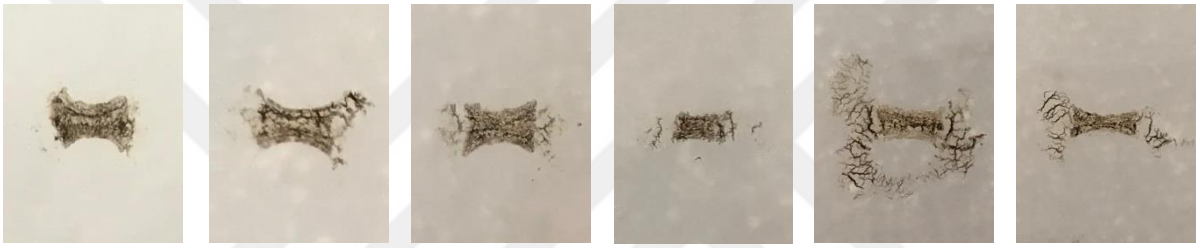
Şekil 4.25: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.13: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,15550284	1,93658723	1,40178653	1,30506829	0,91800206

4.1.1.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti

%1 MgO katkılanmış epoksi reçinelerin 400V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 400V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %1 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.26'de verilmiştir.

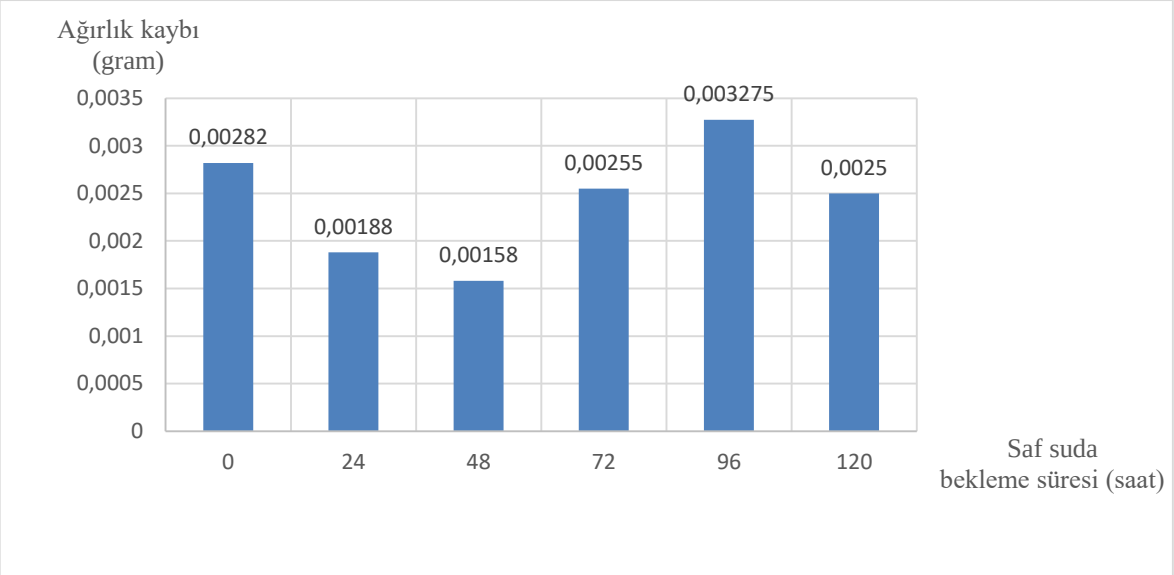


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.26: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi.

Tablo 4.14'te 400V gerilim seviyesi için %1 MgO/Epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.14: %1 MgO/Epoksi 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu



Şekil 4.27'de %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.28'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.15'te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.29'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.30'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Şekil 4.31'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.32'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.17'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.33'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.34'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.18'de verilmiştir.

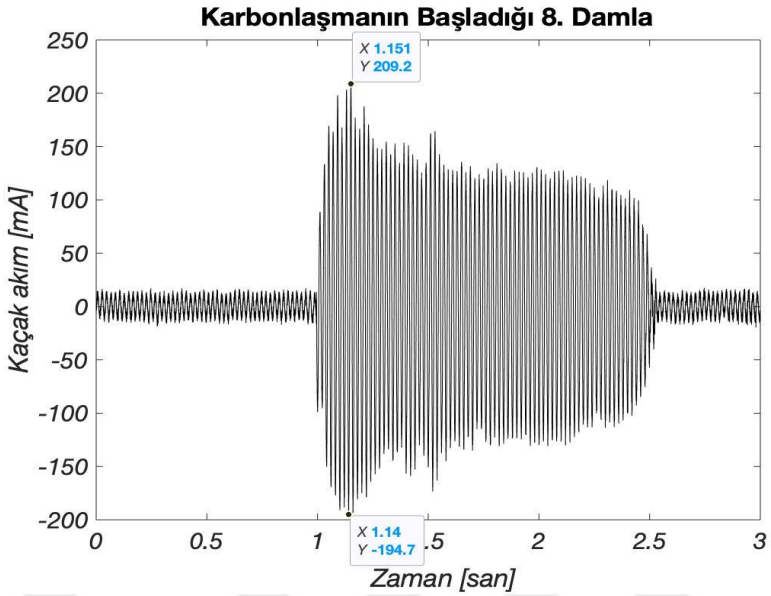
Şekil 4.35'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.36'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo

4.19’da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.37’de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.38’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.20’de verilmiştir.

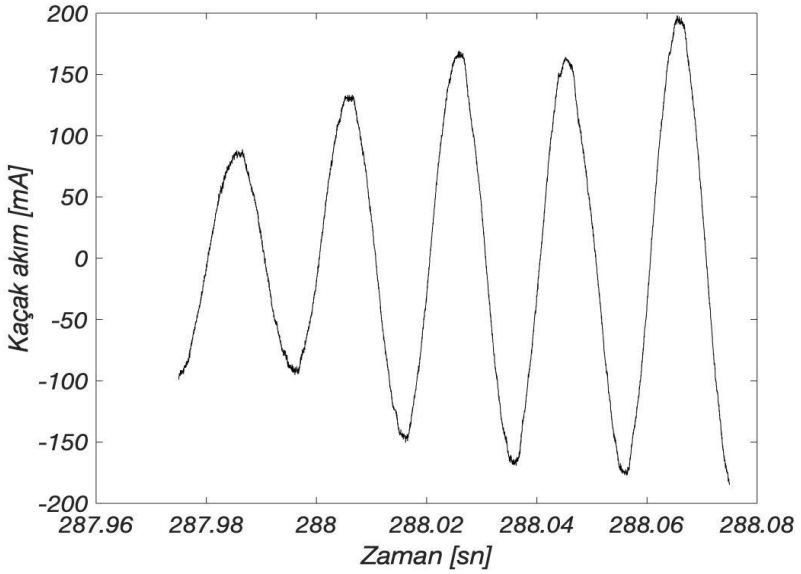
Şekil 4.39’da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.40’da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.21’de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.41’de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.42’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.22’de verilmiştir.

Şekil 4.43’te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.44’te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.23’te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.45’te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.46’da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.24’te verilmiştir.

Şekil 4.47’de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.48’de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.25’te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.49’da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.50’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.26’da verilmiştir.



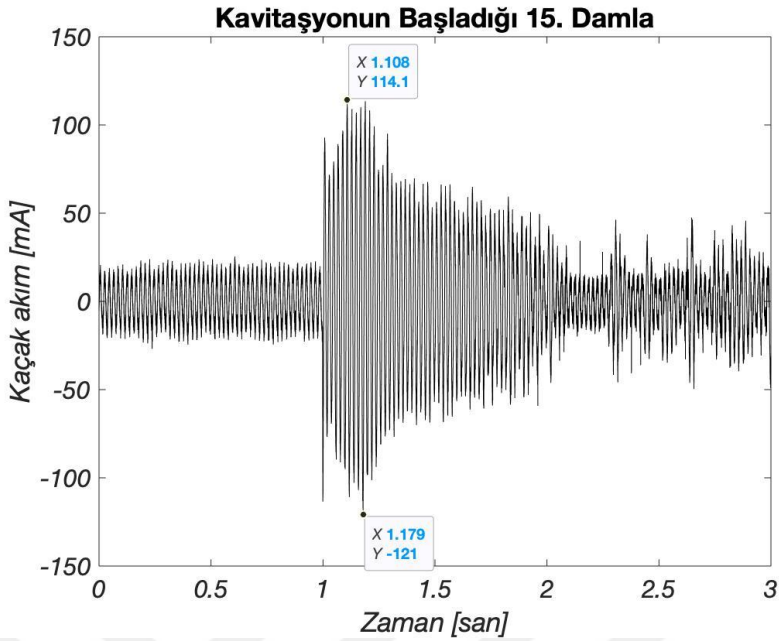
Şekil 4.27: %1 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



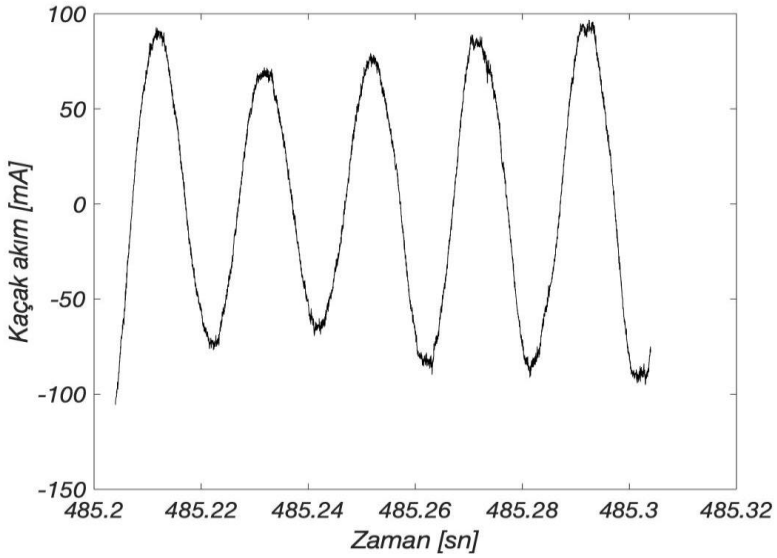
Şekil 4.28: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.15: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,96935029	1,68688772	0,77725484	0,67494154	0,54298301



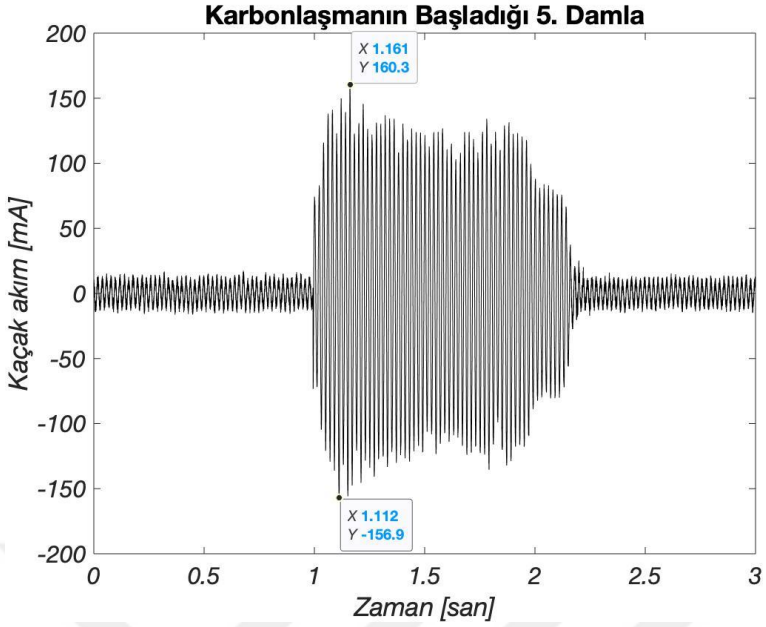
Şekil 4.29: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



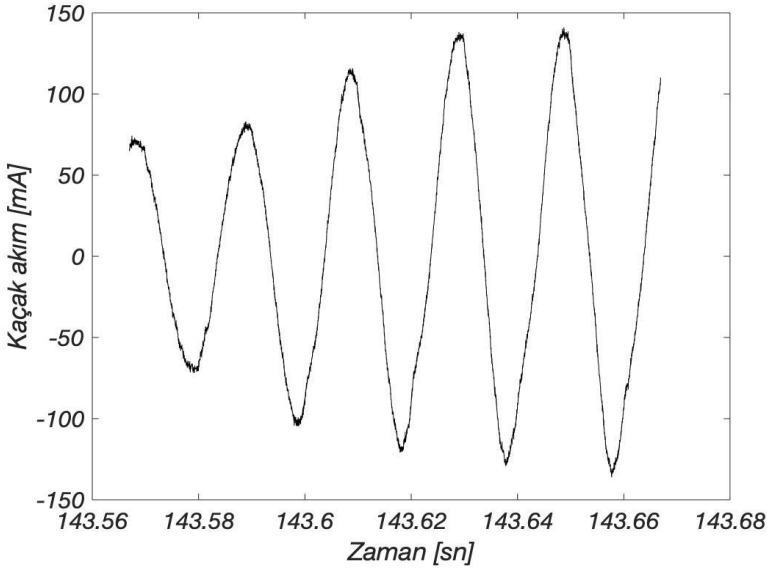
Şekil 4.30: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.16: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyon başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,1392443	2,3786002	1,55842909	1,18510045	0,96839865



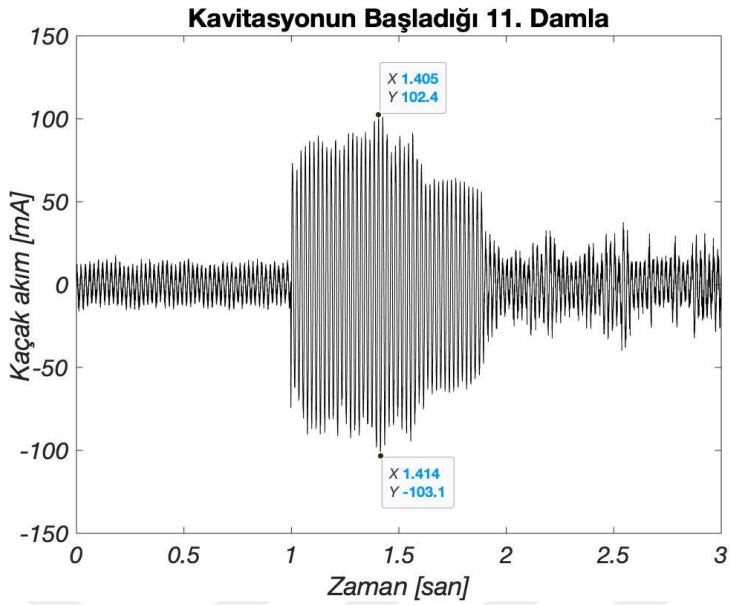
Şekil 4.31: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



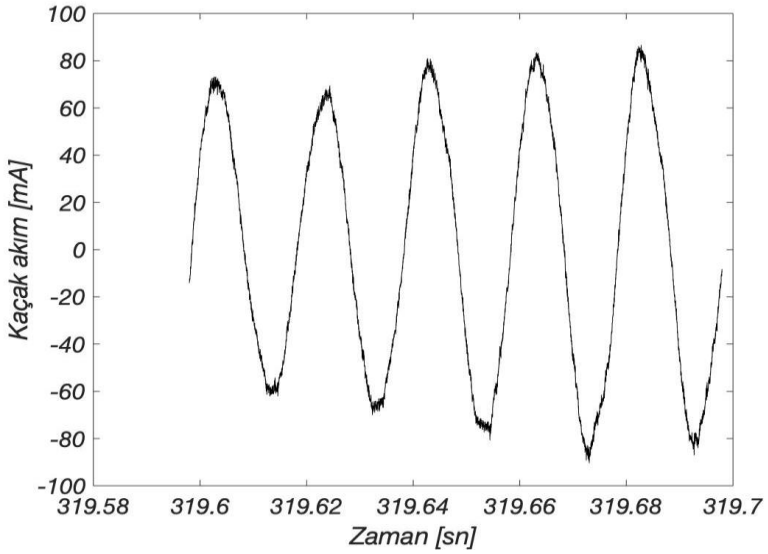
Şekil 4.32: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.17: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,78265828	1,47391139	0,85820808	0,75395022	0,46587908



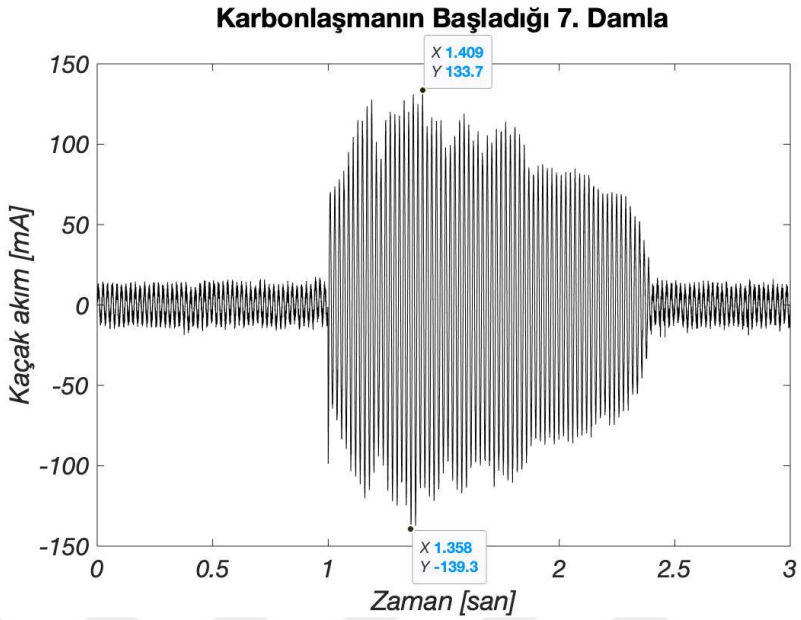
Şekil 4.33: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



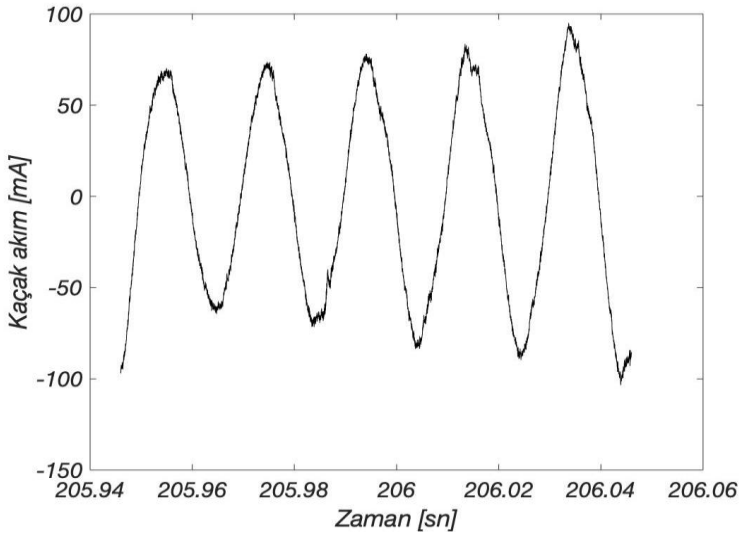
Şekil 4.34: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.18: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,4200187	1,93182126	1,64244482	0,9261854	0,55394344



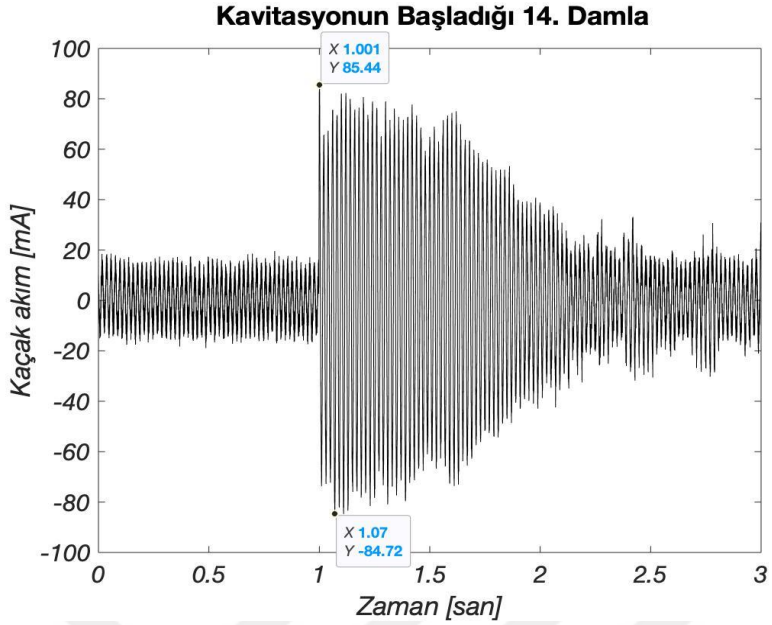
Şekil 4.35: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



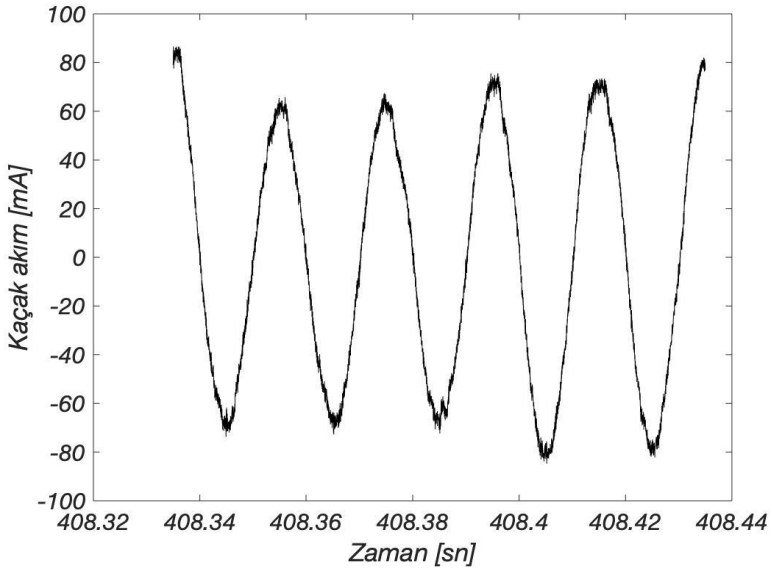
Şekil 4.36: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.19: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,99836315	2,2634008	1,50342739	1,09687457	0,85916944



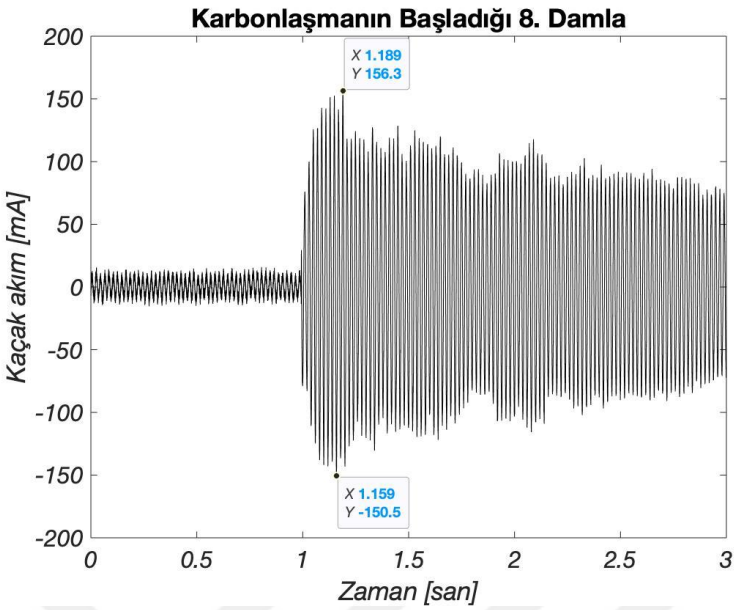
Şekil 4.37: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



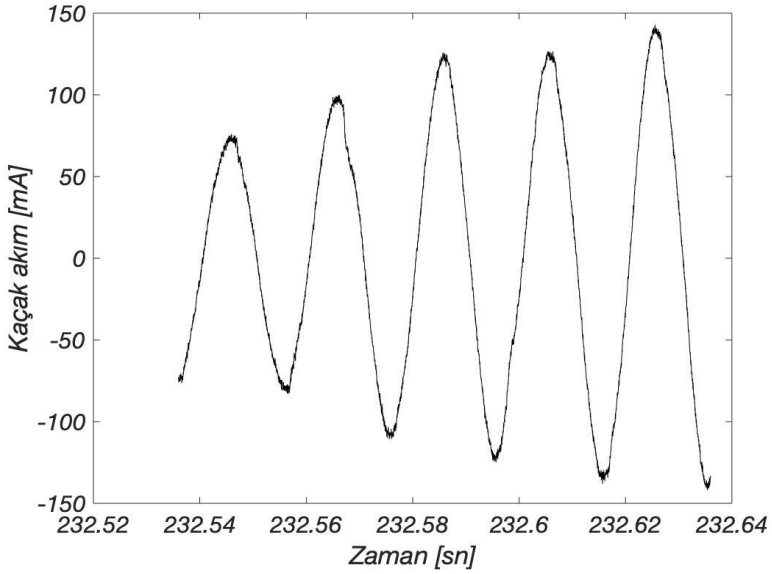
Şekil 4.38: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.20: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,15575697	2,6507893	1,78172339	1,20230925	0,94927886



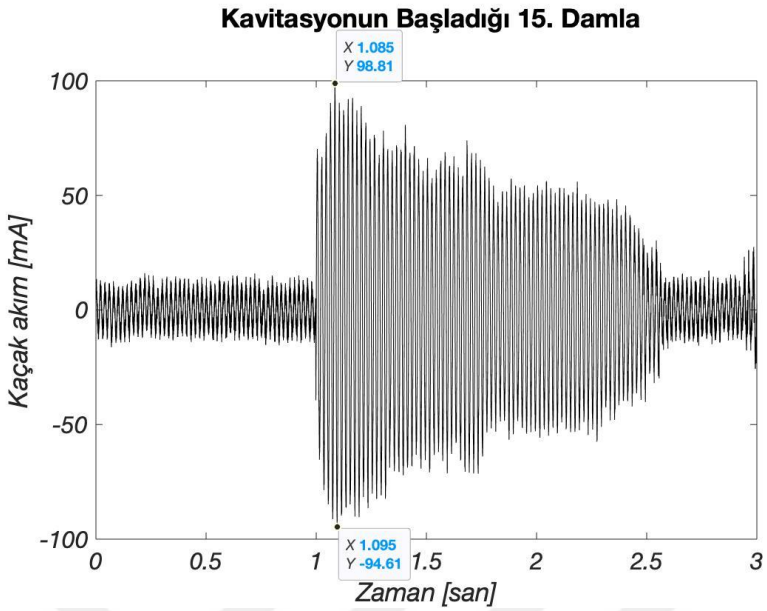
Şekil 4.39: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



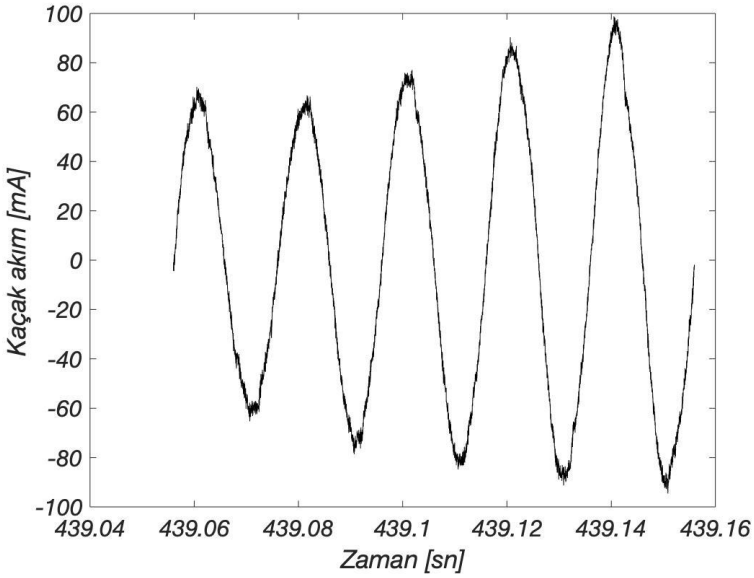
Şekil 4.40: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.21: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,29102796	1,76243501	1,00837202	0,71787285	0,51130789



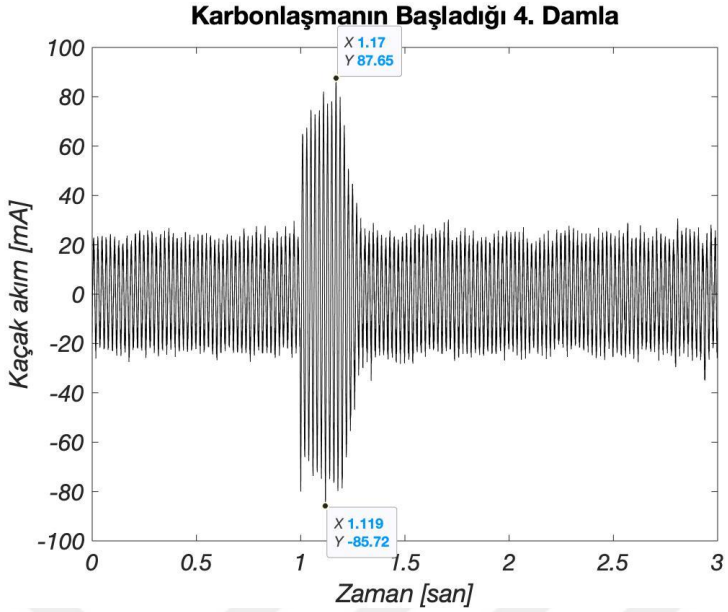
Şekil 4.41: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde kavitasyonun başladığı damla.



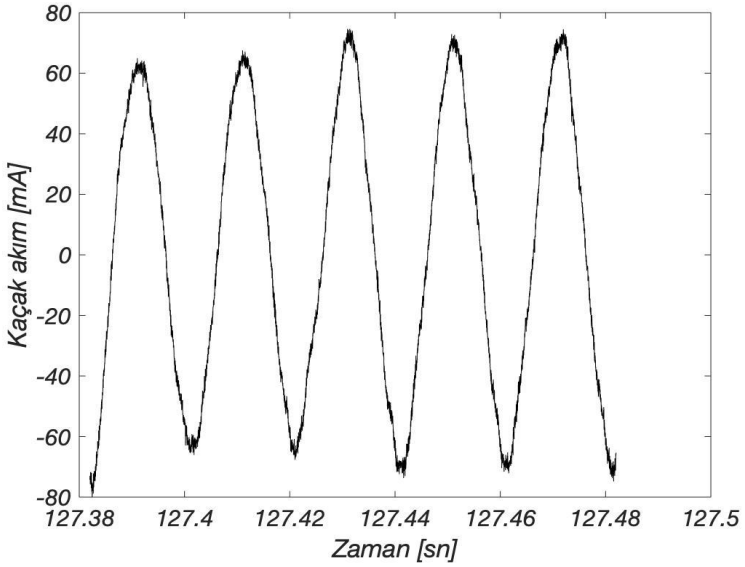
Şekil 4.42: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.22: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,12546104	1,74909343	1,31639897	0,89203862	0,5789287



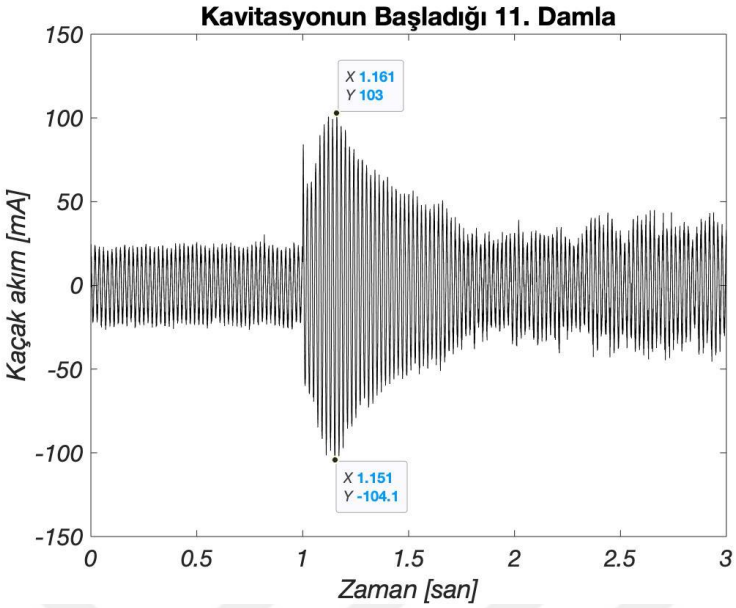
Şekil 4.43: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



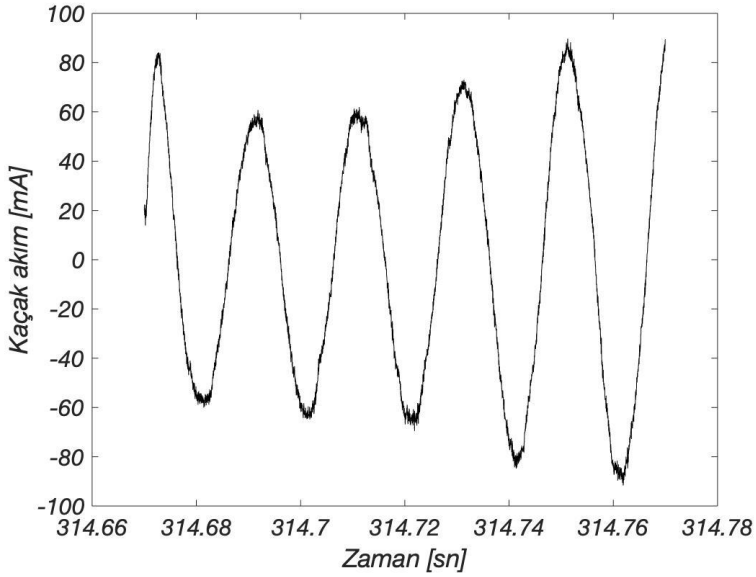
Şekil 4.44: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.23: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,16550369	3,11307168	1,65555416	1,21936782	0,9774252



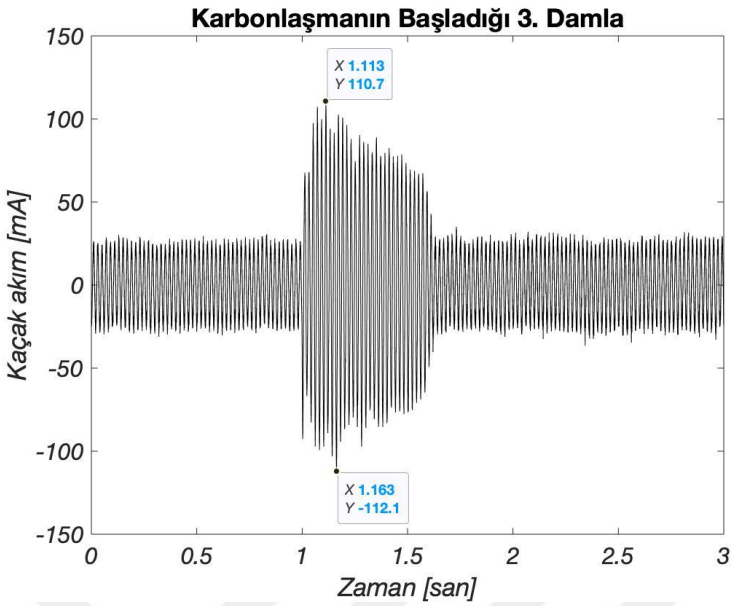
Şekil 4.45: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



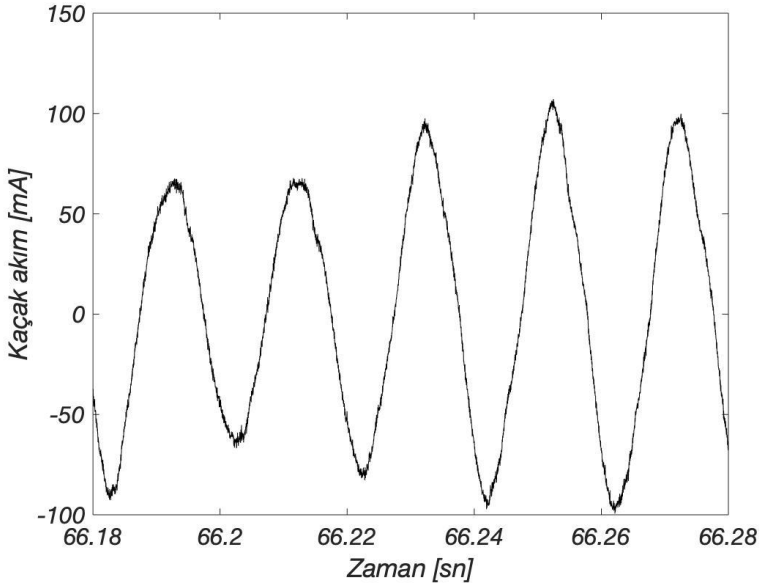
Şekil 4.46: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.24: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,77700815	1,61811472	0,90654528	0,95790562	0,48528491



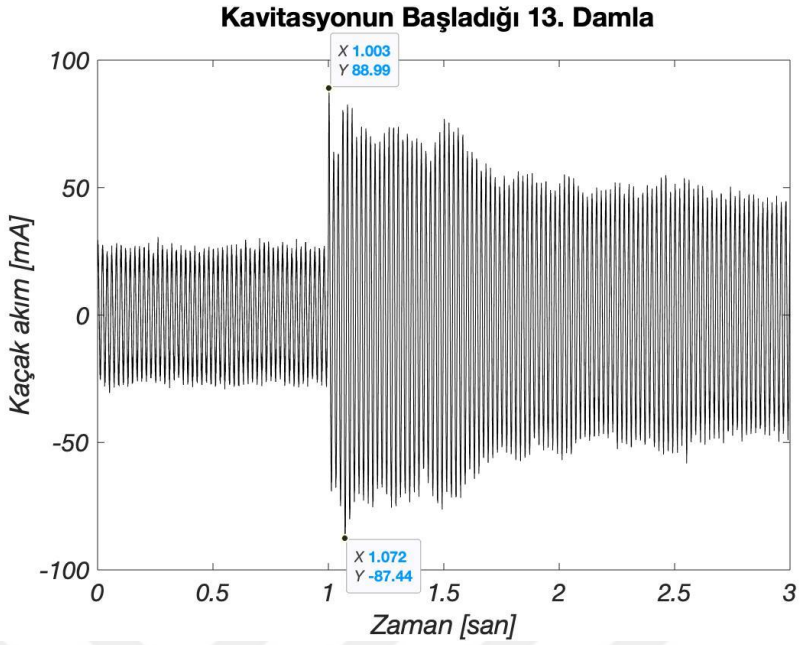
Şekil 4.47: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



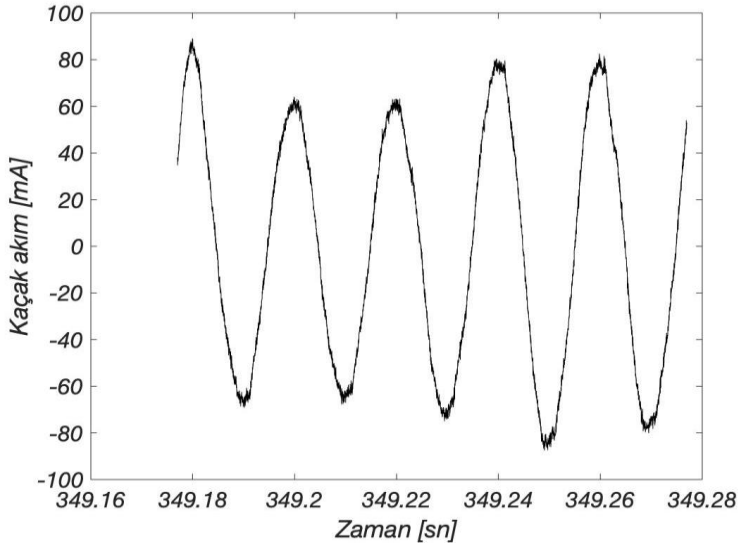
Şekil 4.48: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.25: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,07238867	2,67047359	1,0515147	0,7438047	0,93103612



Şekil 4.49: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



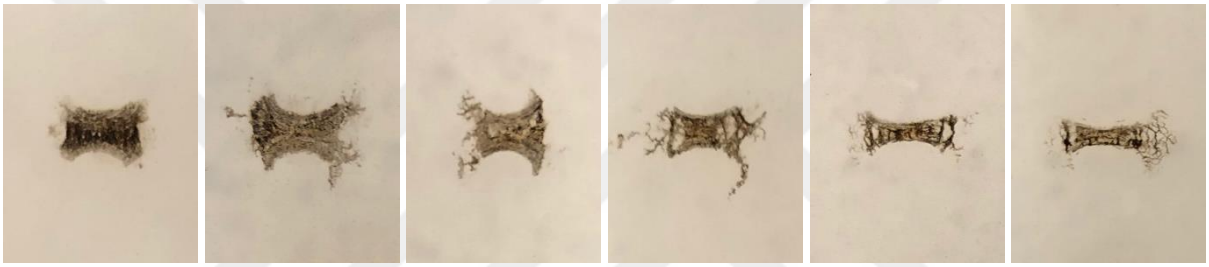
Şekil 4.50: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.26: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,08363174	2,12092445	1,14695816	1,0415576	0,94197385

4.1.1.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti

%3 MgO katkılanmış epoksi reçinelerin 400V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 400V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %3 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.51'de verilmiştir.

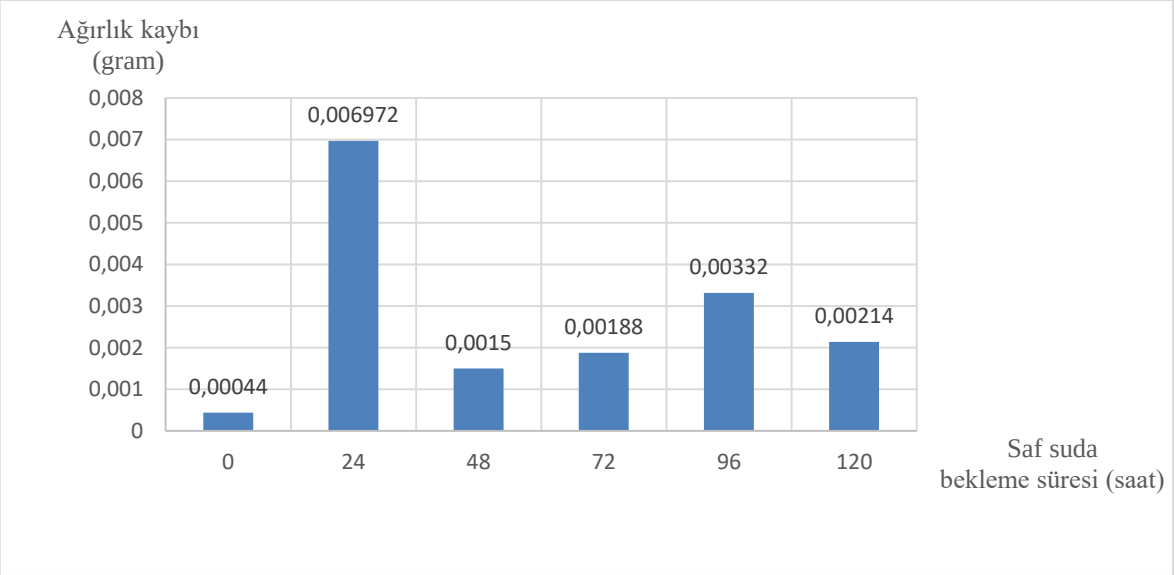


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.51: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %3 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi.

Tablo 4.27'de 400V gerilim seviyesi için %3 MgO/Epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.27: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.52'de %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.53'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.28'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.54'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.55'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.29'da verilmiştir.

Şekil 4.56'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.57'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.30'da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.58'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.59'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.31'de verilmiştir.

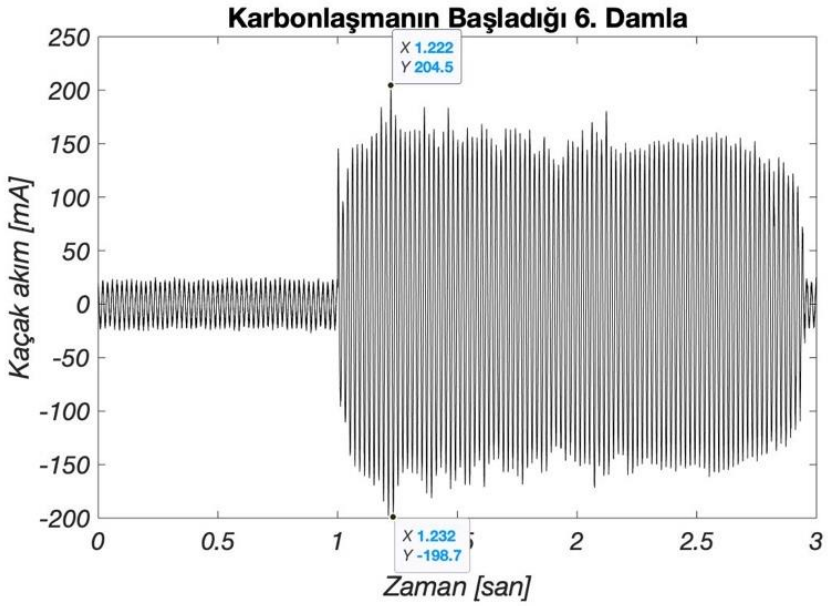
Şekil 4.60'ta 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait

kaçak akımın değişimi Şekil 4.61'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.32'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.62'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.63'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.33'te verilmiştir.

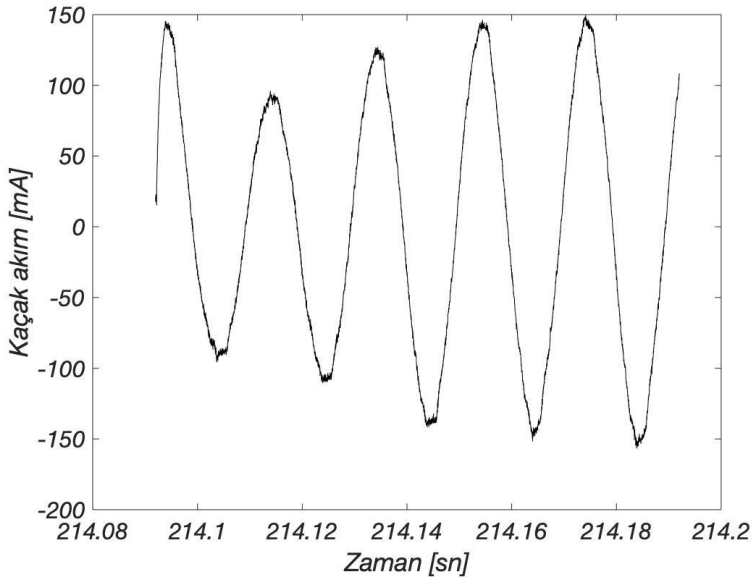
Şekil 4.64'te 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.65'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.34'te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.66'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.67'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.35'te verilmiştir.

Şekil 4.68'de 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.69'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.36'da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.70'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.71'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.37'de verilmiştir.

Şekil 4.72'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.73'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.38'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.74'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.75'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.39'da verilmiştir.



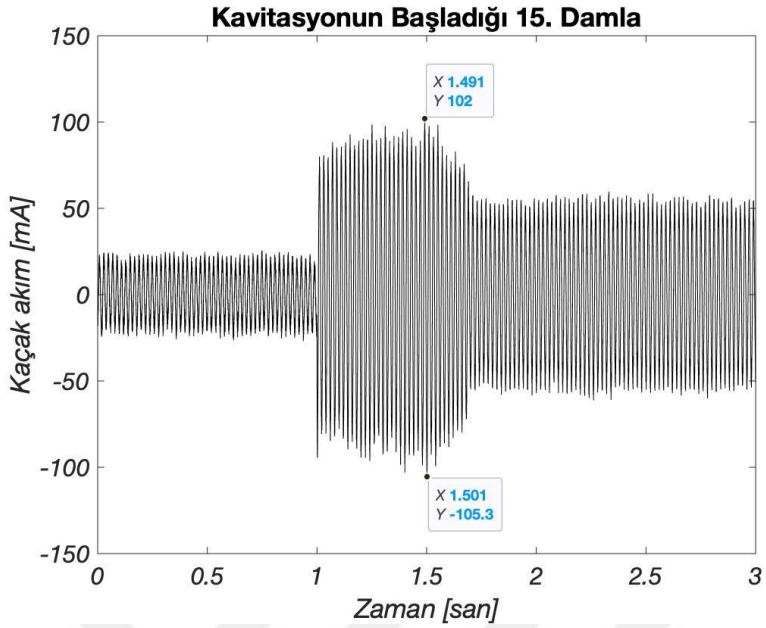
Şekil 4.52: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



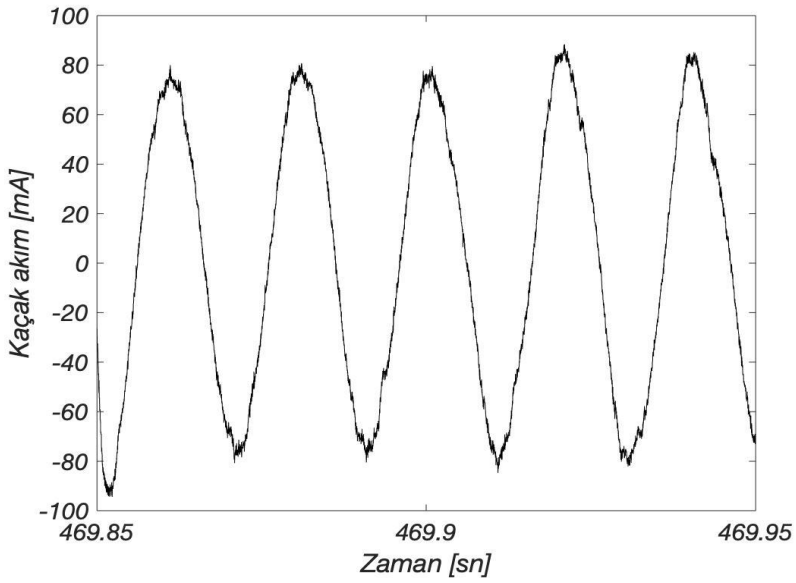
Şekil 4.53: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.28: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,7462257	1,65881236	0,87883218	0,64428648	0,7386564



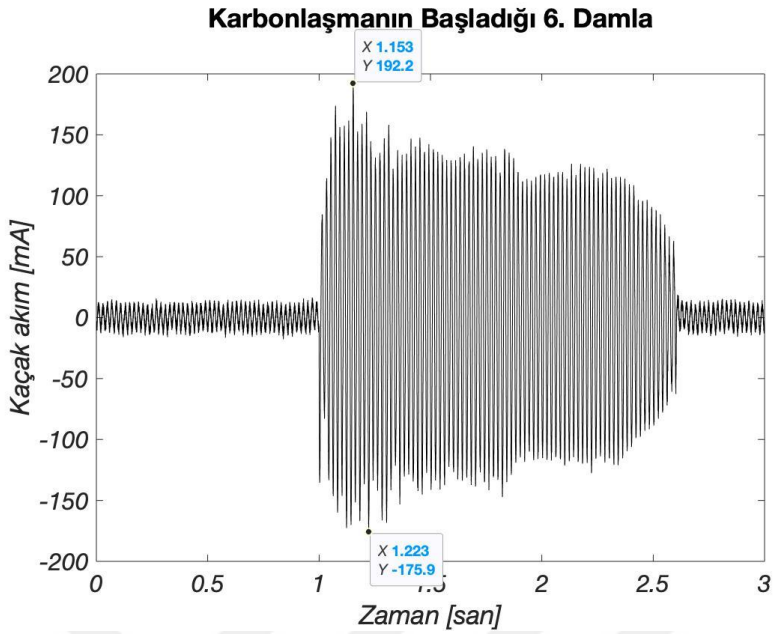
Şekil 4.54: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



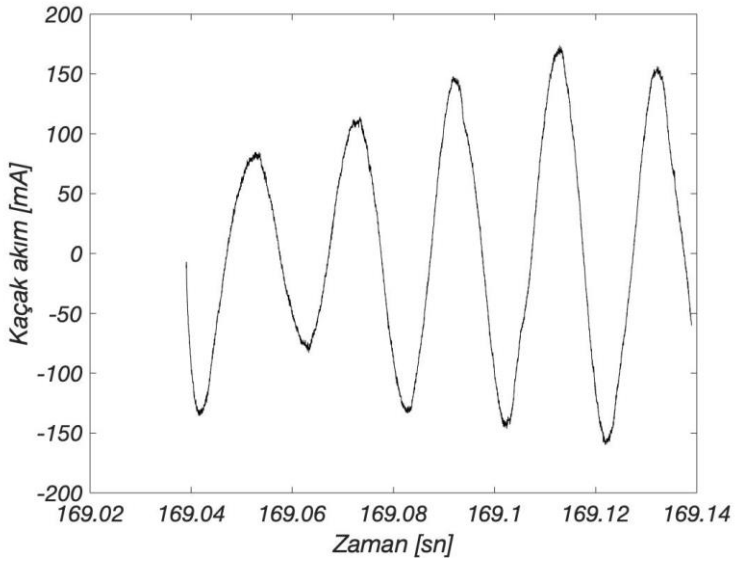
Şekil 4.55: %3 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.29: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,55243684	2,02954157	1,26467777	1,09910938	0,8233292



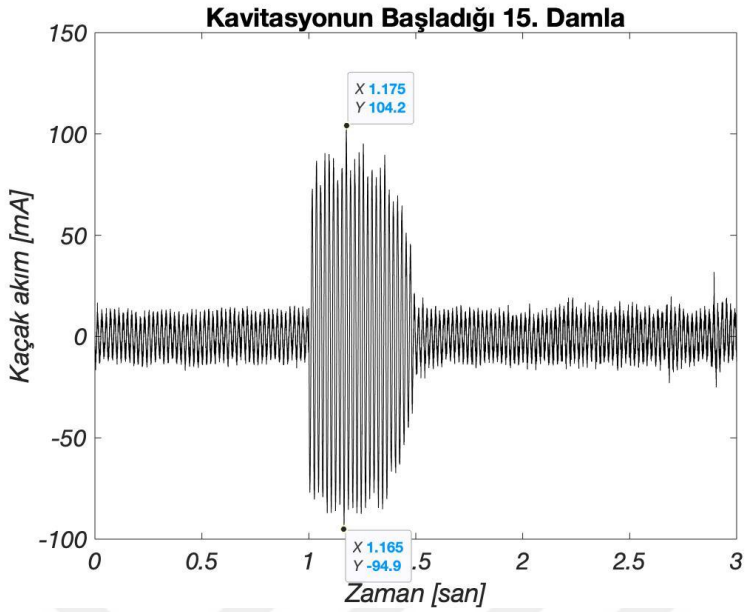
Şekil 4.56: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



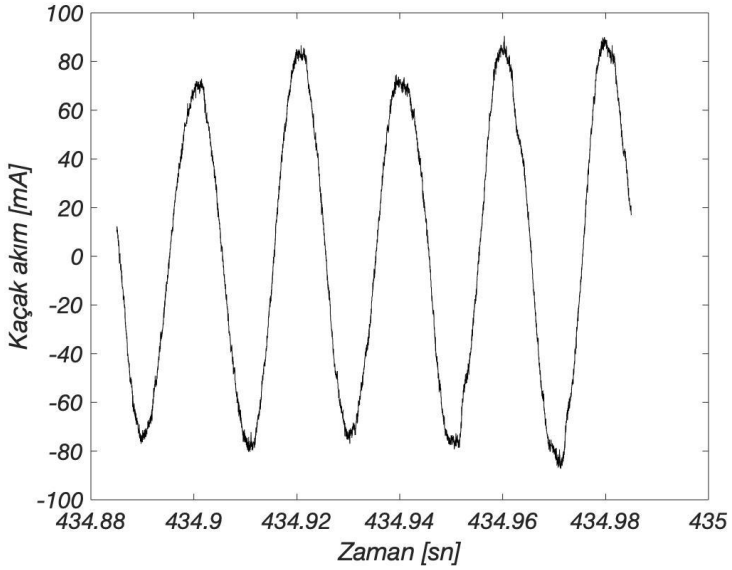
Şekil 4.57: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.30: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,64532071	2,04728567	0,9009009	0,67213244	0,49870334



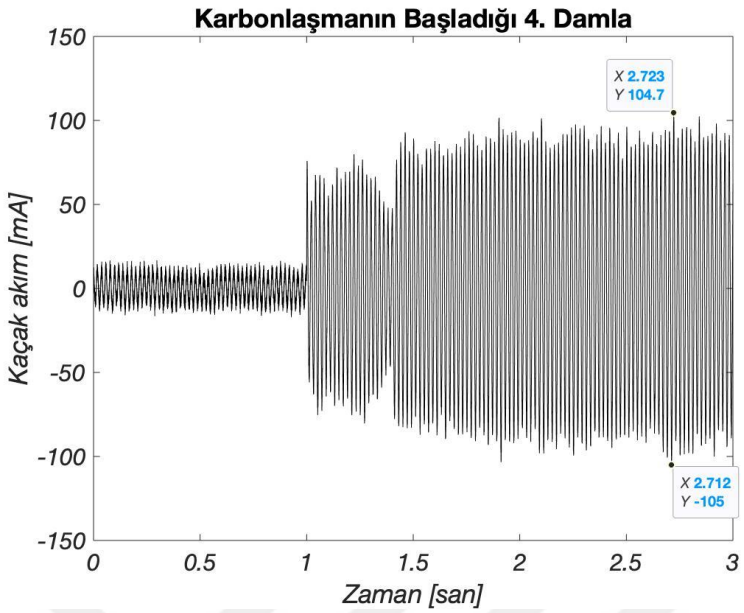
Şekil 4.58: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



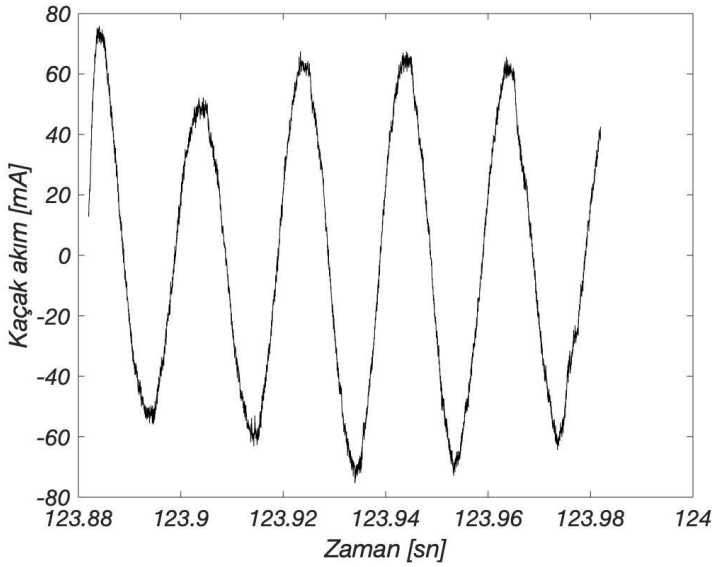
Şekil 4.59: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.31: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,92055926	1,61152751	0,99263154	1,02596946	0,63312794



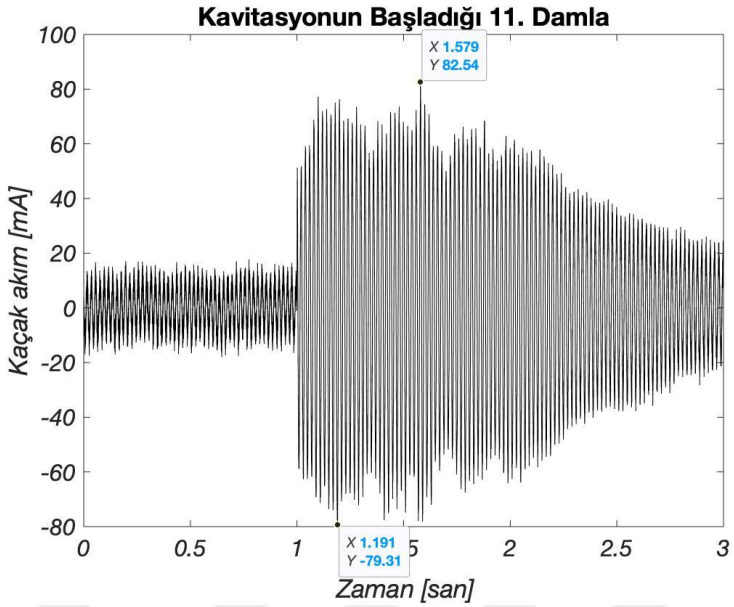
Şekil 4.60: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damla.



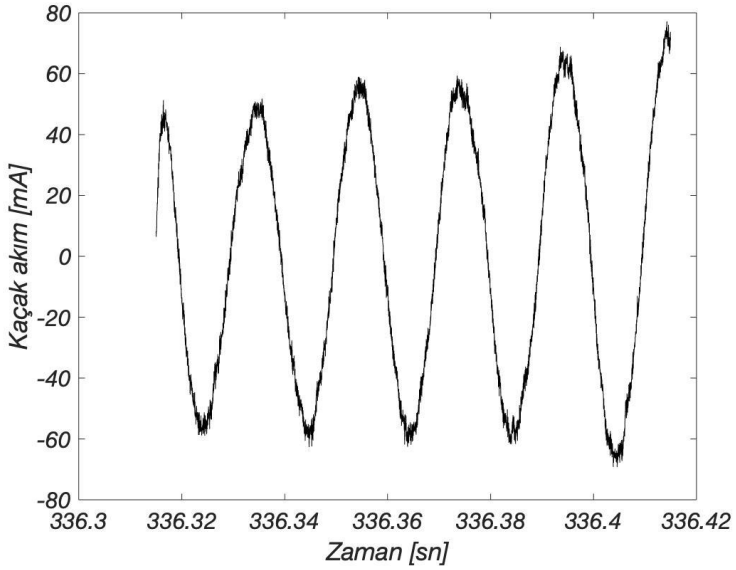
Şekil 4.61: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.32: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,1630284	2,82297071	0,88035253	1,025455	0,74905405



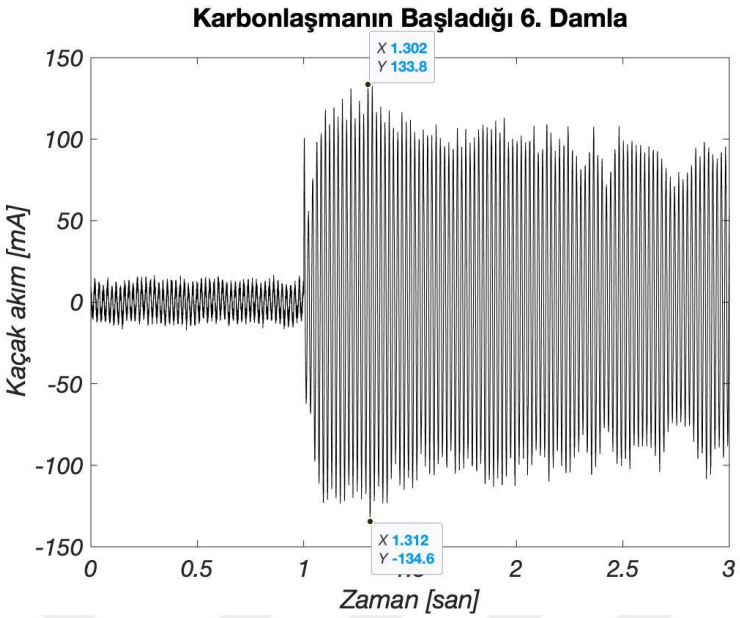
Şekil 4.62: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



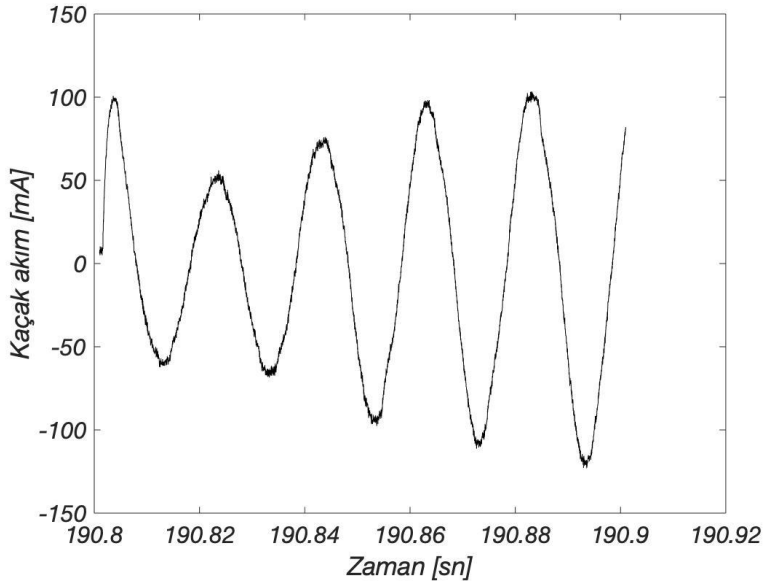
Şekil 4.63: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.33: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,41302774	1,79458557	1,05216435	1,0527658	0,82205227



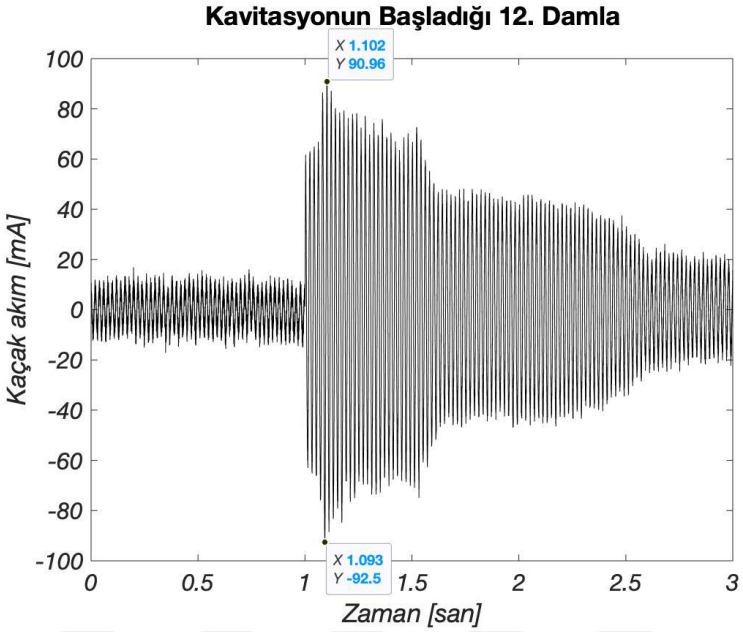
Şekil 4.64: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



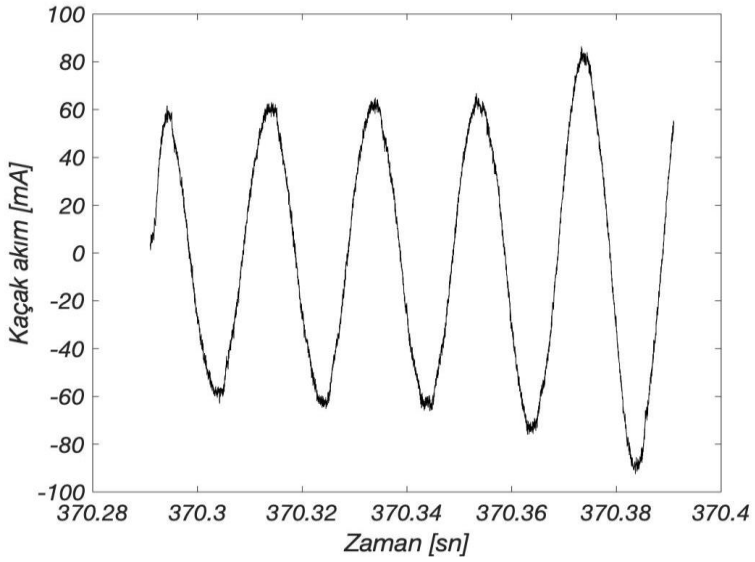
Şekil 4.65: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.34: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,89483073	1,80692689	0,95212457	0,79286999	0,62635595



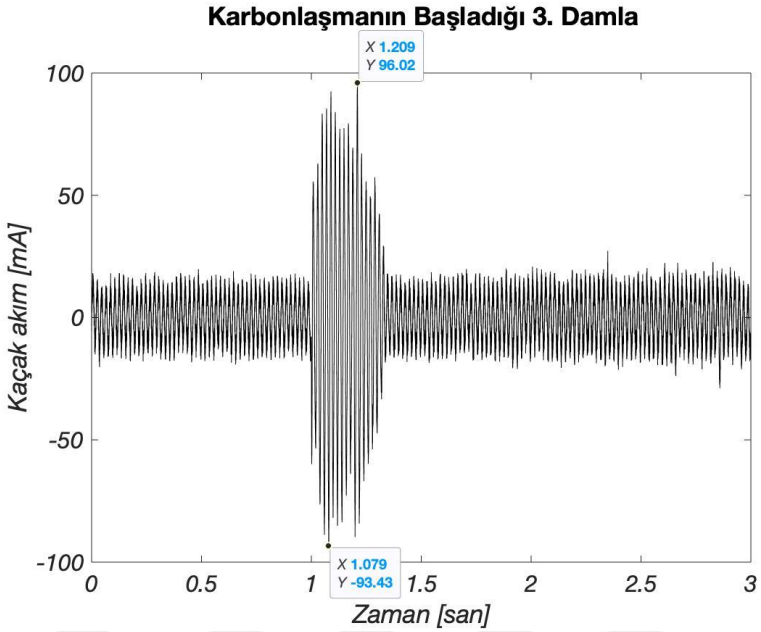
Şekil 4.66: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



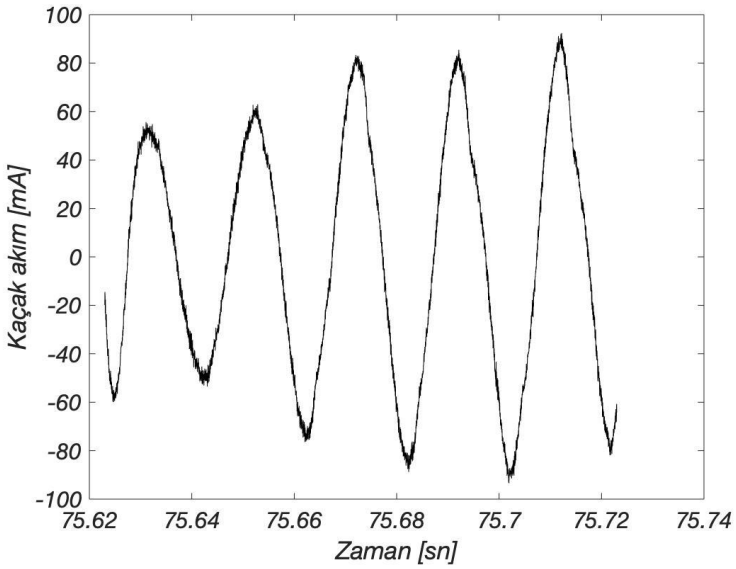
Şekil 4.67: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.35: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,60971328	1,73334719	1,07686142	1,18924432	0,69730408



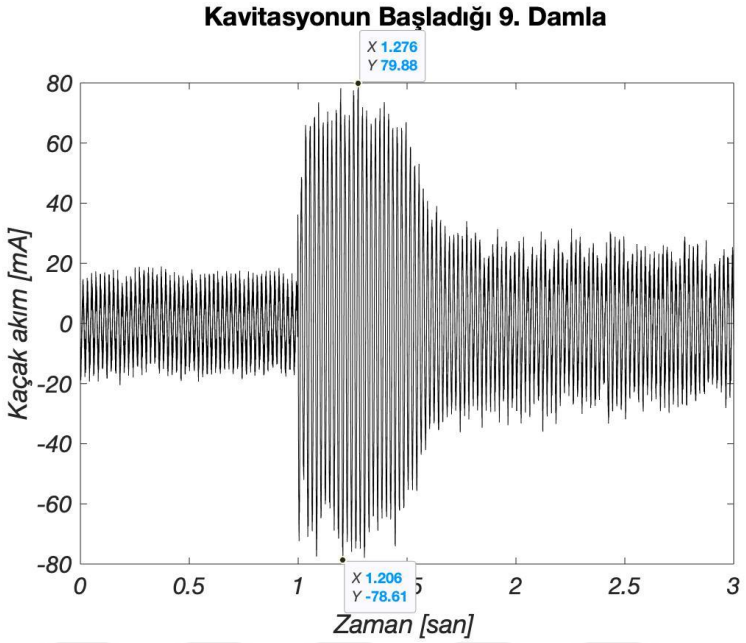
Şekil 4.68: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



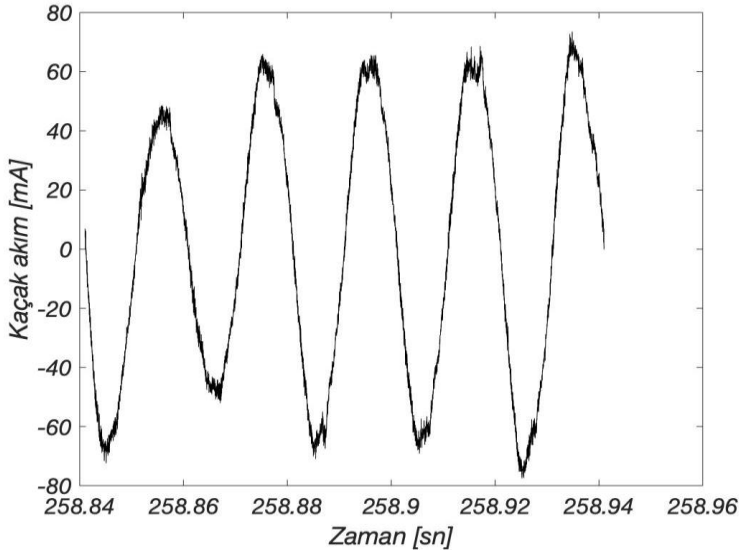
Şekil 4.69: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.36: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,90840868	3,25010327	1,00266214	0,96410704	0,91052003



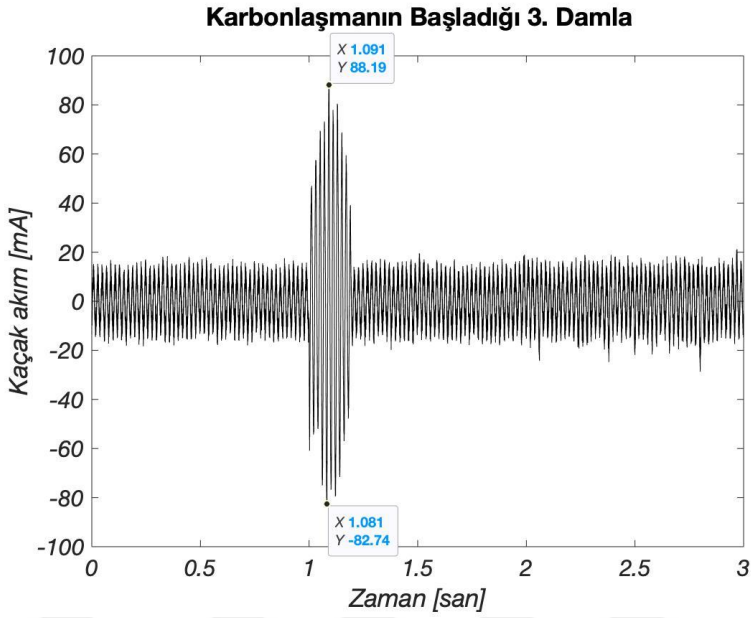
Şekil 4.70: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



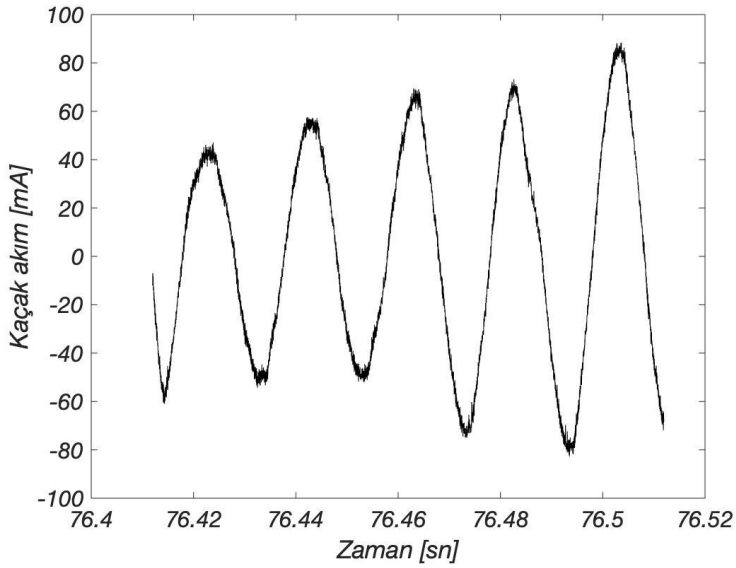
Şekil 4.71: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.37: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,84716466	2,09802829	1,61180482	1,23558108	0,84712141



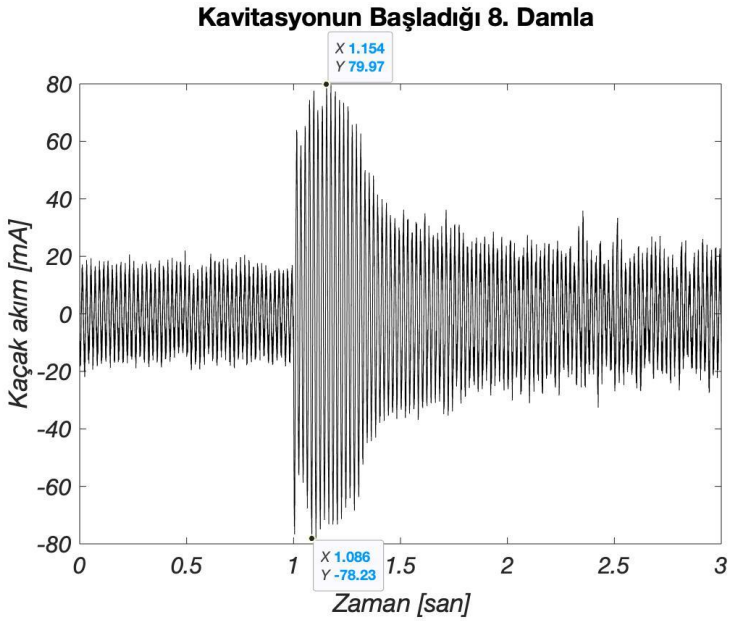
Şekil 4.72: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



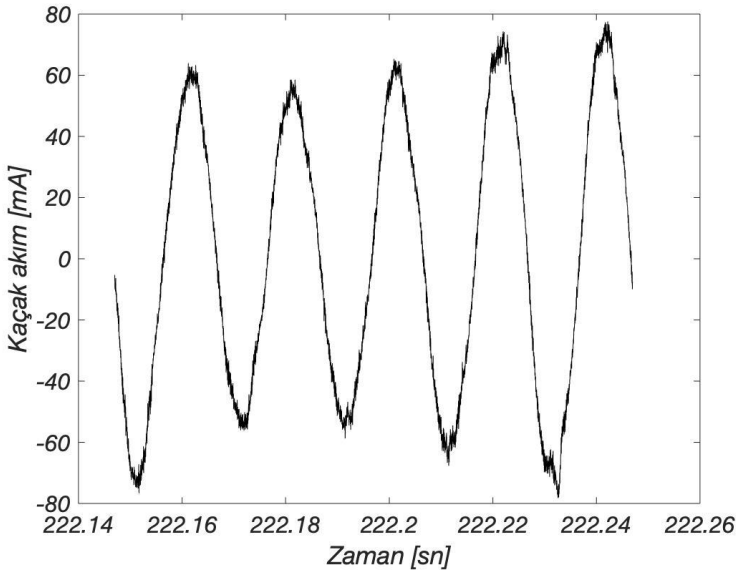
Şekil 4.73: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.38: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,69273818	1,95264568	0,91640411	0,79393811	0,55545798



Şekil 4.74: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



Şekil 4.75: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.39: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,36368033	2,97332661	1,21186074	1,22347296	0,81979871

4.1.1.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti

%5 MgO katkılanmış epoksi reçinelerin 400V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 400V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %5 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.76'da verilmiştir.

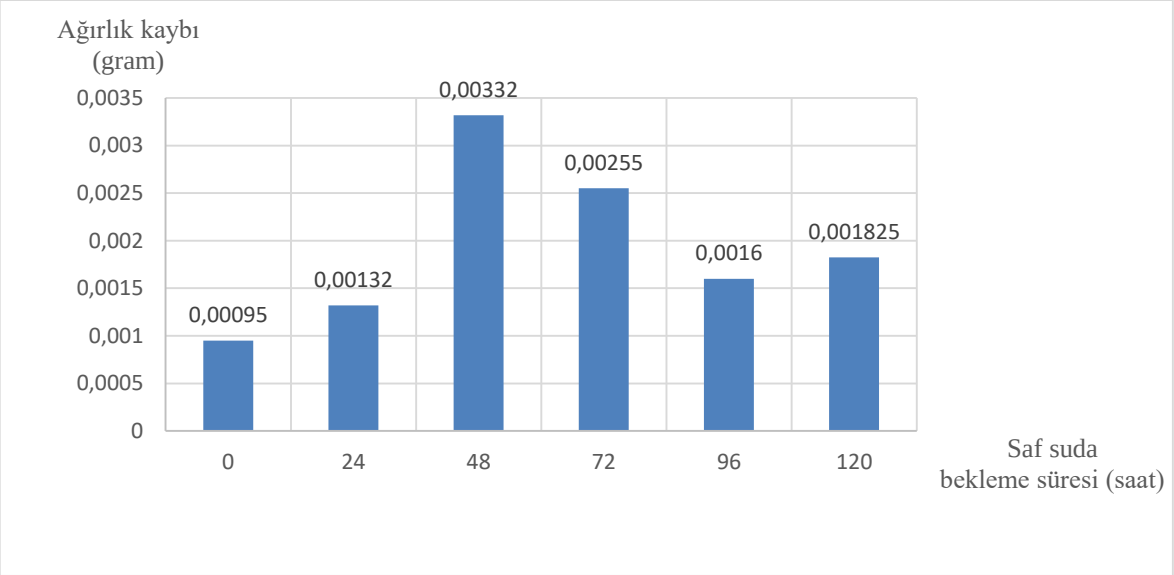


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.76: 400 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi.

Tablo 4.40'da 400V gerilim seviyesi için %5 MgO/Epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.40: %5 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.77'de %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.78'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.41'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.79'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.80'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.42'de verilmiştir.

Şekil 4.81'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.82'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.43'te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.83'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.84'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.44'te verilmiştir.

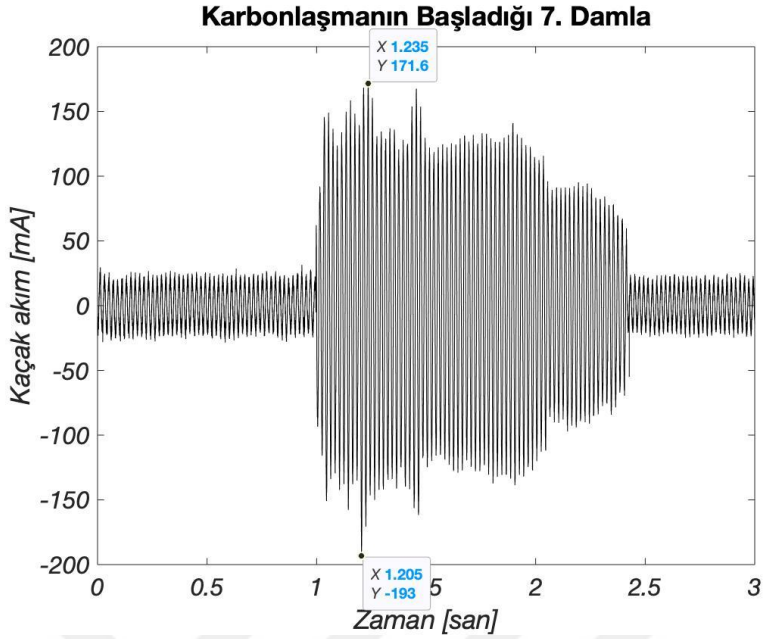
Şekil 4.85'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait

kaçak akımın değişimi Şekil 4.86'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.45'te özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.87'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.88'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.46'da verilmiştir.

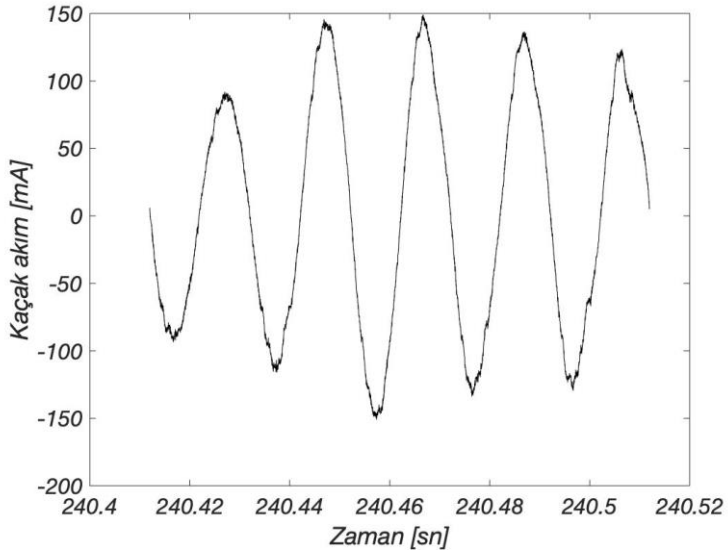
Şekil 4.89'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.90'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.47'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.91'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.92'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.48'de verilmiştir.

Şekil 4.93'te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.94'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.49'da özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.95'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.96'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.50'de verilmiştir.

Şekil 4.97'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.98'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.51'de özetlenmiştir. 400V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.99'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.100'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.52'de verilmiştir.



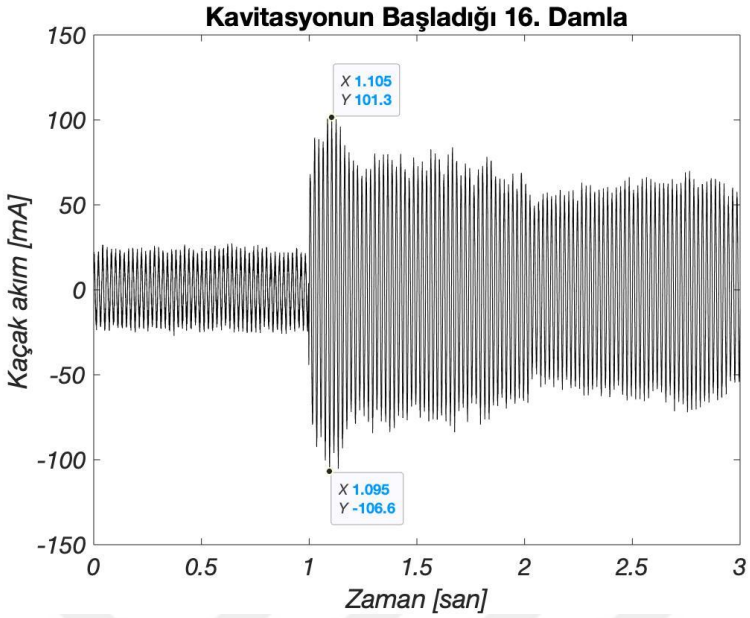
Şekil 4.77: %5 MgO/Epoksi kompoziti 400V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damla.



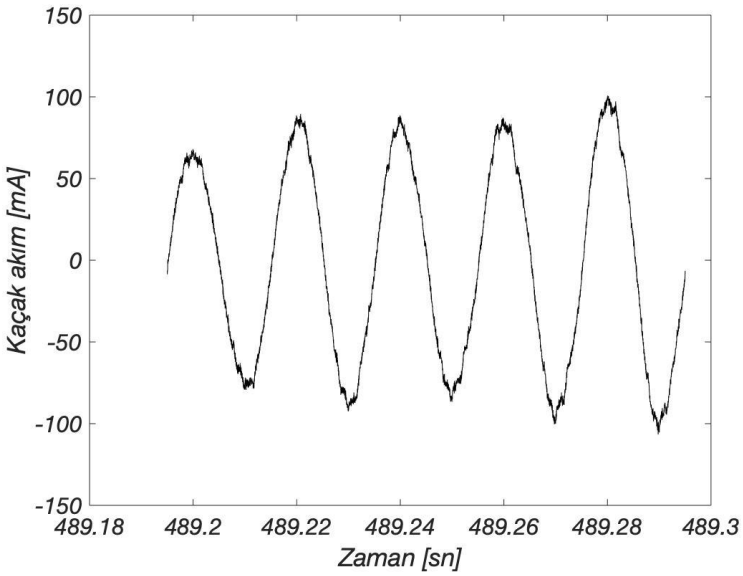
Şekil 4.78: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.41: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,31017996	1,54081382	1,18682755	0,89820497	0,90940525



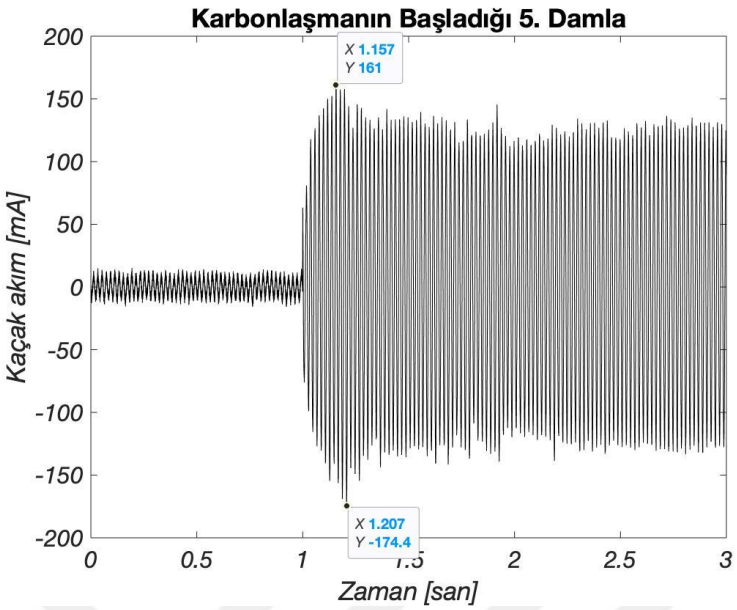
Şekil 4.79: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



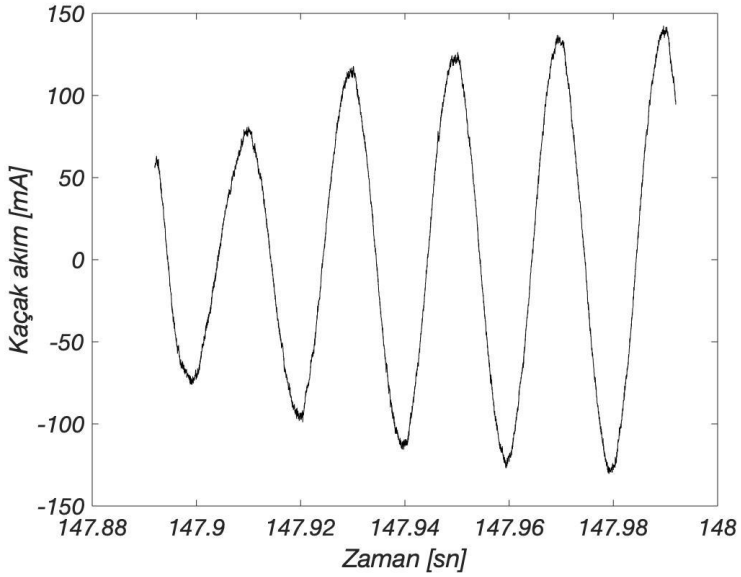
Şekil 4.80: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.42: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,62357447	1,56374387	1,02147562	0,81896385	0,9552893



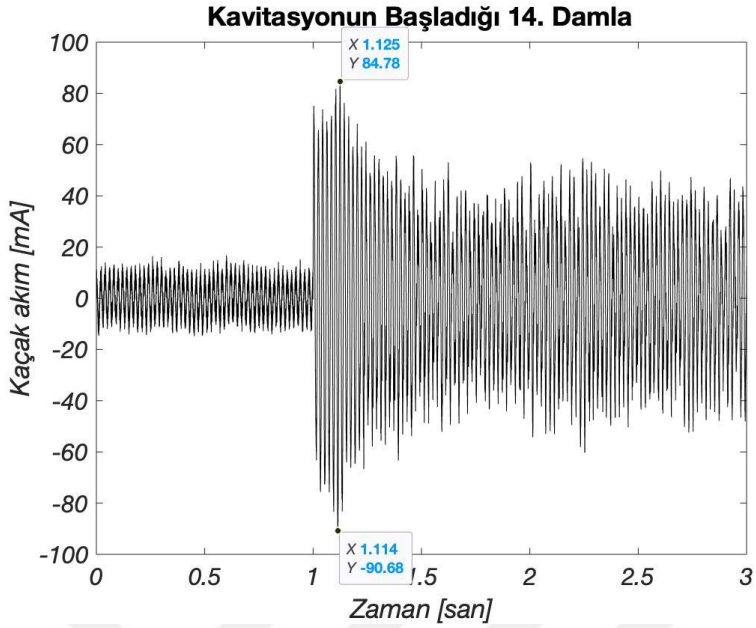
Şekil 4.81: 24 saat sat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



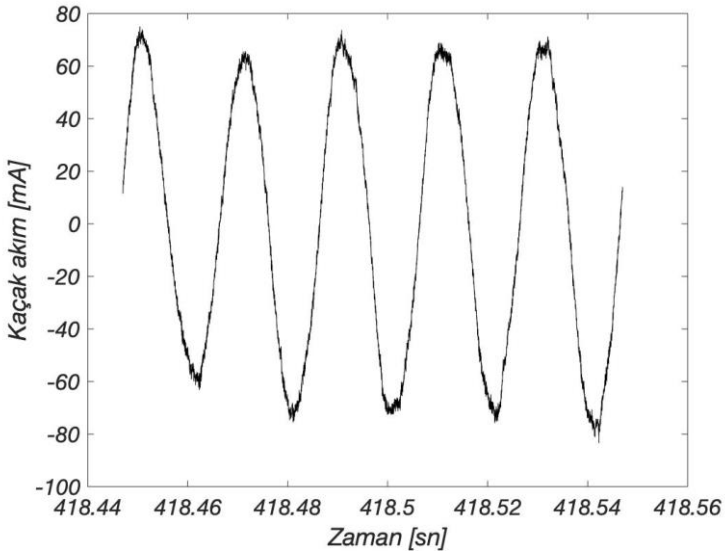
Şekil 4.82: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.43: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,10949148	1,55520487	0,77480221	0,61394189	0,43738924



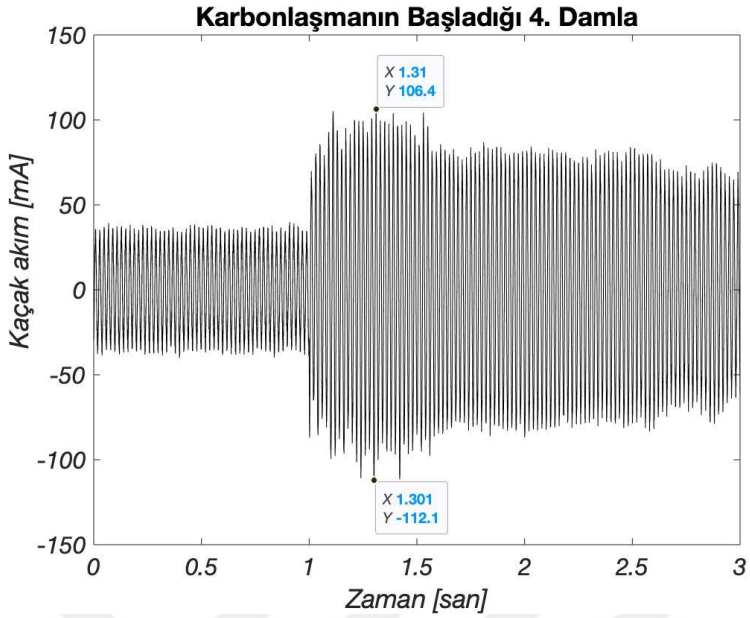
Şekil 4.83: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



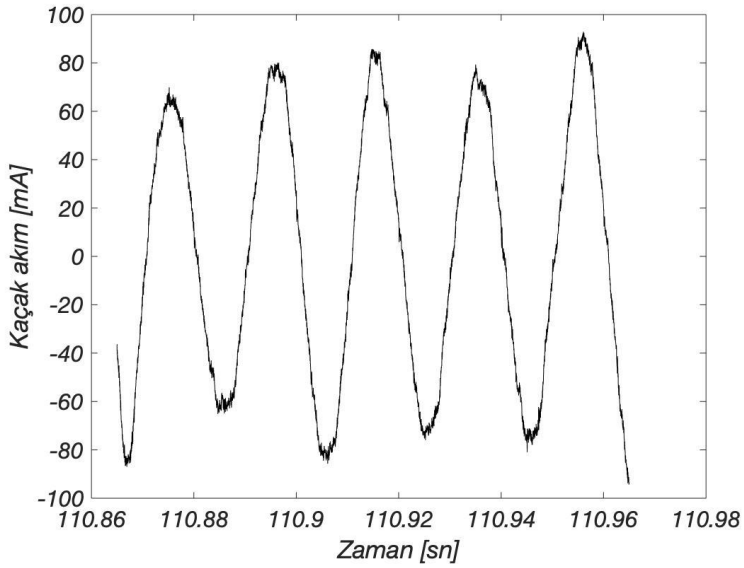
Şekil 4.84: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.44: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	10,8827139	2,93024984	1,51380988	1,34167575	1,28521665



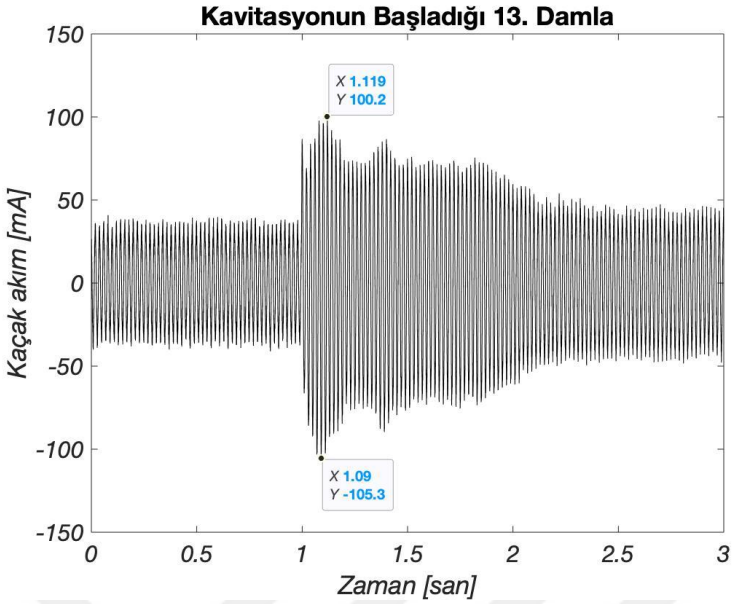
Şekil 4.85: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



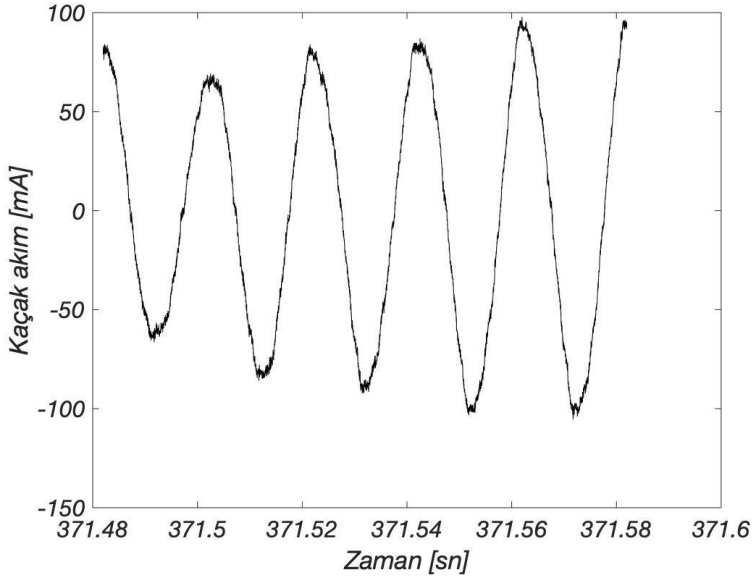
Şekil 4.86: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.45: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,84428712	2,08412245	1,92564747	0,8027745	0,68074591



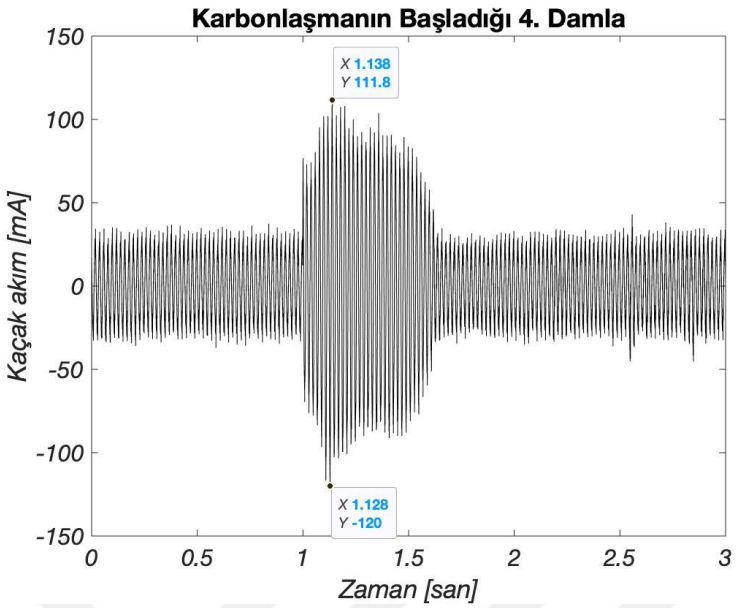
Şekil 4.87: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



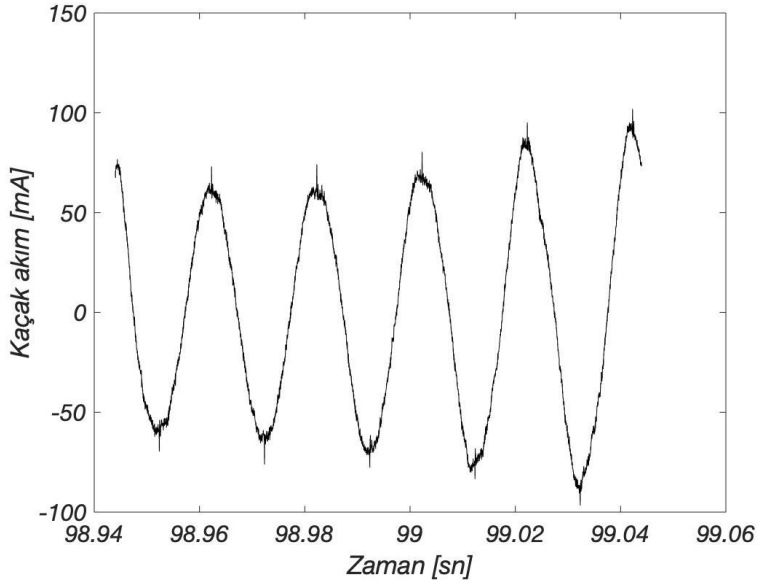
Şekil 4.88: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.46: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,09151761	1,9515619	1,75510455	1,05889047	0,93216449



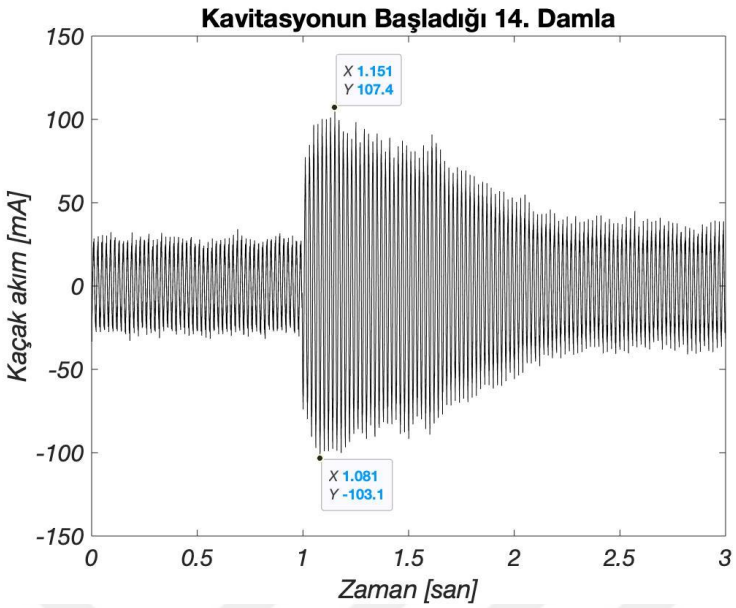
Şekil 4.89: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



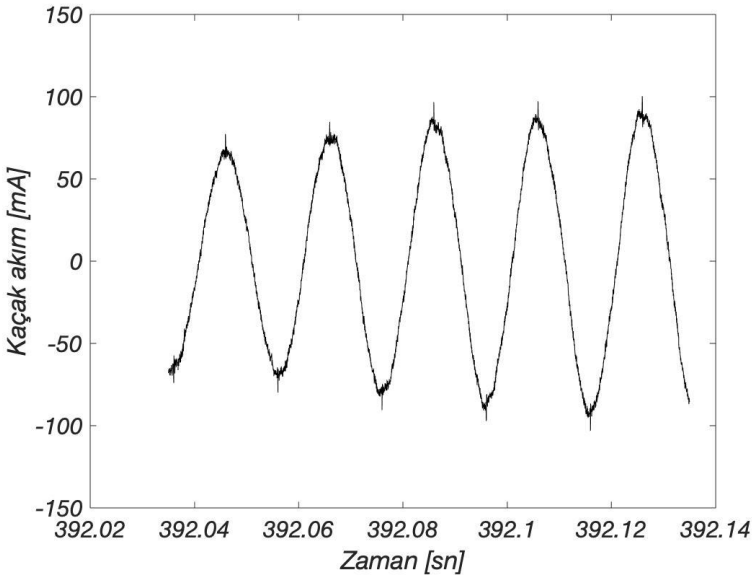
Şekil 4.90: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.47: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,14227189	2,10997732	1,45254571	1,13119782	0,7885451



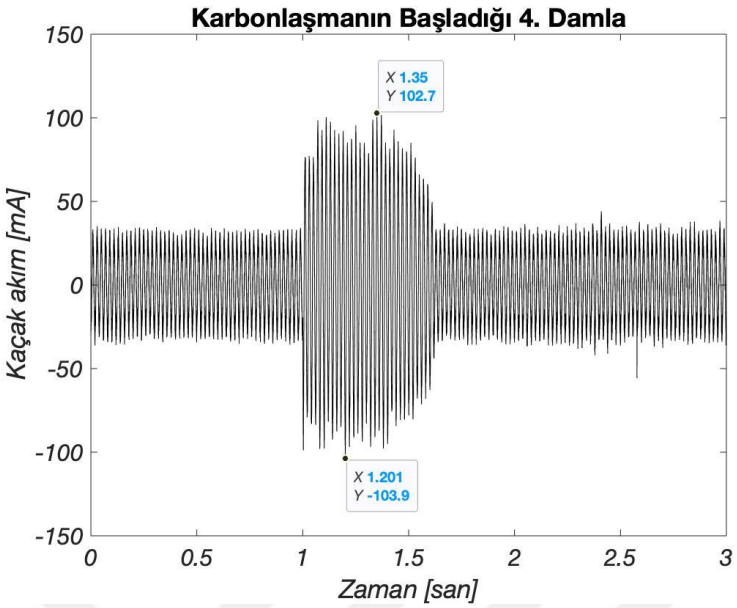
Şekil 4.91: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



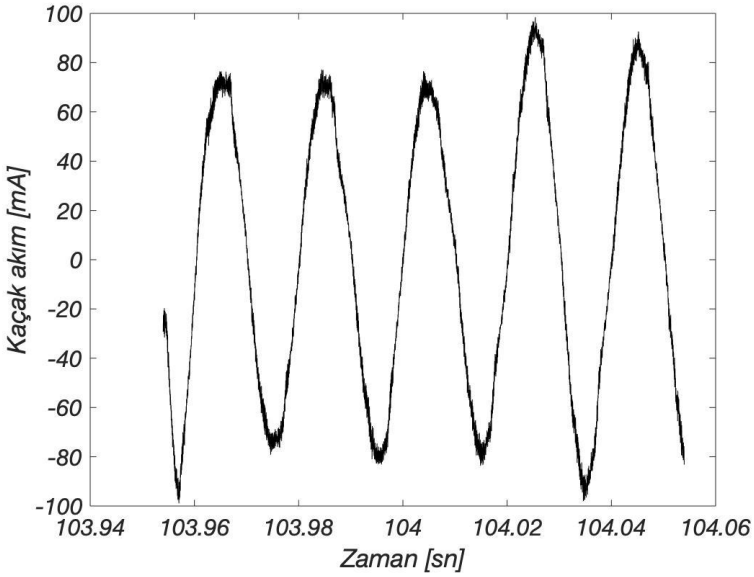
Şekil 4.92: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.48: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,73026593	1,62876852	1,0303037	0,94421364	0,8682137



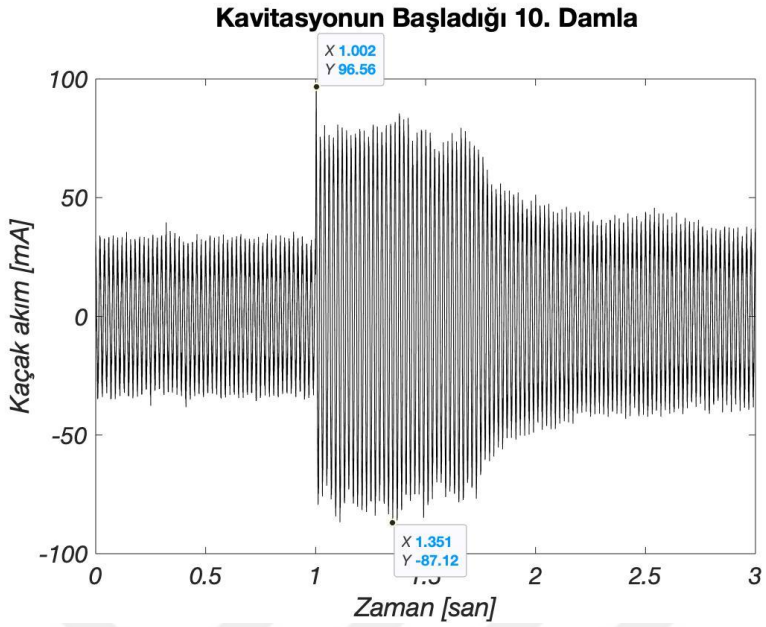
Şekil 4.93: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



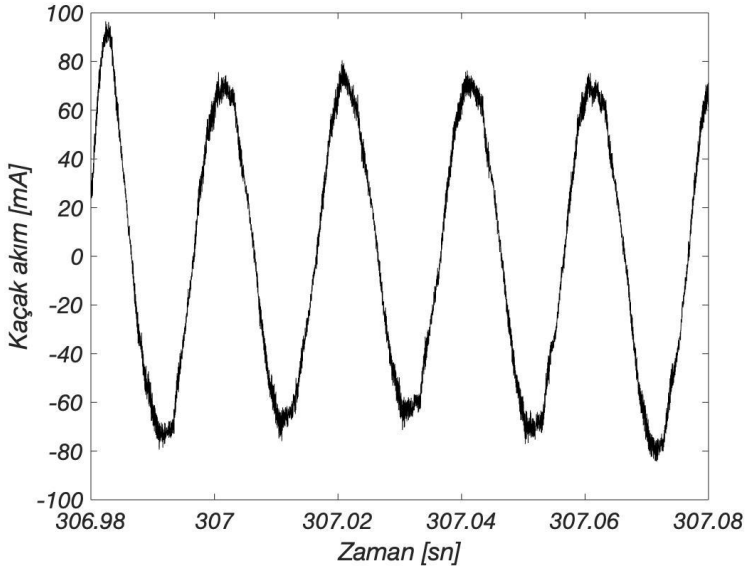
Şekil 4.94: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.49: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,33268959	2,7960317	1,29509134	1,23226598	0,7601667



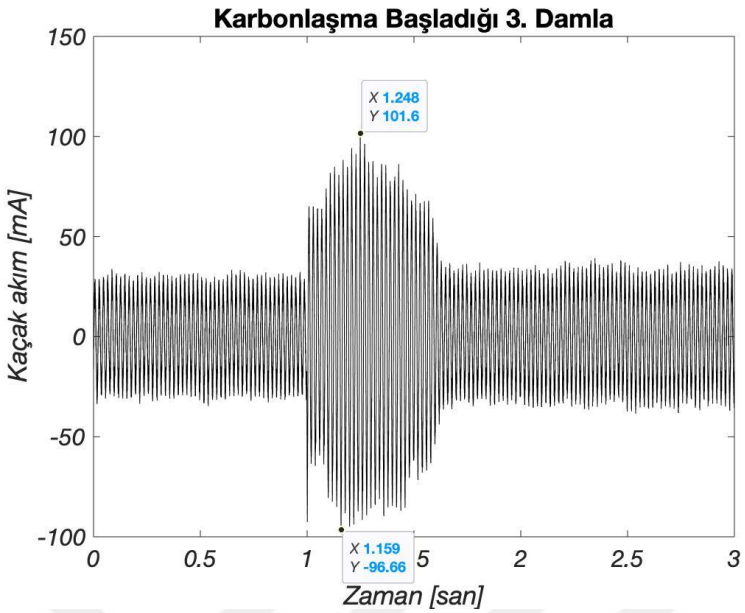
Şekil 4.95: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



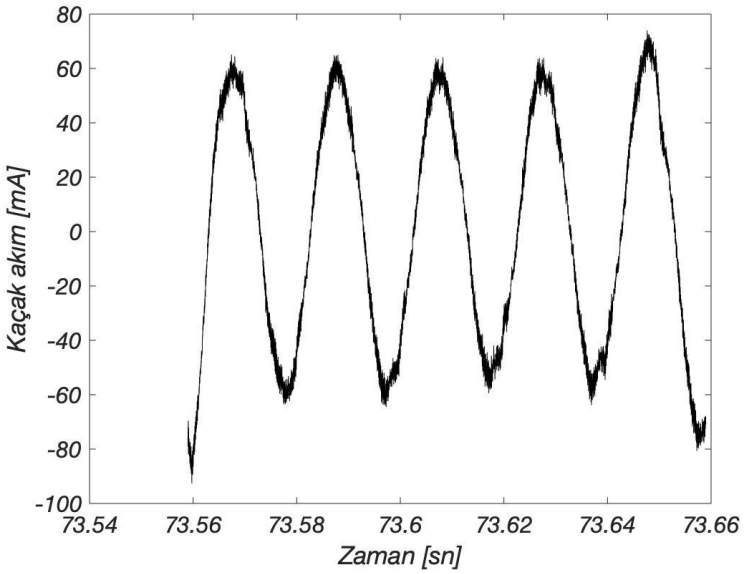
Şekil 4.96: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.50: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,20502524	2,29631459	1,48854801	1,43131367	0,65779667



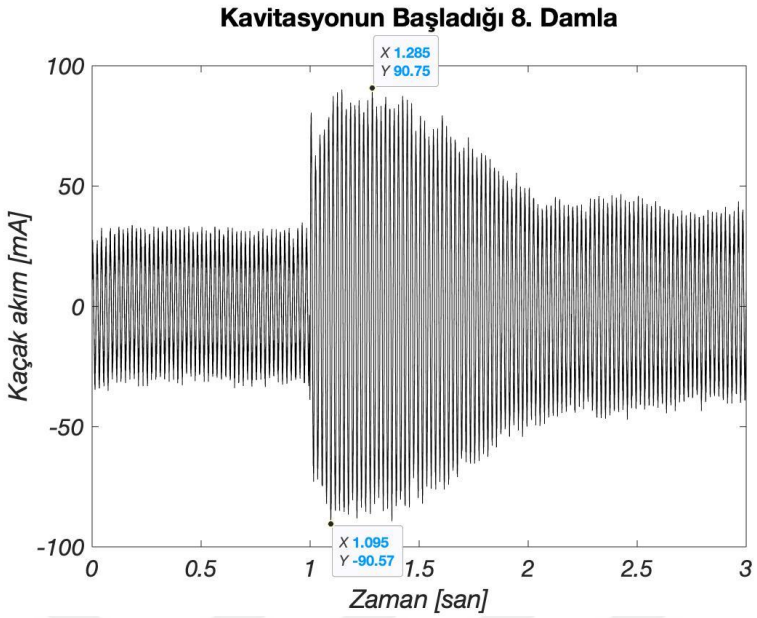
Şekil 4.97: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



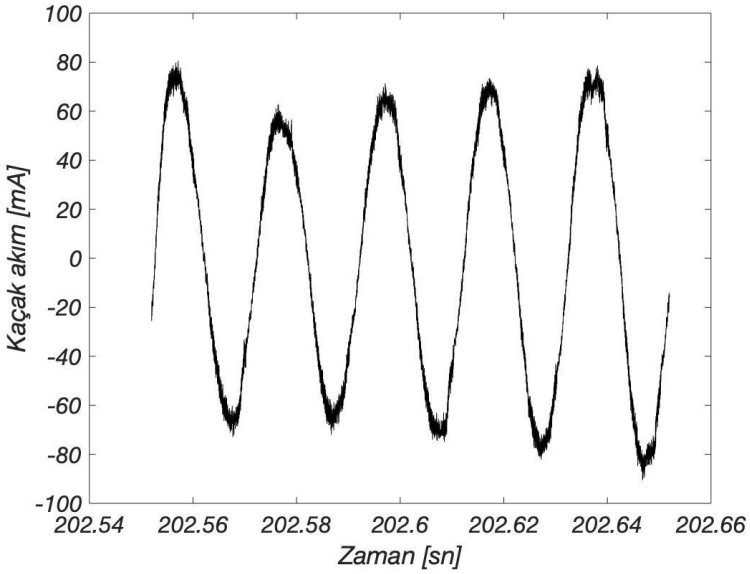
Şekil 4.98: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.51: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,73815552	2,6734476	1,69860921	1,36125036	2,08248941



Şekil 4.99: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



Şekil 4.100: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitini 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

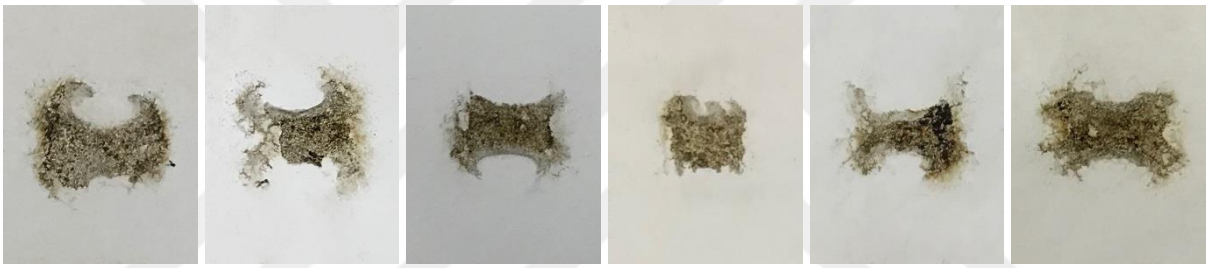
Tablo 4.52: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 400V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,2441663	2,20803611	1,37555715	1,19972784	0,81616597

4.1.2. 500 V Gerilim Seviyesi İçin

4.1.2.1. Epoksi Reçine

Katkı yapılmamış epoksi reçinelerin 500V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 500V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) epoksi reçine örneklere ait Şekil 4.101'de verilmiştir.

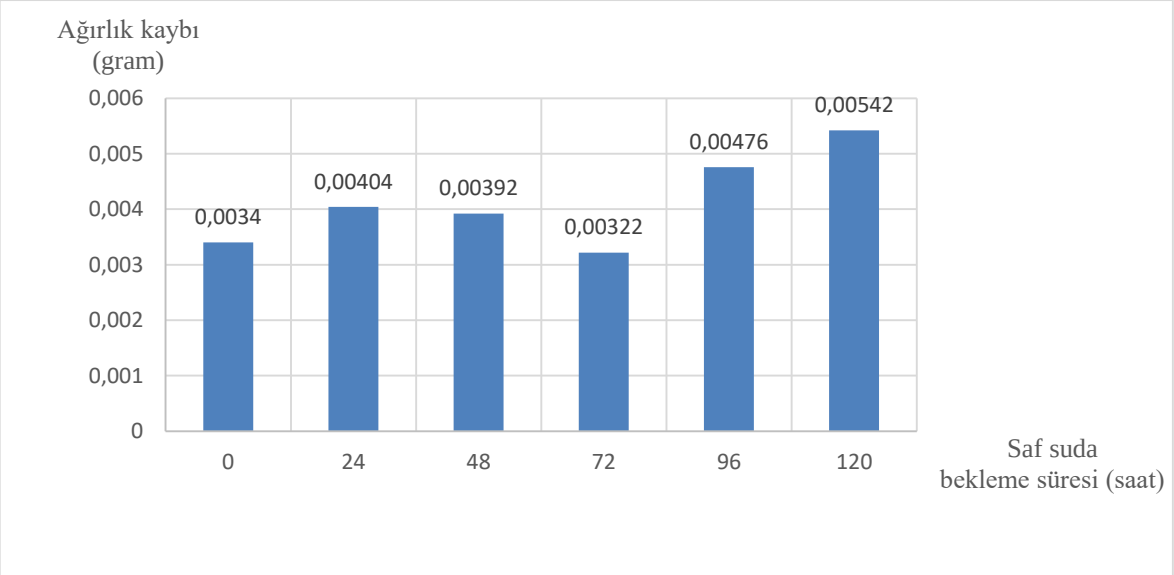


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.101: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine.

Tablo 4.53'te 500V gerilim seviyesi için epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.53: Epoksi reçine 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.102'de epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.103'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.53'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.104'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.105'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.54'te verilmiştir.

Şekil 4.106'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.107'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.55'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.108'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.109'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.56'da verilmiştir.

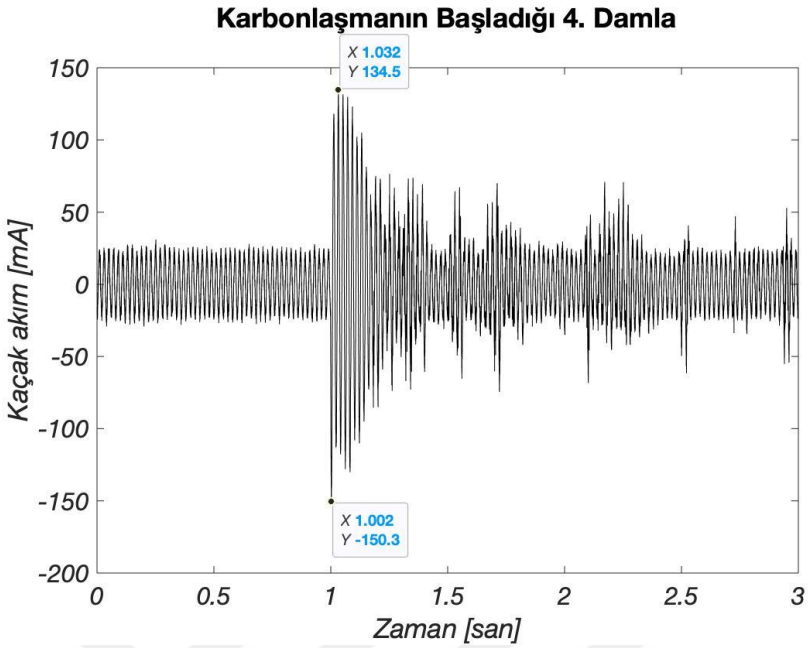
Şekil 4.110'da 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.111'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo

4.57’de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.112’de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.113’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.58’de verilmiştir.

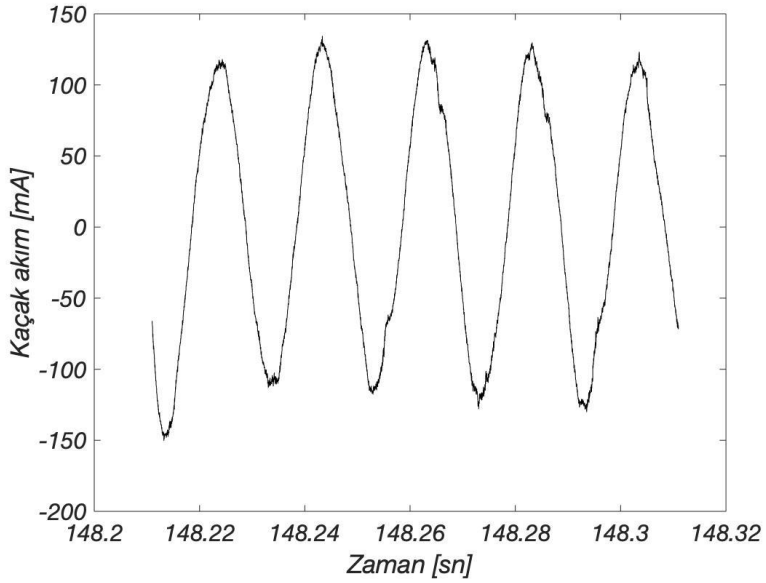
Şekil 4.114’de 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.115’de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.59’da özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.116’da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.117’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.60’ta verilmiştir.

Şekil 4.118’de 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.119’da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.61’de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.120’de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.121’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.62’de verilmiştir.

Şekil 4.122’de 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.123’de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.63’te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.124’de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms’ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.125’de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.64’te verilmiştir.



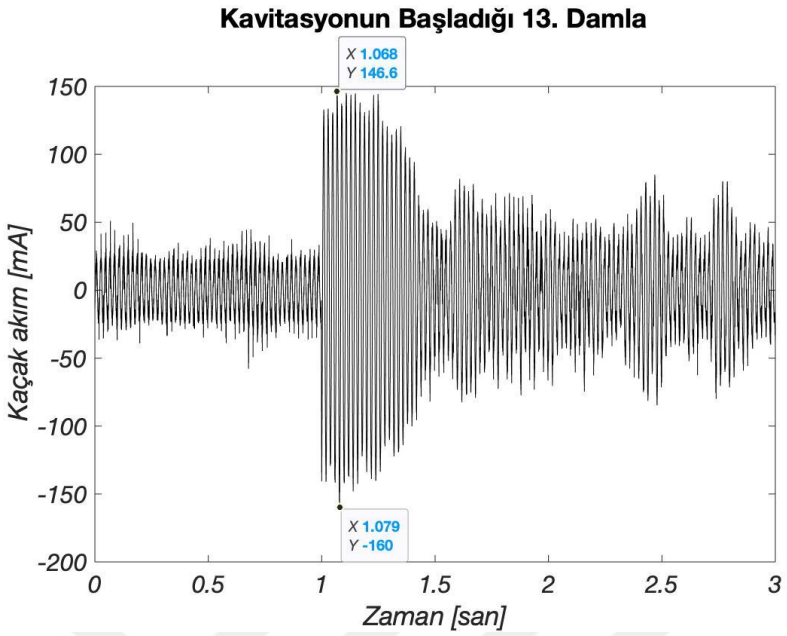
Şekil 4.102: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



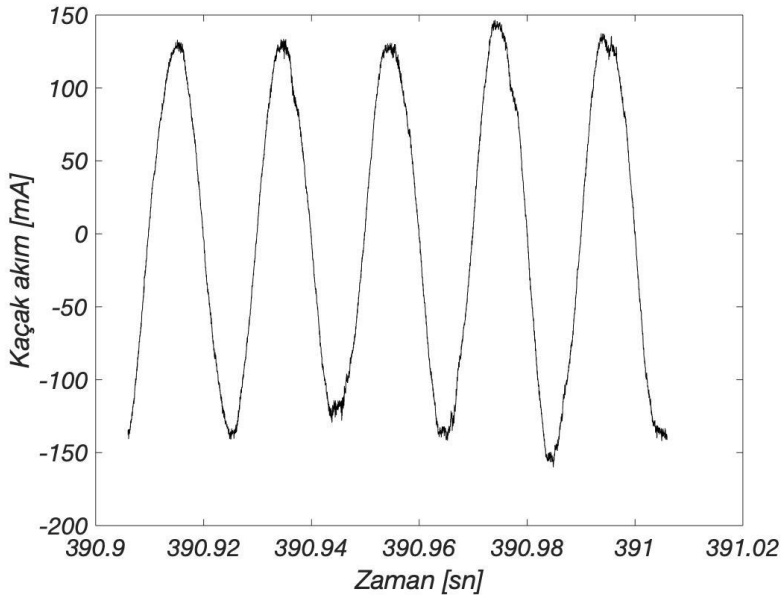
Şekil 4.103: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.54: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,87459336	3,39290433	2,54979747	1,08125693	1,14214669



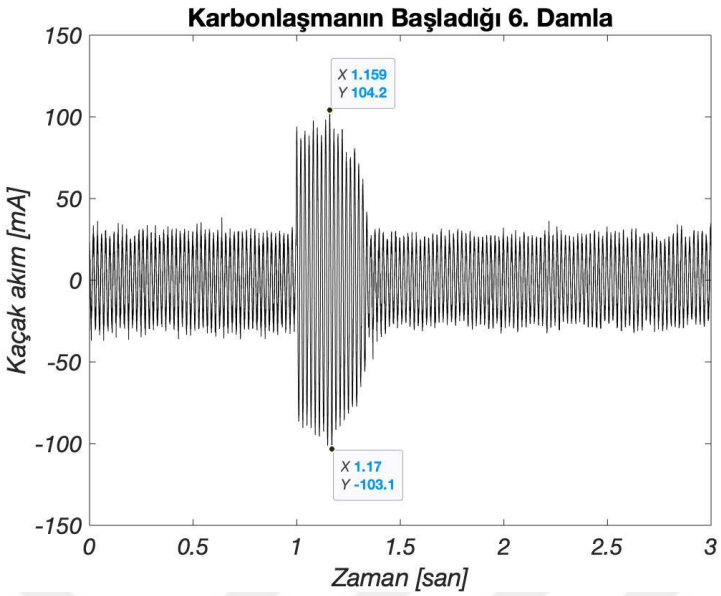
Şekil 4.104: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



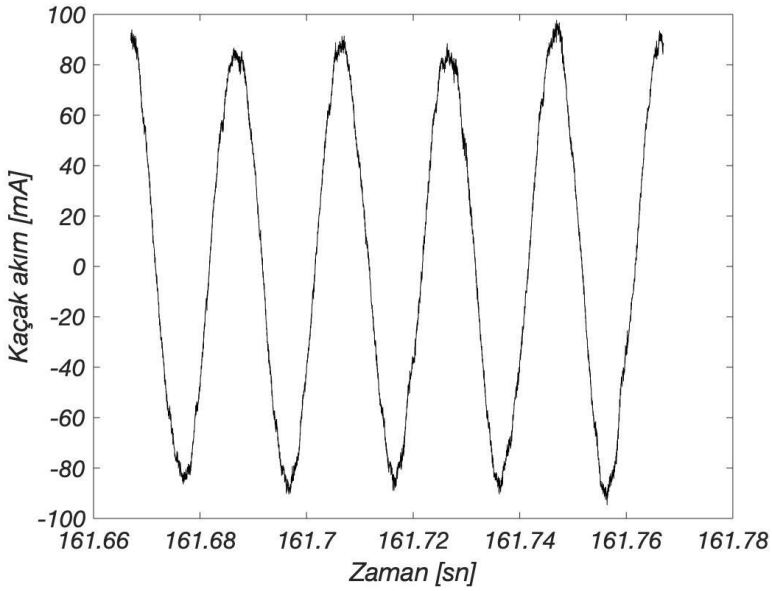
Şekil 4.105: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.55: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,62872308	3,56590838	2,03353025	1,2621258	0,93207421



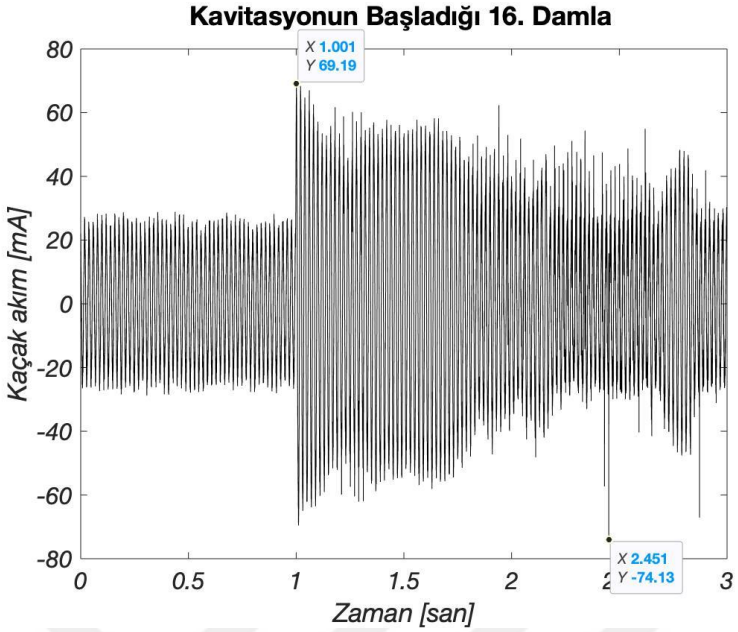
Şekil 4.106: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



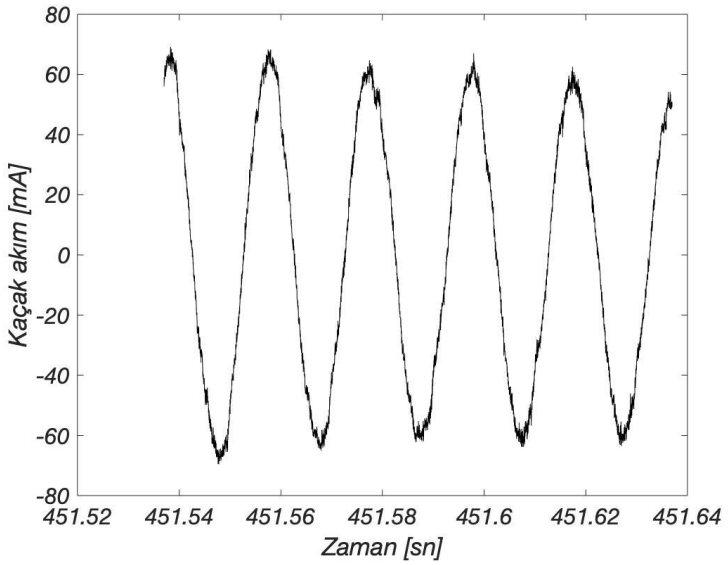
Şekil 4.107: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.56: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	2,38000317	4,5610307	2,32033735	1,587057	1,26238894



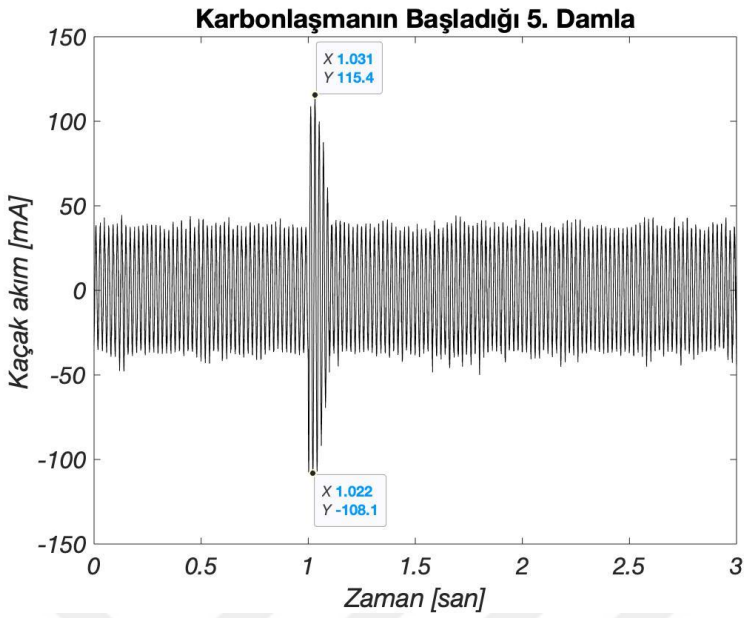
Şekil 4.108: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



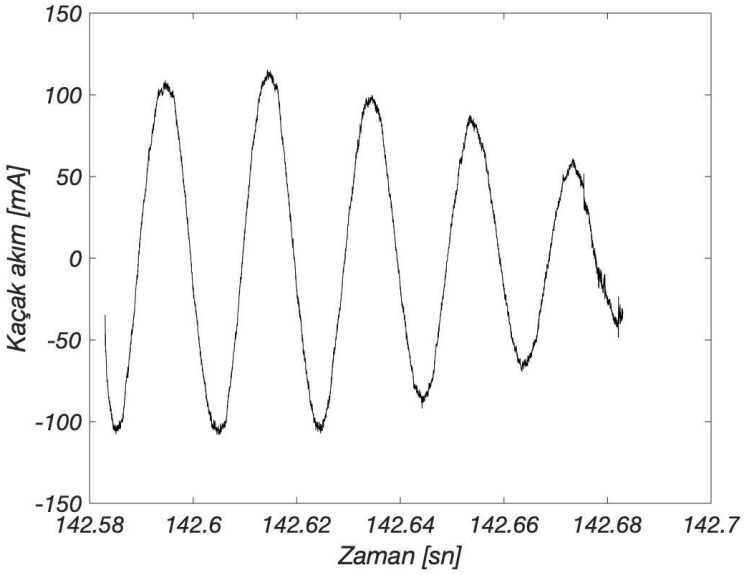
Şekil 4.109: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.57: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,63552112	3,94383806	2,08440599	1,43983307	1,44783549



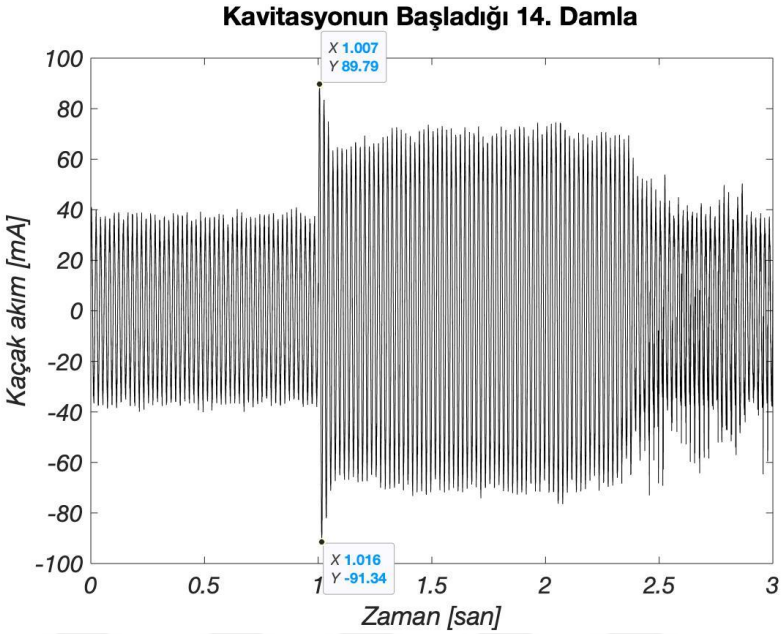
Şekil 4.110: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



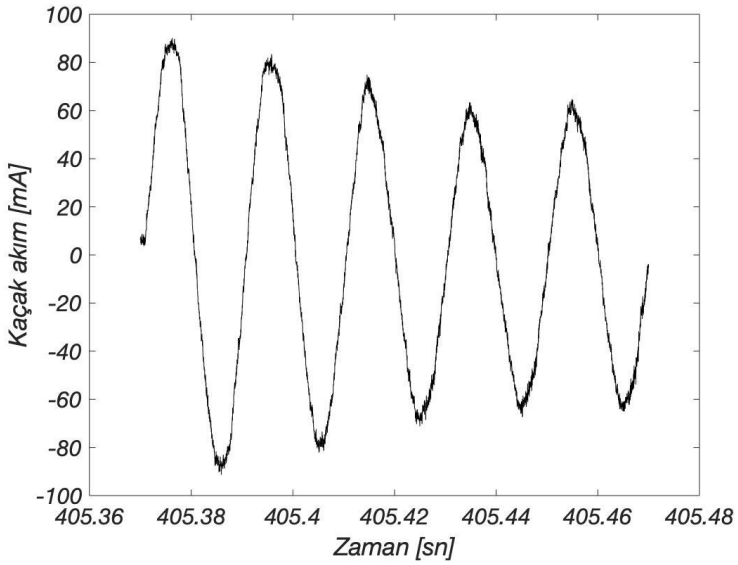
Şekil 4.111: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.58: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,62041108	2,25076521	1,63269811	1,09494914	0,78624342



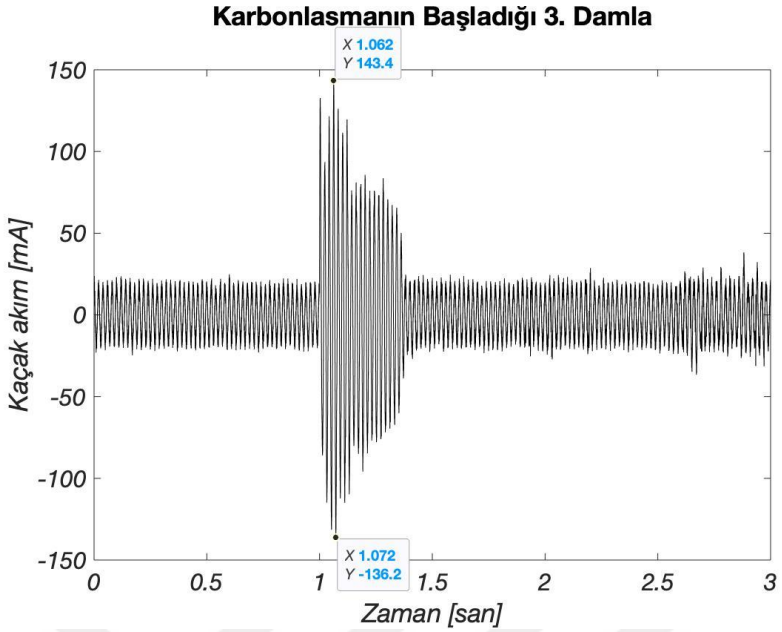
Şekil 4.112: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



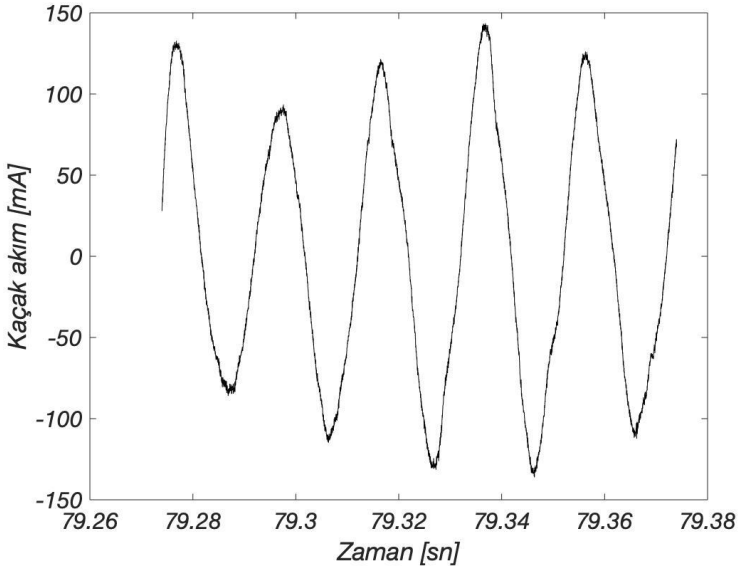
Şekil 4.113: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.59: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,37512402	2,84001538	2,14402676	1,26560496	1,00344969



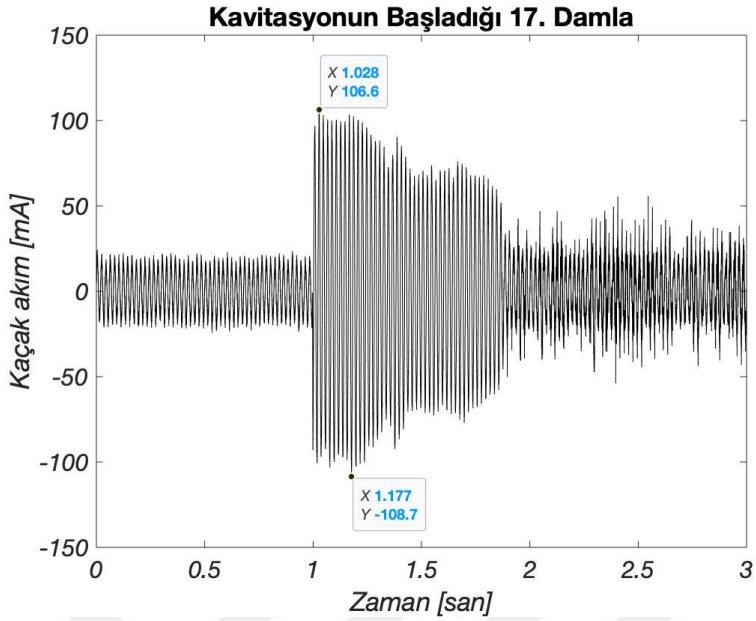
Şekil 4.114: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



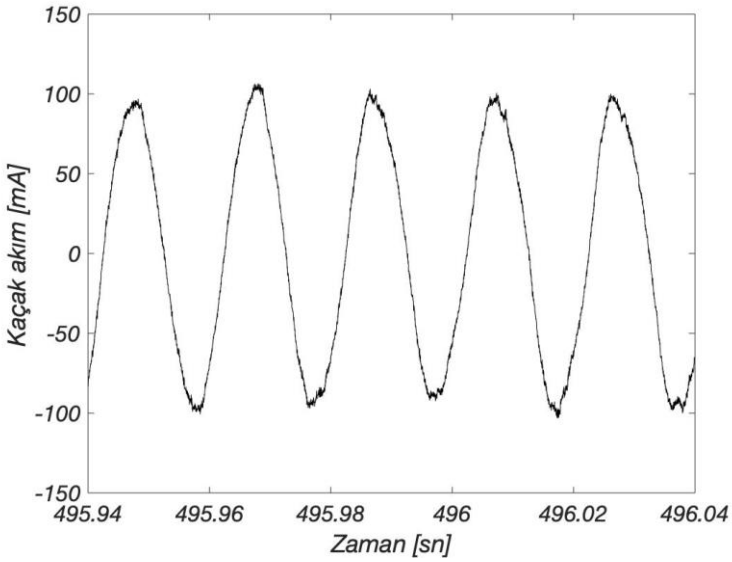
Şekil 4.115: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.60: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,0043852	2,44266936	0,86722965	0,75137926	0,91769834



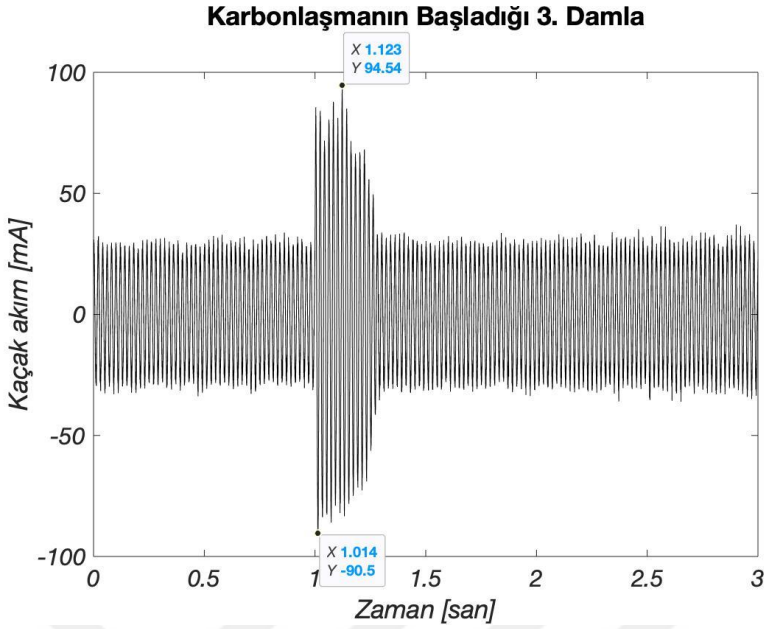
Şekil 4.116: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



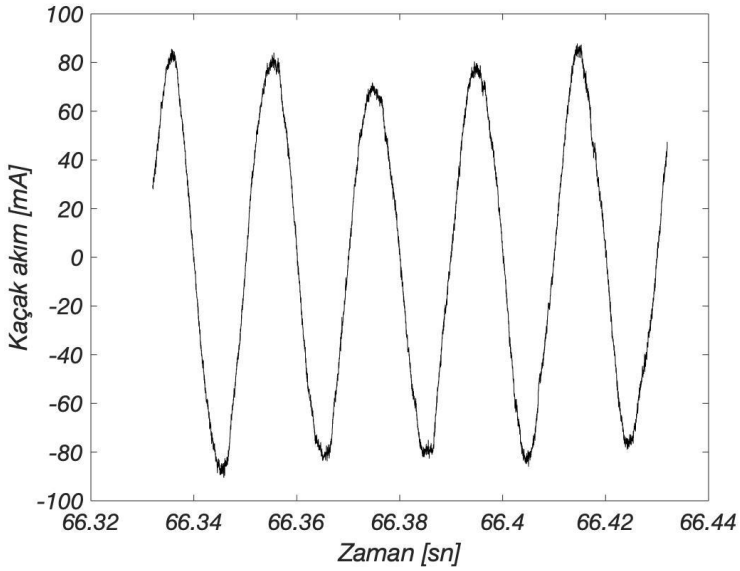
Şekil 4.117: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.61: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,15031954	3,0228904	1,93831869	1,10352507	0,7737029



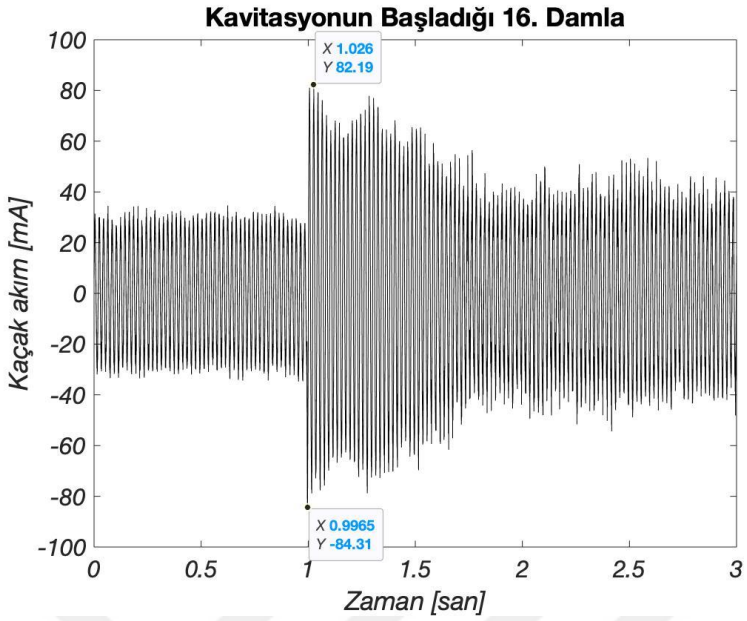
Şekil 4.118: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



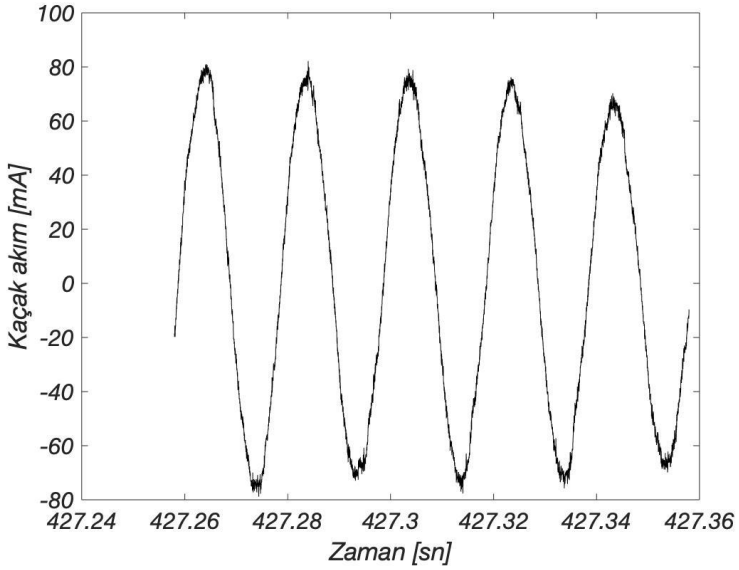
Şekil 4.119: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.62: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,37634712	1,43990719	0,97817468	0,84182628	0,66343447



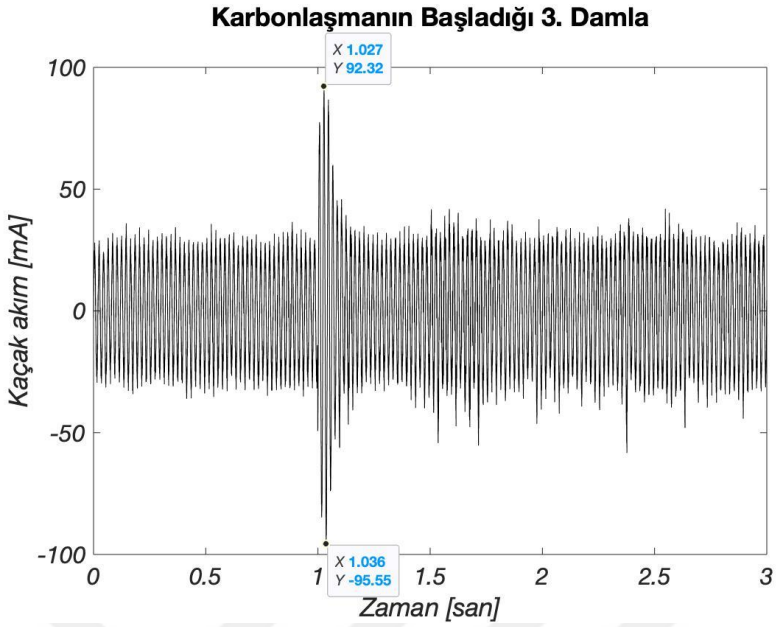
Şekil 4.120: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



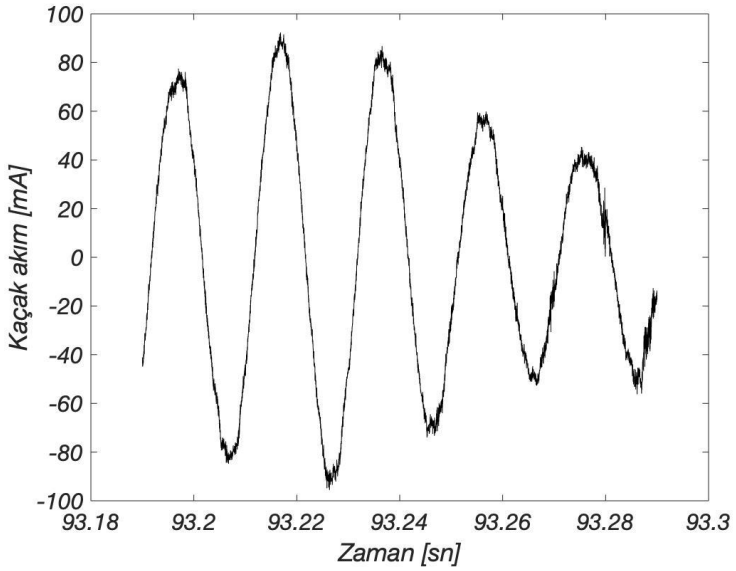
Şekil 4.121: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.63: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,9066803	2,67633622	1,38973196	1,11242452	0,71052043



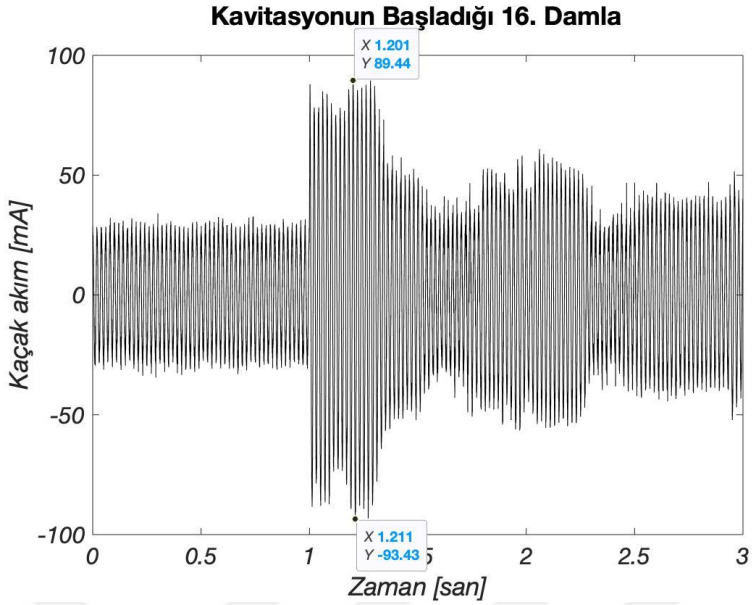
Şekil 4.122: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



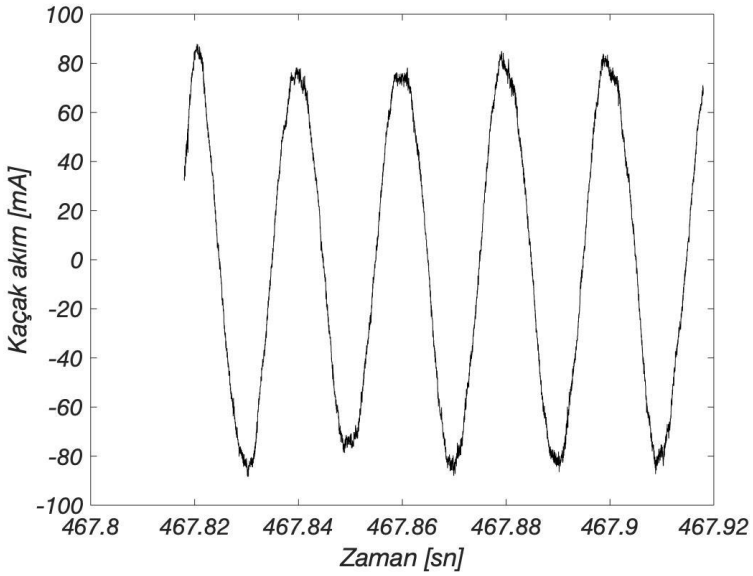
Şekil 4.123: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.64: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,88714751	3,31089137	3,32034684	1,78900418	1,50149884



Şekil 4.124: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



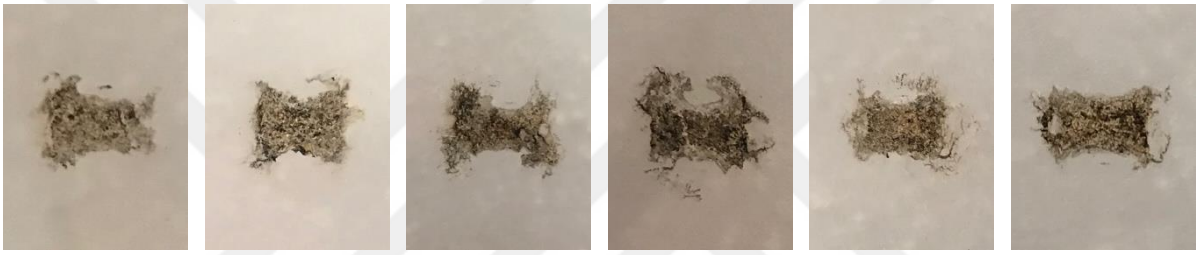
Şekil 4.125: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.65: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,28942126	3,28174929	1,95842263	1,3306773	0,71290784

4.1.2.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti

%1 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 500V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 500V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %1 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.126'da verilmiştir.

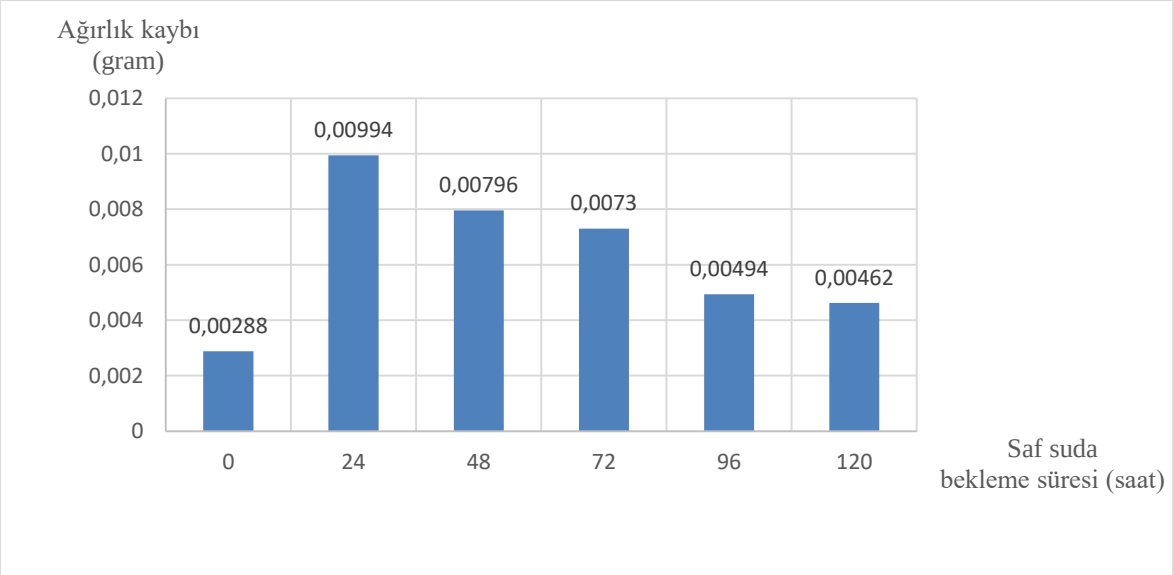


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.126: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi.

Tablo 4.66'da 500V gerilim seviyesi için %1 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.66: %1 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.127'de %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.128'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.67'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.129'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.130'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.68'de verilmiştir.

Şekil 4.131'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.132'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.69'da özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.133'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.134'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.70'de verilmiştir.

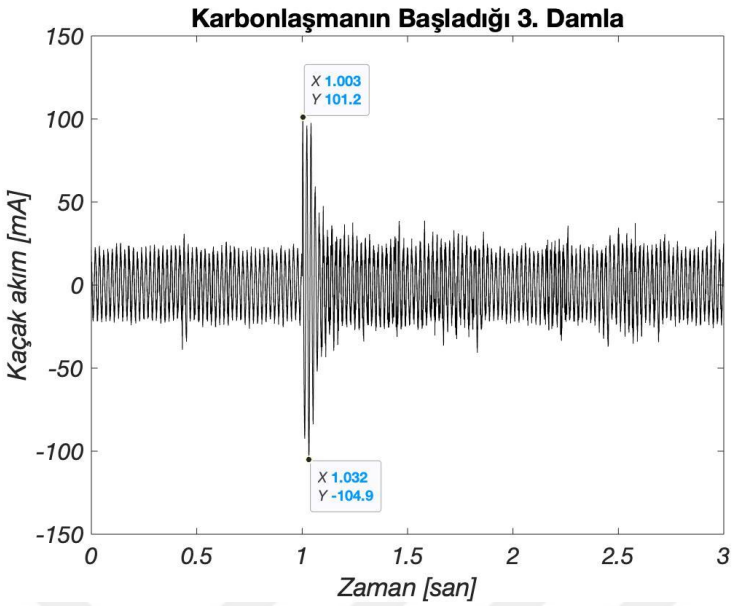
Şekil 4.135'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.136'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.71'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.137'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.138'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.72'de verilmiştir.

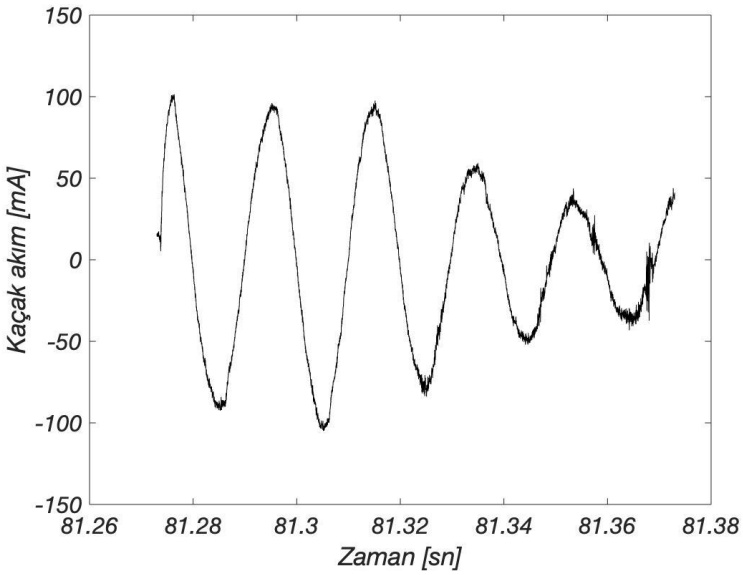
Şekil 4.139'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.140'ta verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.73'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.141'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.142'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.74'te verilmiştir.

Şekil 4.143'te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.144'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.75'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.145'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.146'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.76'da verilmiştir.

Şekil 4.147'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.148'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.77'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.149'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.150'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.78'de verilmiştir.



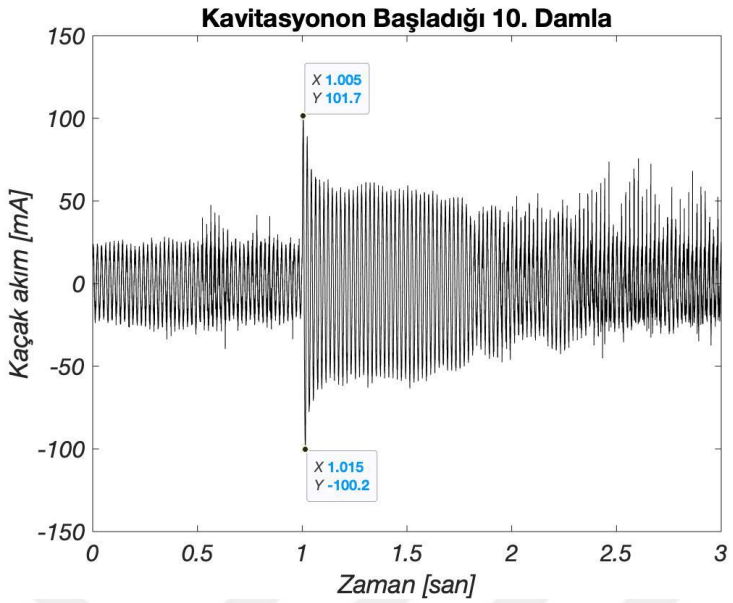
Şekil 4.127 : %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



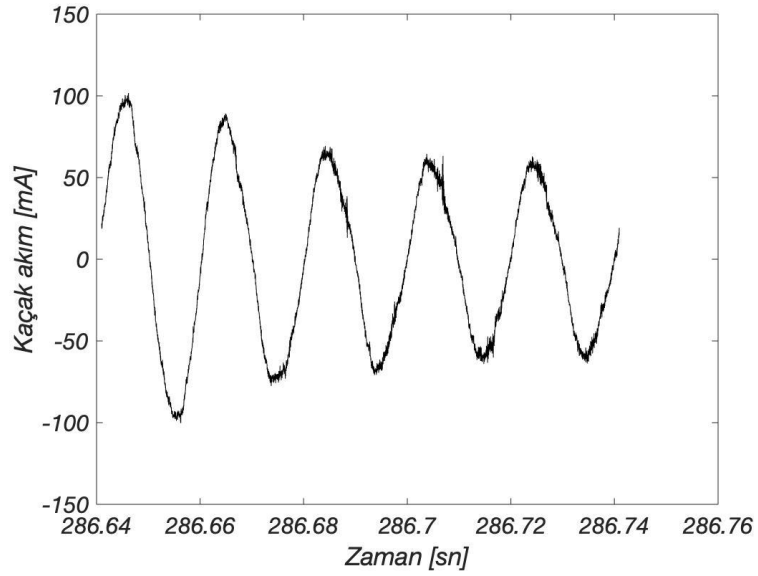
Şekil 4.128: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.67: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,97810281	4,1518375	1,92732056	1,23574844	1,01536198



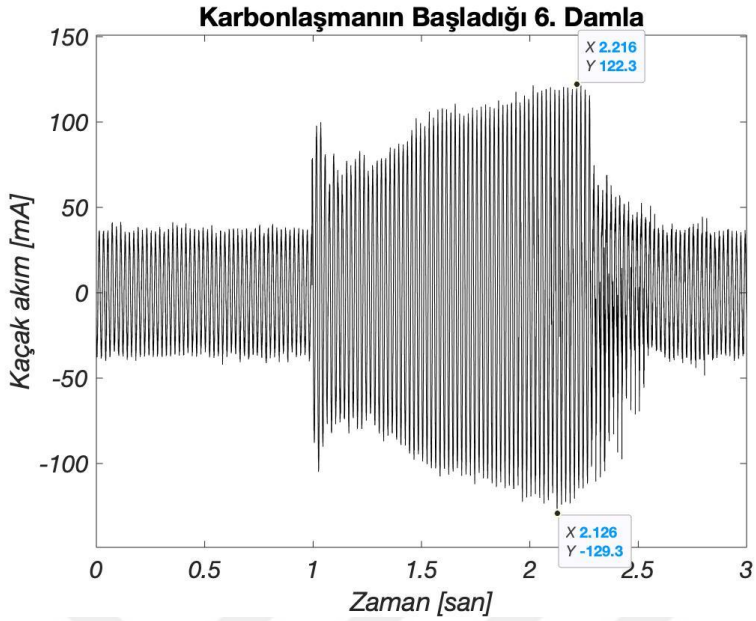
Şekil 4.129: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



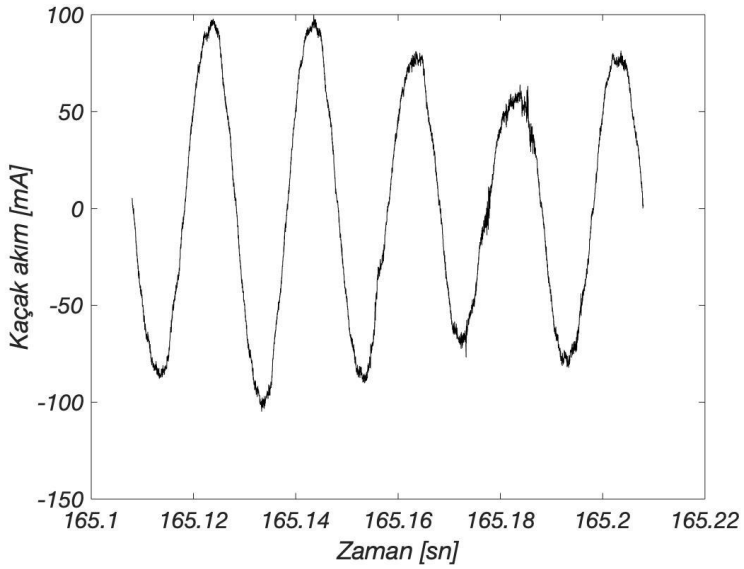
Şekil 4.130: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.68: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,16912859	2,38924183	1,33259521	1,33868335	1,03979804



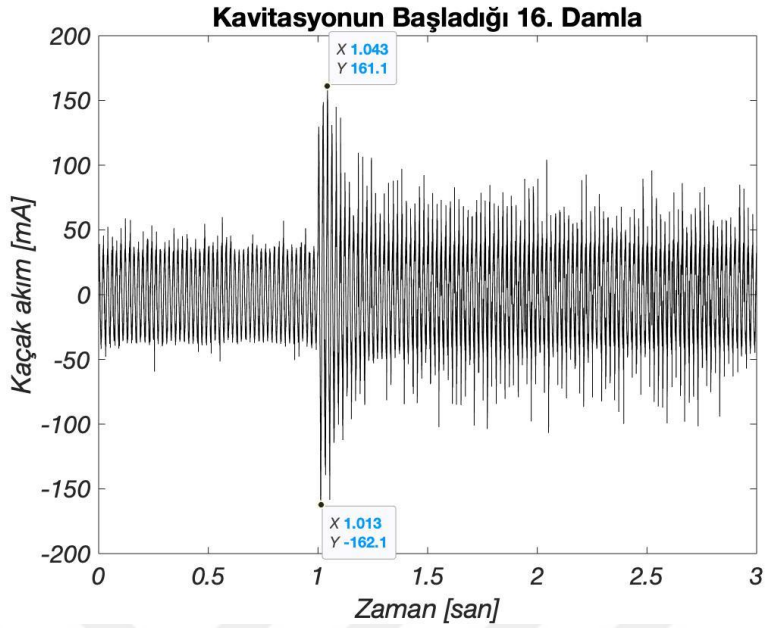
Şekil 4.131: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



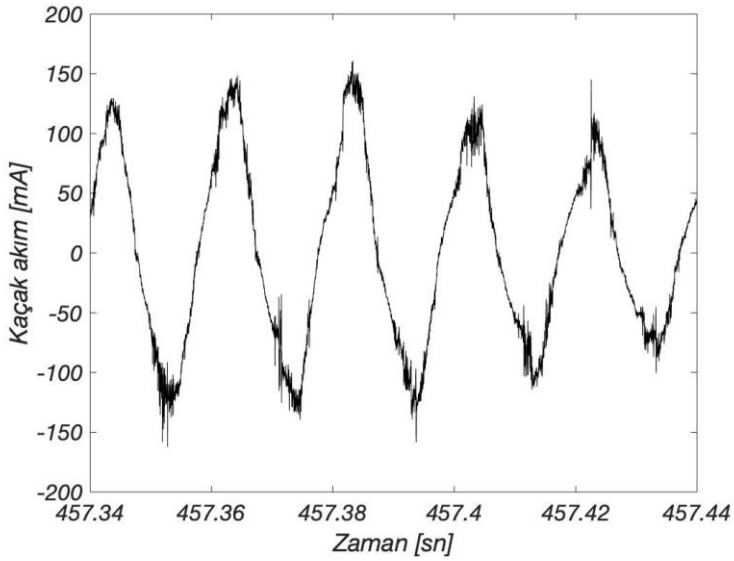
Şekil 4.132: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.69: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	12,6800438	6,42526399	2,75880986	1,65434131	1,29884049



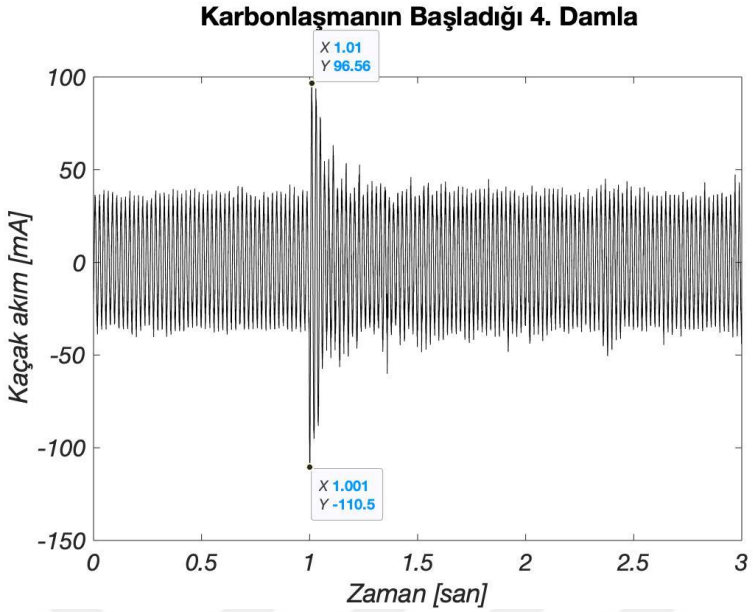
Şekil 4.133: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



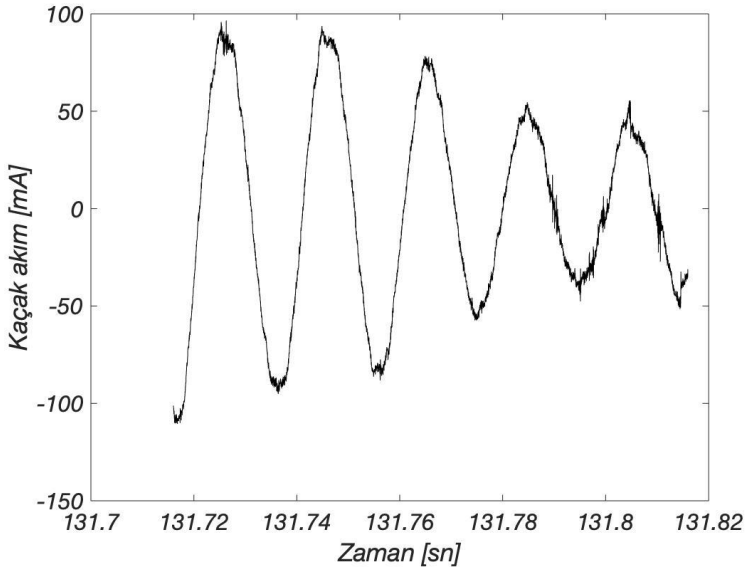
Şekil 4.134: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.70: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	15,9132537	3,01181331	1,94222492	2,09276803	1,18969954



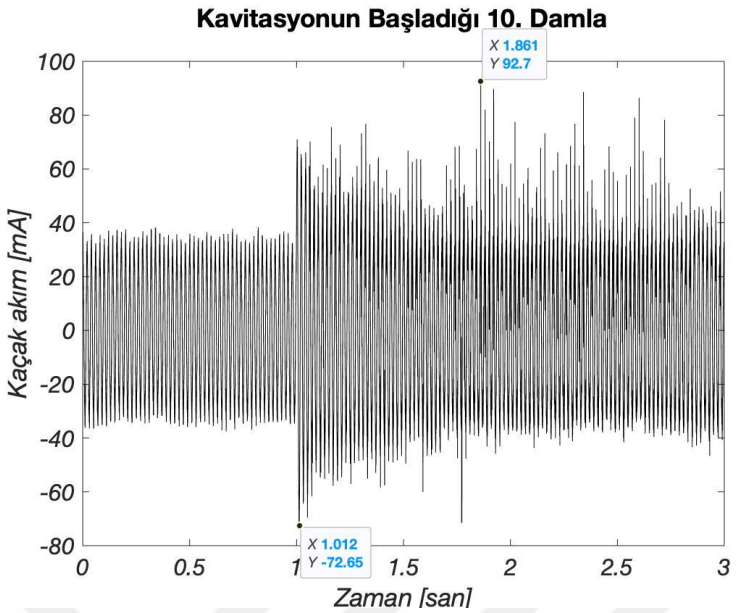
Şekil 4.135: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



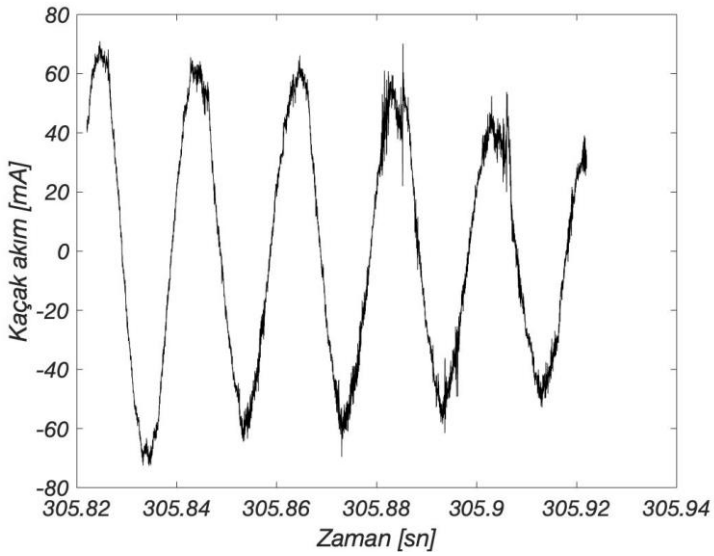
Şekil 4.136: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.71: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,47183906	4,3684775	2,73924781	2,0267002	1,84002071



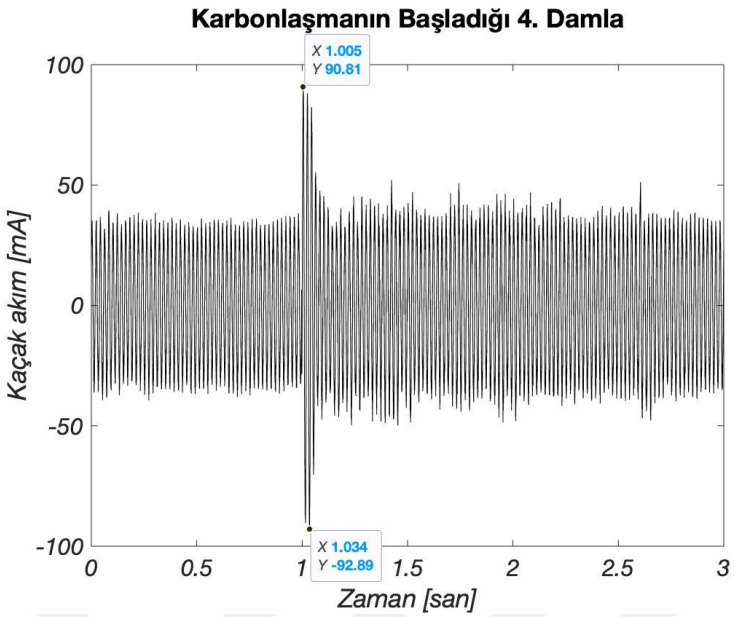
Şekil 4.137: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



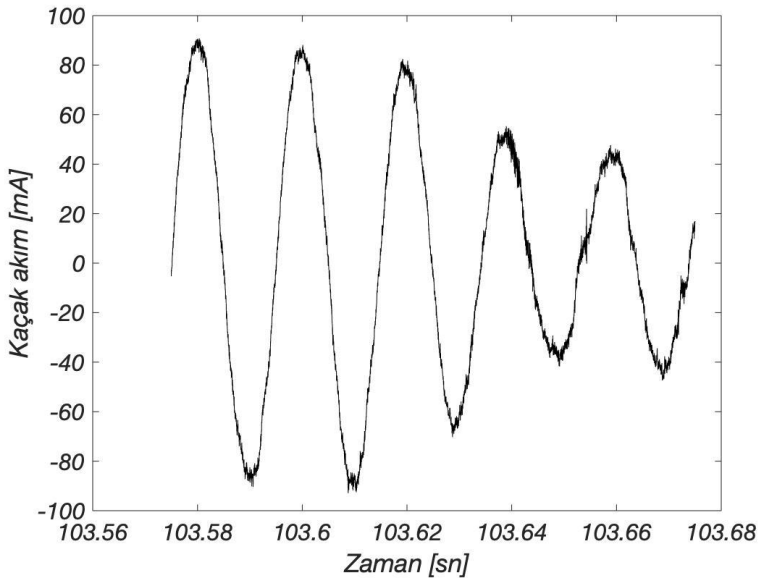
Şekil 4.138: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.72: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,05192354	4,85709109	4,11796471	2,0594221	2,11113632



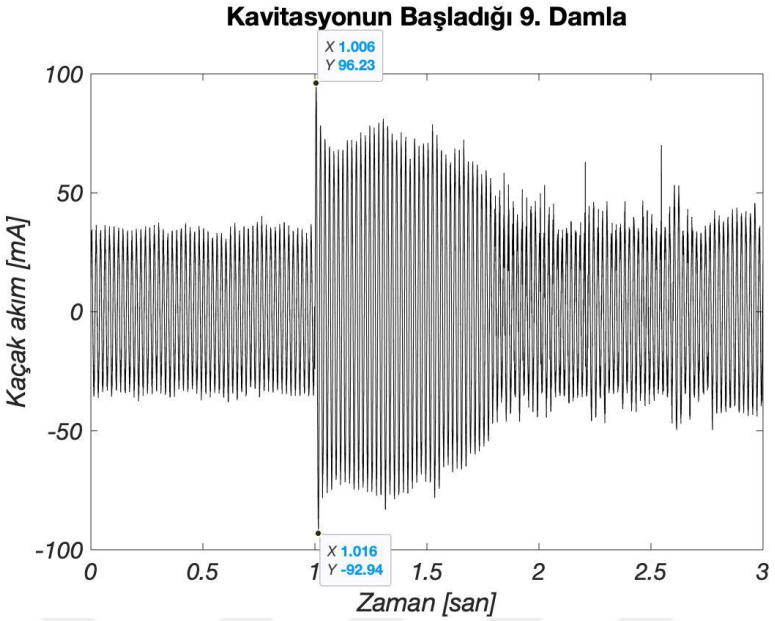
Şekil 4.139: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



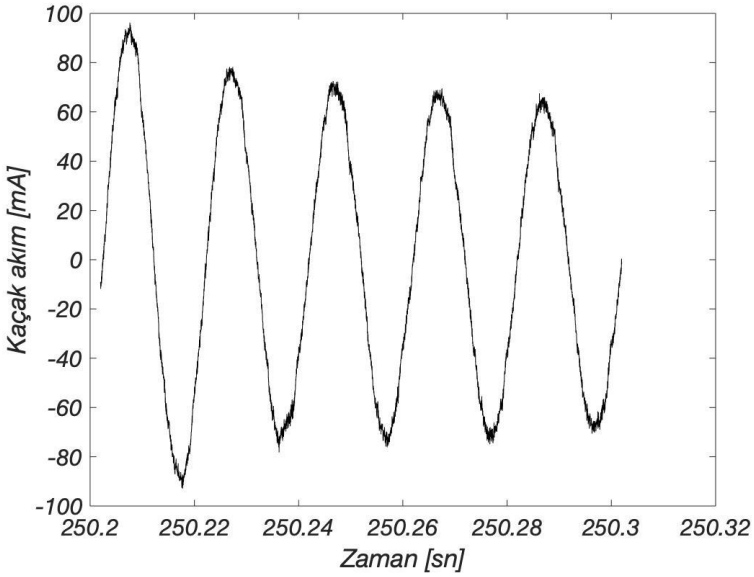
Şekil 4.140: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.73: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,26090764	3,84244557	2,26096095	1,82534061	1,30335778



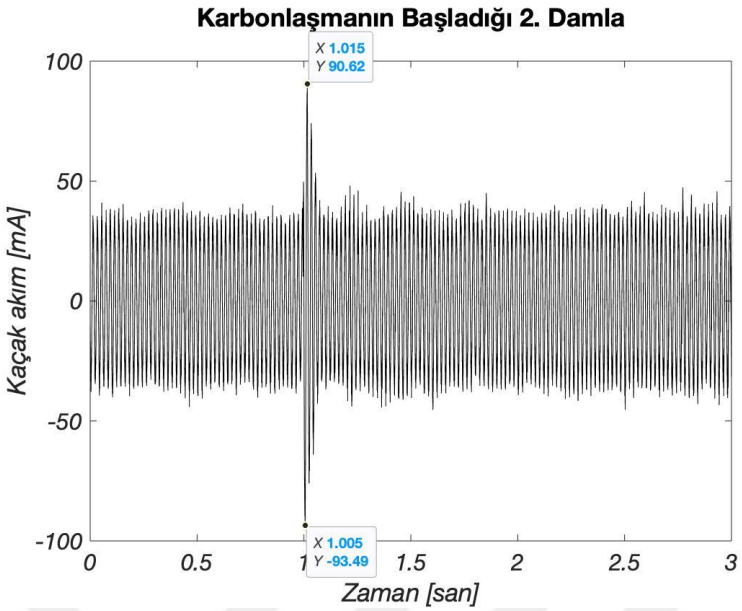
Şekil 4.141: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



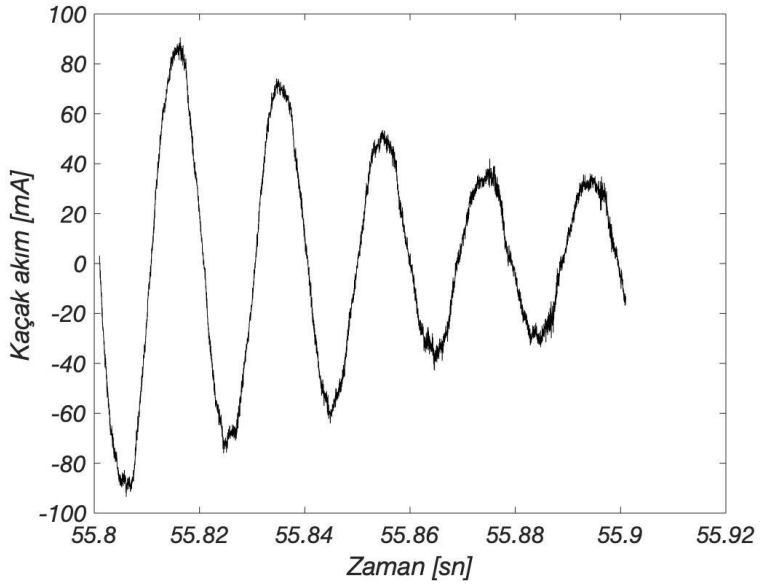
Şekil 4.142: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.74: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,59711793	2,97326936	2,00185321	1,44916976	0,90097967



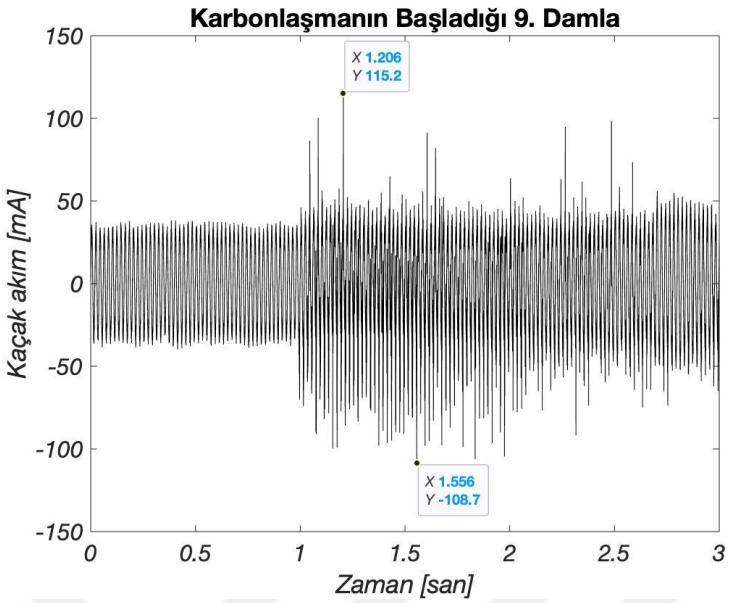
Şekil 4.143: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



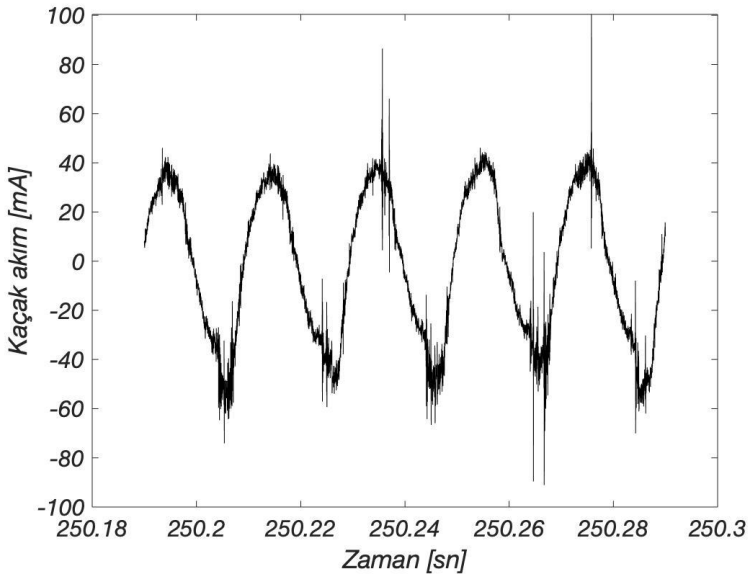
Şekil 4.144: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.75: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,95764656	3,27456196	2,18920017	2,02400858	1,03688364



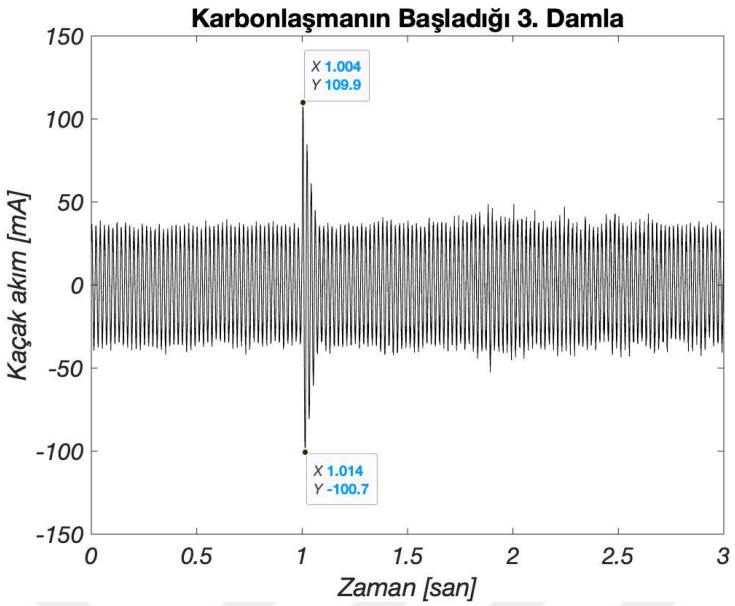
Şekil 4.145: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



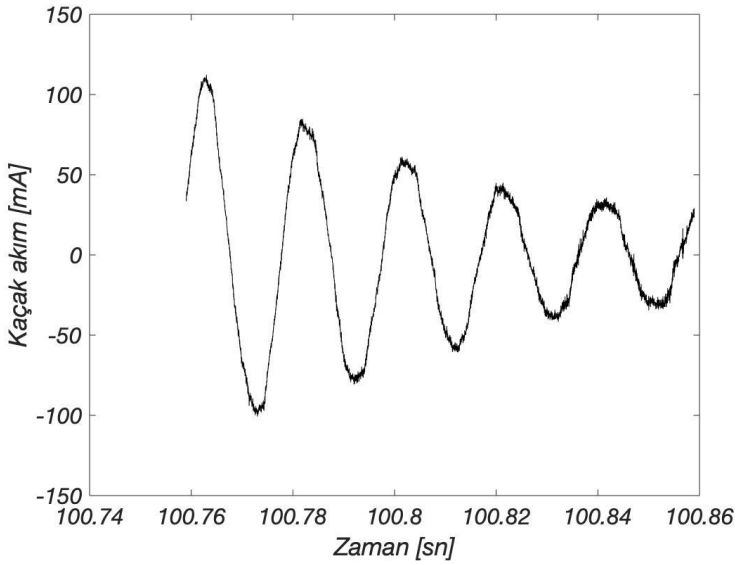
Şekil 4.146: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.76: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	15,1544221	5,63127645	3,0062468	2,75446037	2,04071865



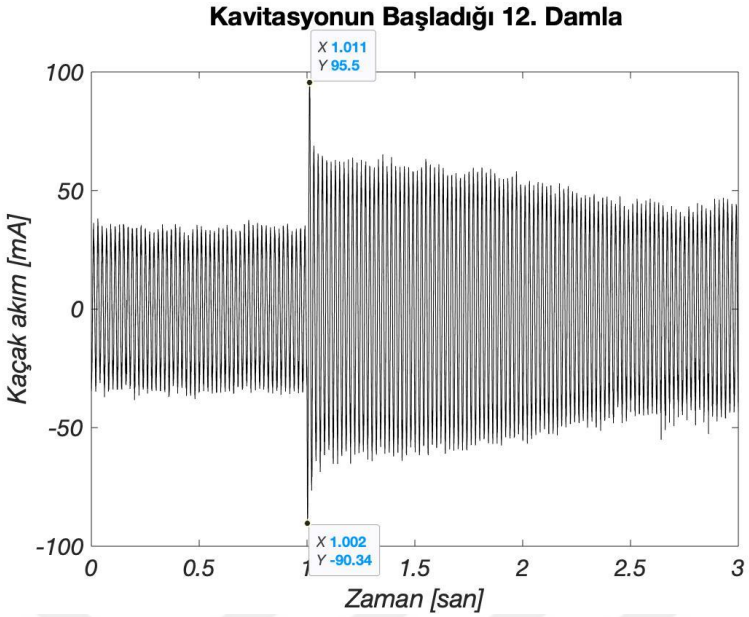
Şekil 4.147: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



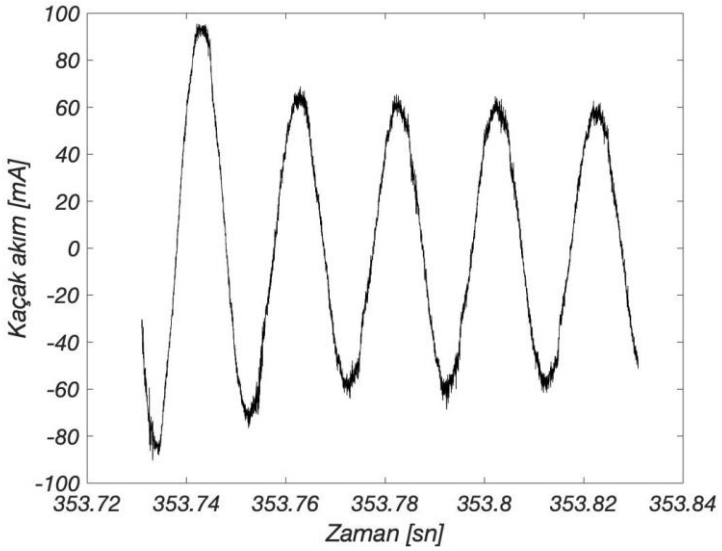
Şekil 4.148: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.77: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,03150945	3,59419301	2,16573169	1,92483975	1,16526761



Şekil 4.149: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



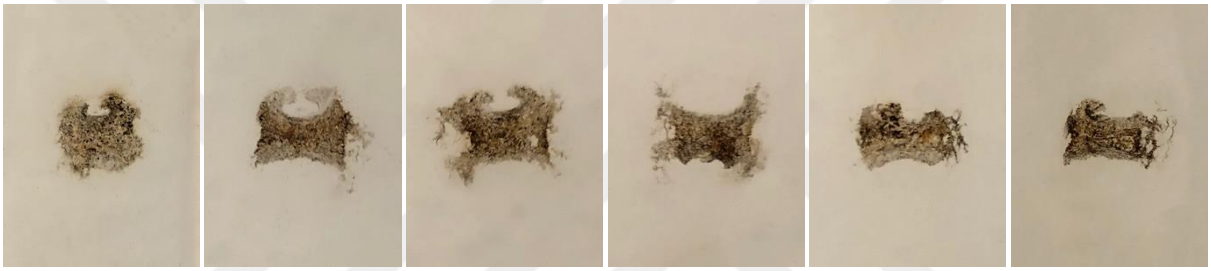
Şekil 4.150: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.78: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,20801818	2,50460962	2,11443283	1,59395925	1,10017297

4.1.2.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti

%3 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 500V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 500V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %3 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.151'de verilmiştir.

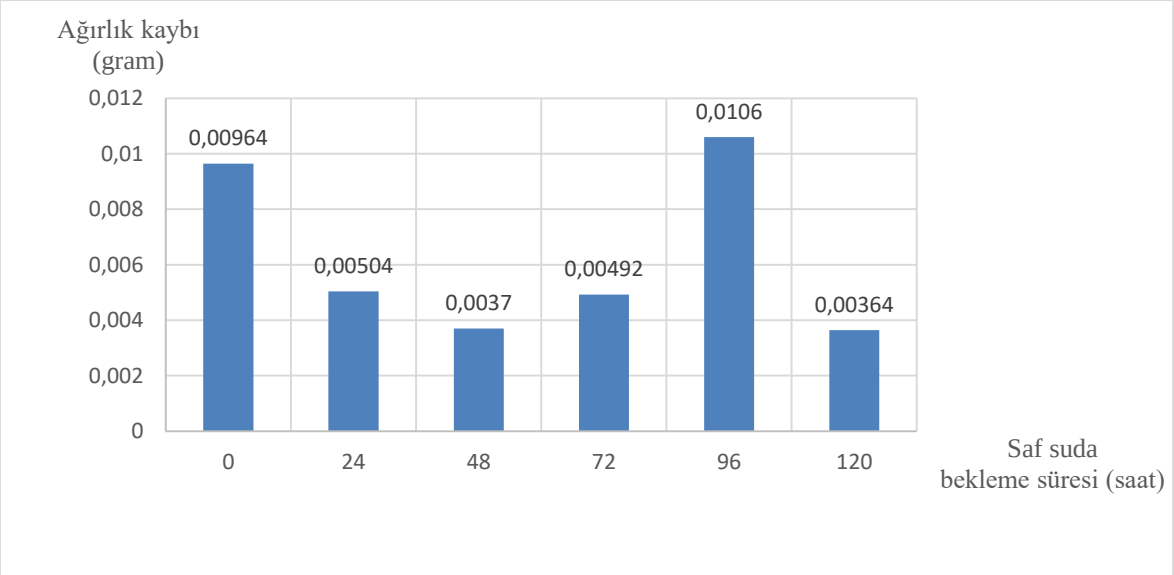


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.151: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %3 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi.

Tablo 4.79'da 500V gerilim seviyesi için %3 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.79: %3 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.152'de %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.153'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.80'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.154'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.155'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.81'de verilmiştir.

Şekil 4.156'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.157'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.82'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.158'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.159'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.83'te verilmiştir.

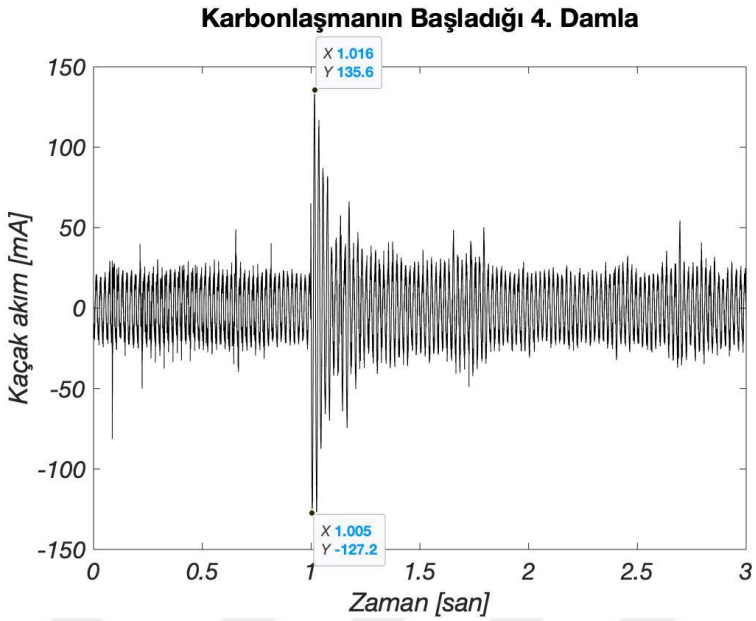
Şekil 4.160'ta 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.161'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.84'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.162'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.163'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.85'te verilmiştir.

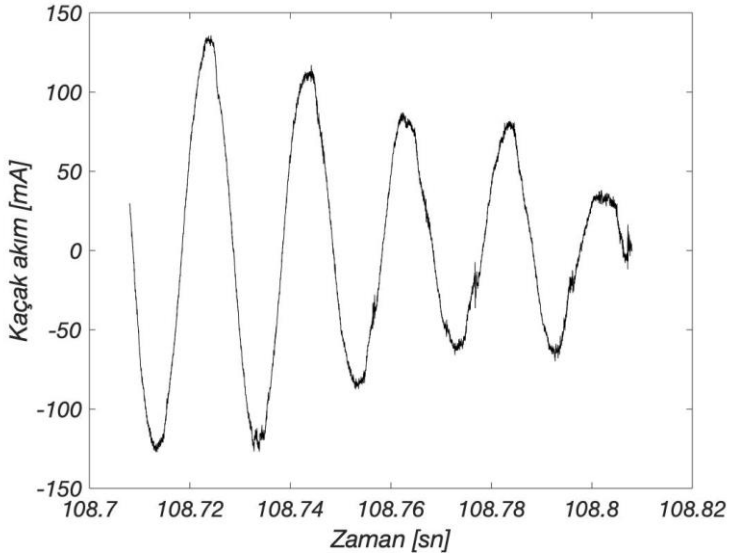
Şekil 4.164'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.165'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.86'da özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.166'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.167'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.87'de verilmiştir.

Şekil 4.168'de 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.169'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.88'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.170'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.171'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.89'da verilmiştir.

Şekil 4.172'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.173'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.90'da özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.174'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.175'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.91'de verilmiştir.



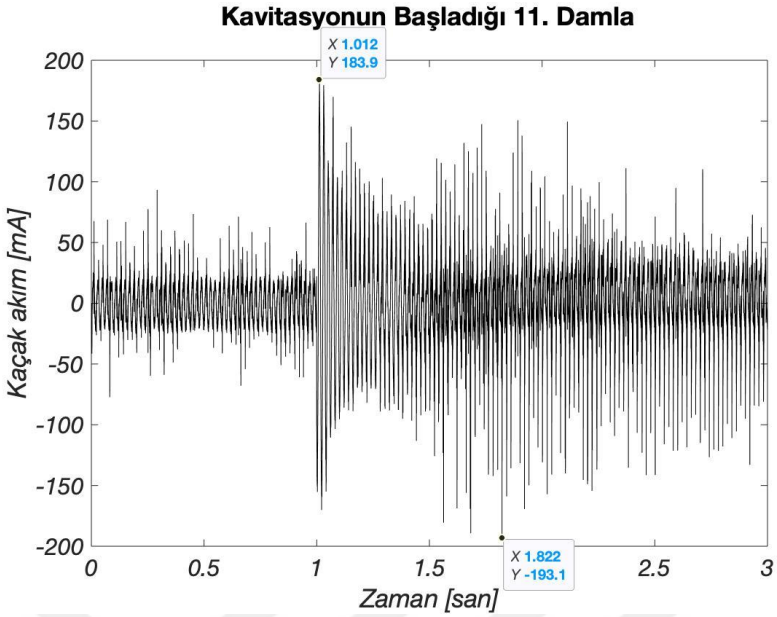
Şekil 4.152: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



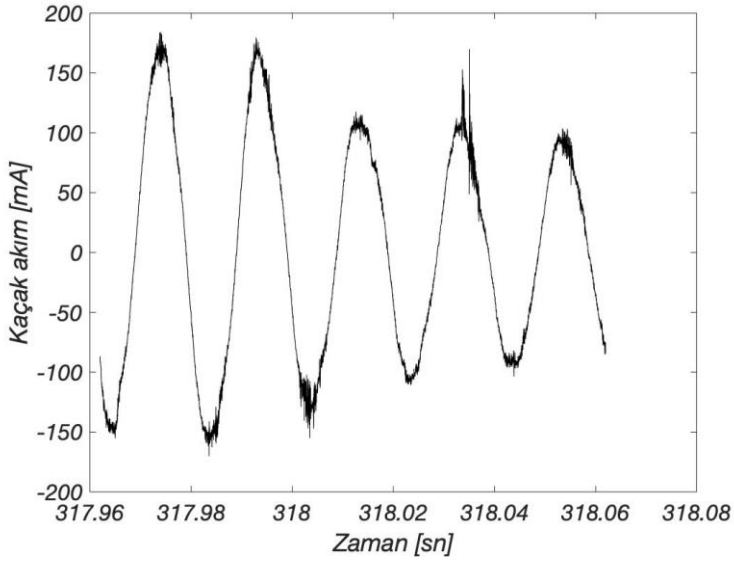
Şekil 4.153: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.80: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,95976233	5,14572532	2,25919758	1,16903868	0,7141878



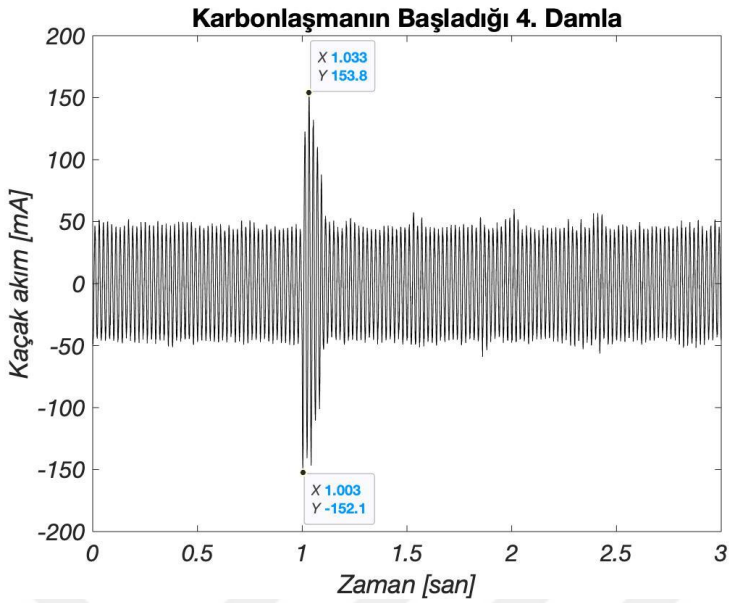
Şekil 4.154: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



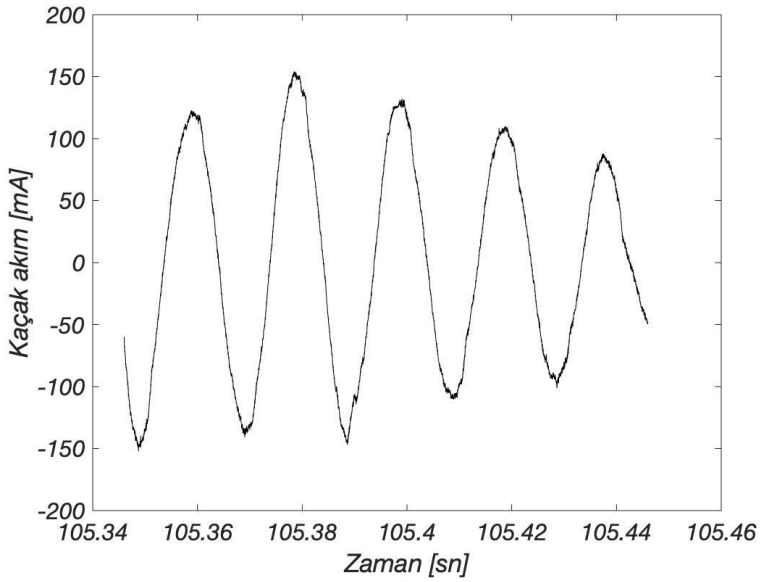
Şekil 4.155: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.81: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	11,266747	6,06424696	2,91140776	2,31146759	1,72276619



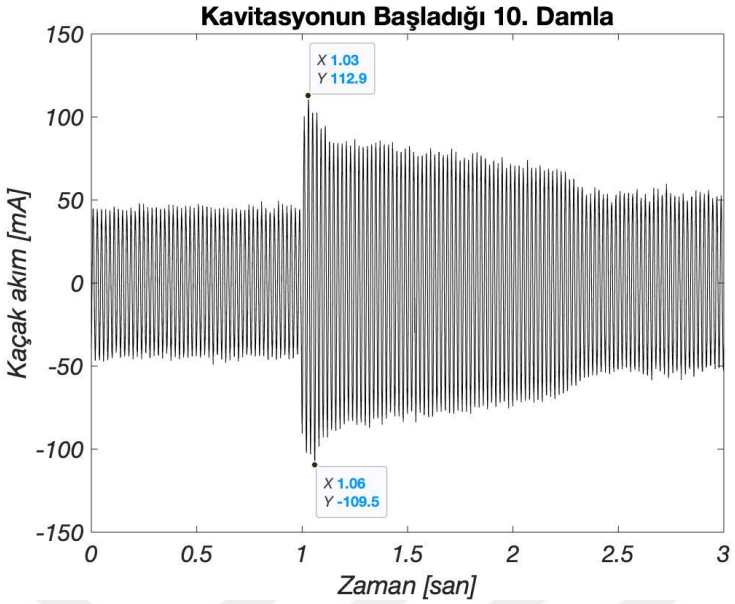
Şekil 4.156: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



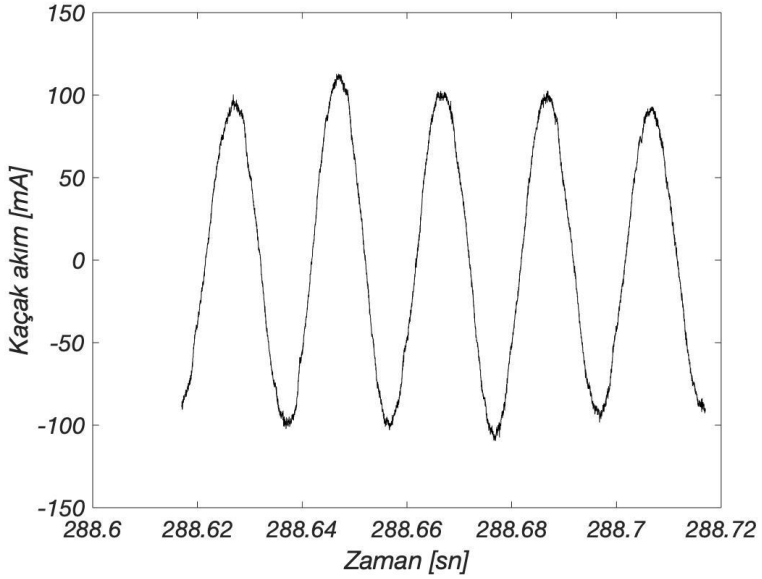
Şekil 4.157: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.82: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,89509626	2,37531432	1,23489329	0,95781859	0,93228555



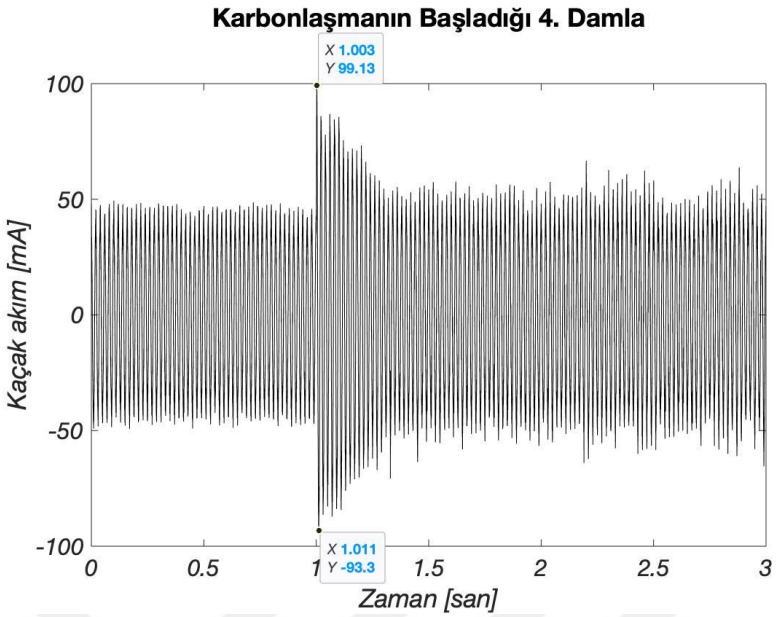
Şekil 4.158: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



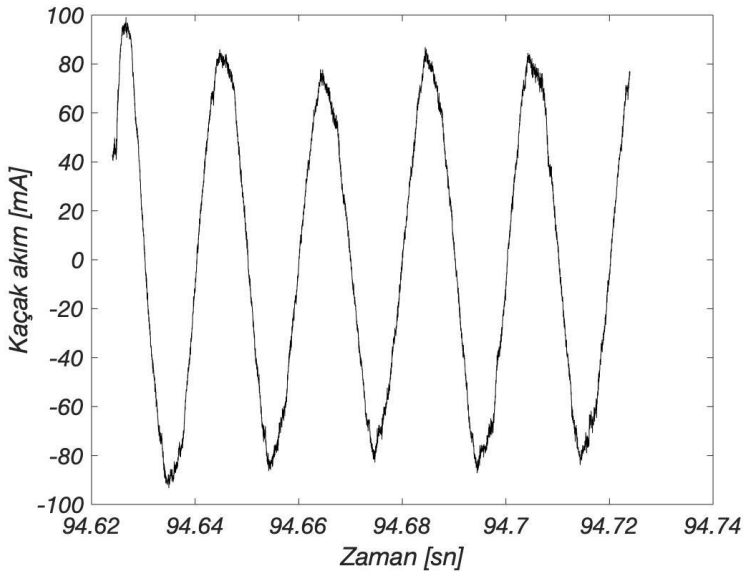
Şekil 4.159: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.83: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,40922709	2,80579625	1,44361402	1,06516852	1,09092756



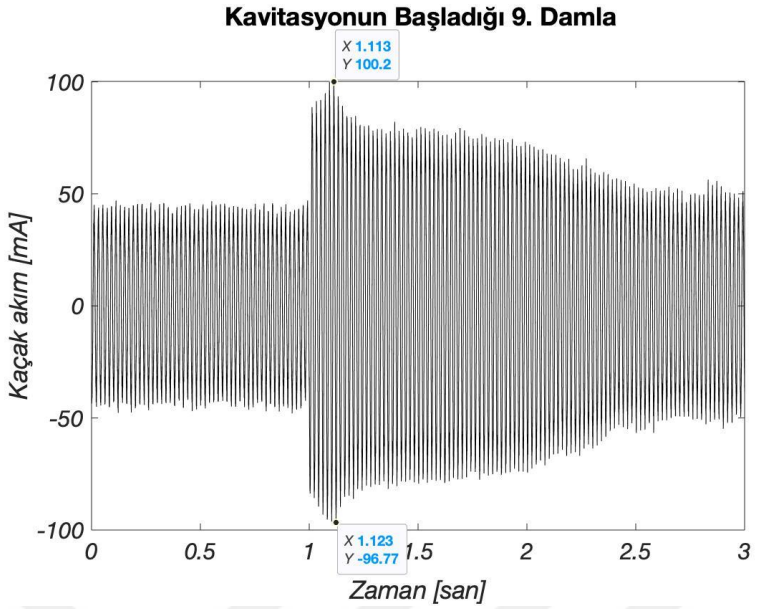
Şekil 4.160: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



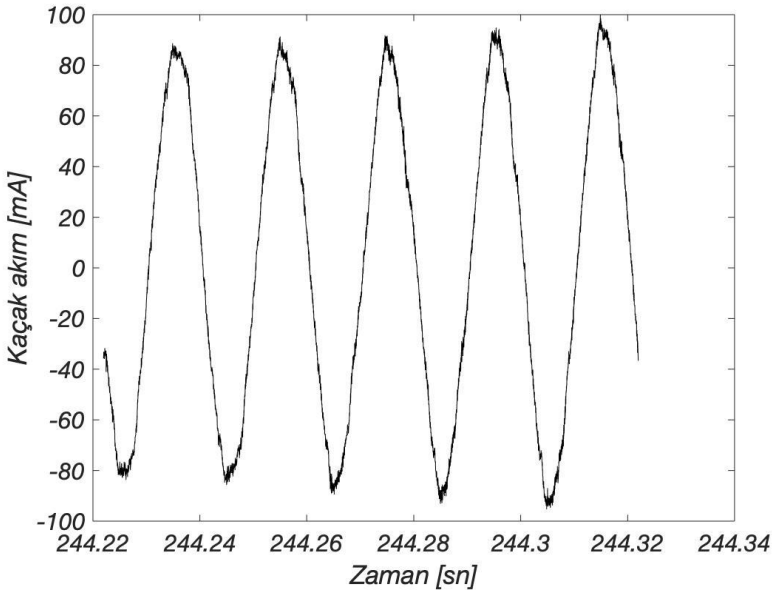
Şekil 4.161: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.84: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,35138225	2,61952969	2,08276457	1,25204337	0,97379913



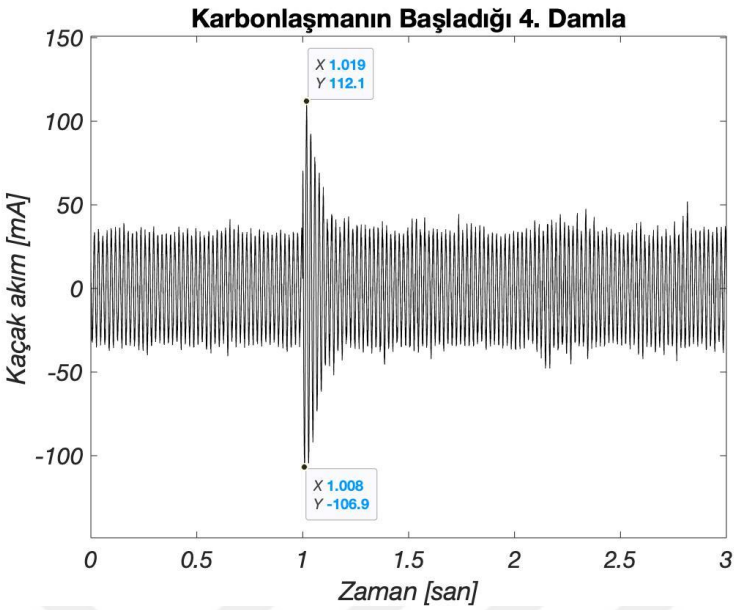
Şekil 4.162: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



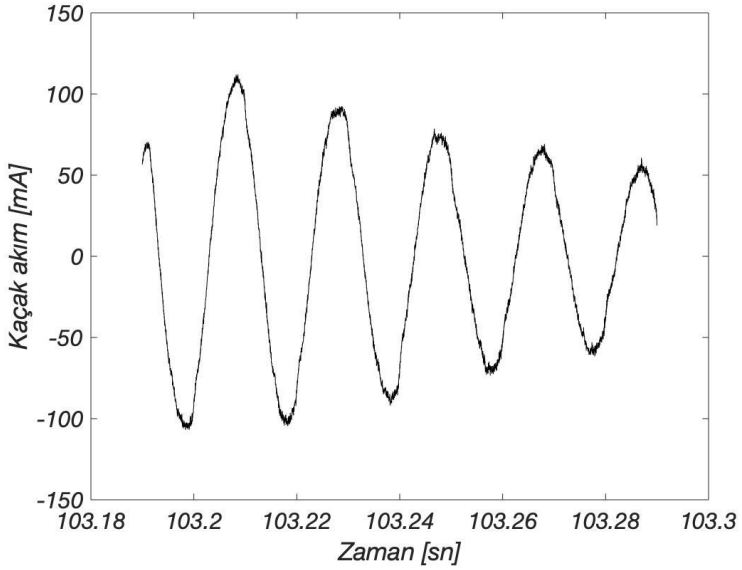
Şekil 4.163: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.85: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,98373187	1,55398387	1,48010705	1,25457327	0,77504029



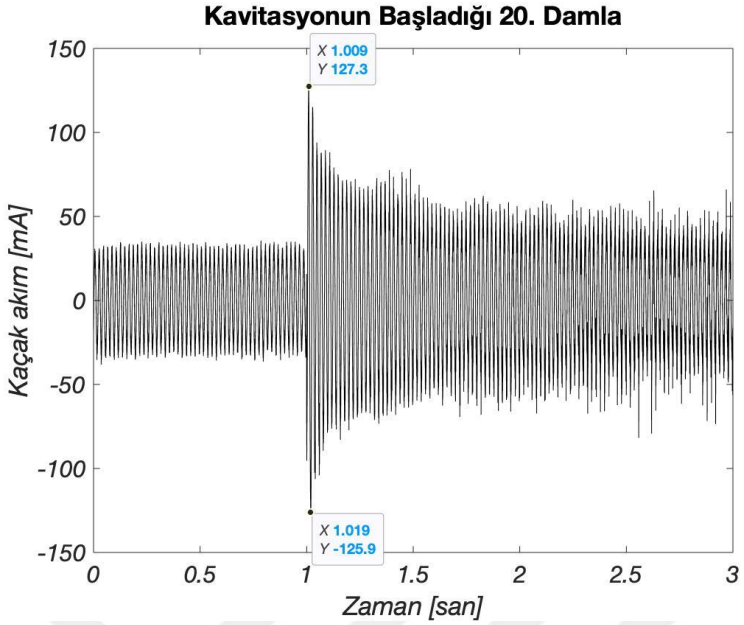
Şekil 4.164: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



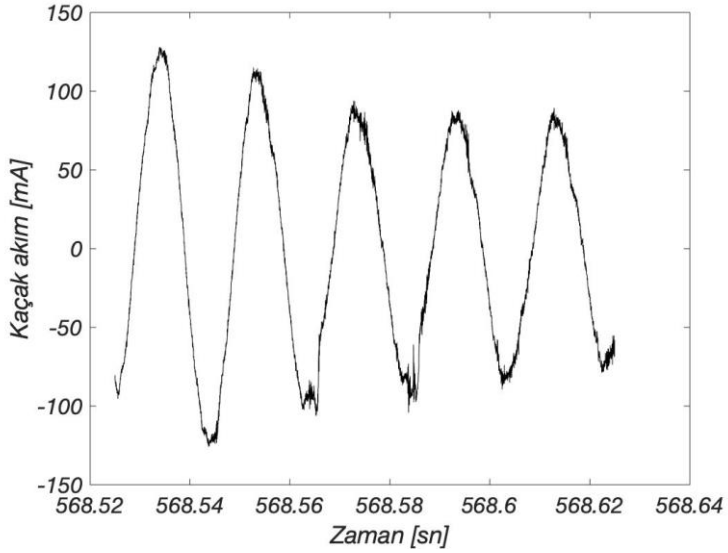
Şekil 4.165: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.86: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,58479567	3,19219955	2,18537738	1,66930967	0,96686694



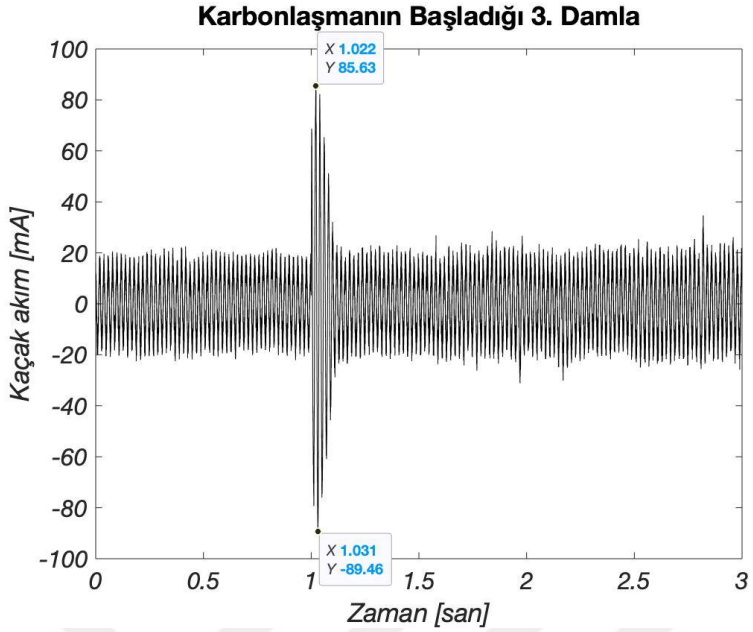
Şekil 4.166: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



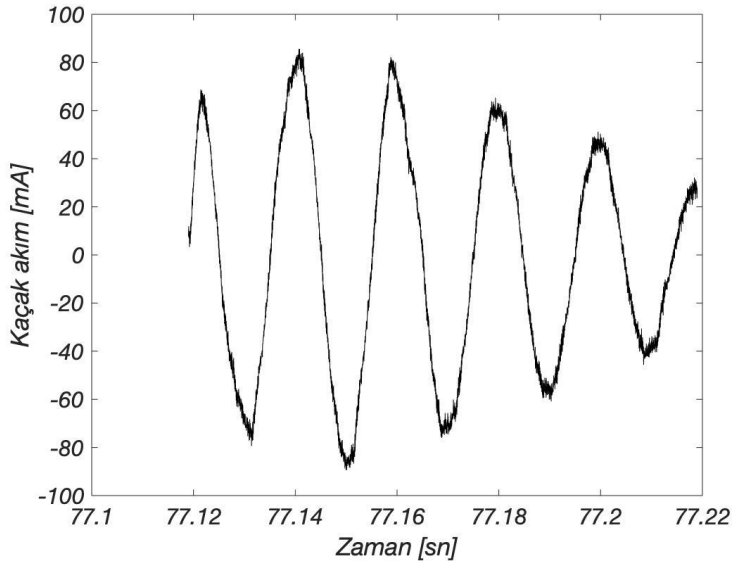
Şekil 4.167: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.87: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,39271402	2,76512562	2,40059773	1,83616745	1,56872906



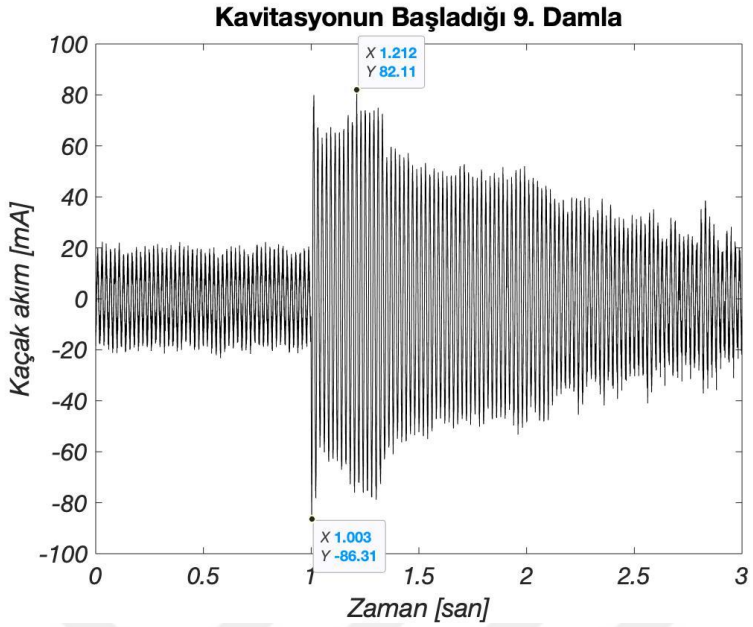
Şekil 4.168: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



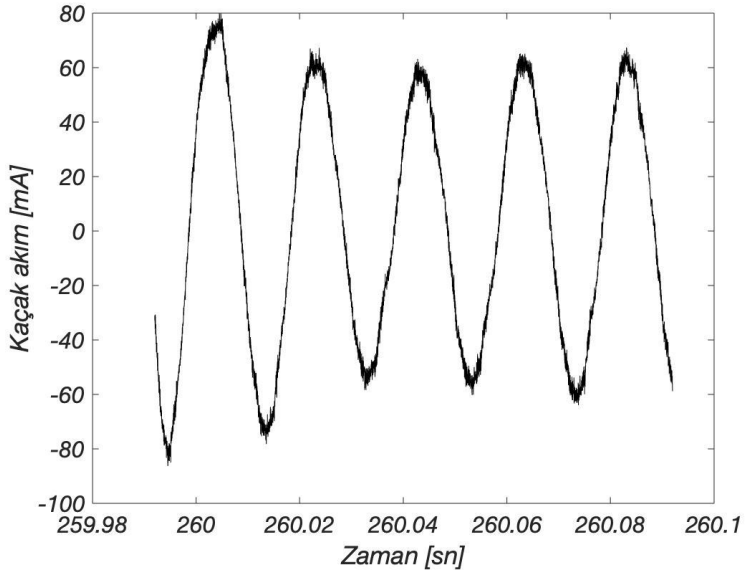
Şekil 4.169: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.88: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,77850434	2,41087936	1,66608763	1,3123038	0,54952043



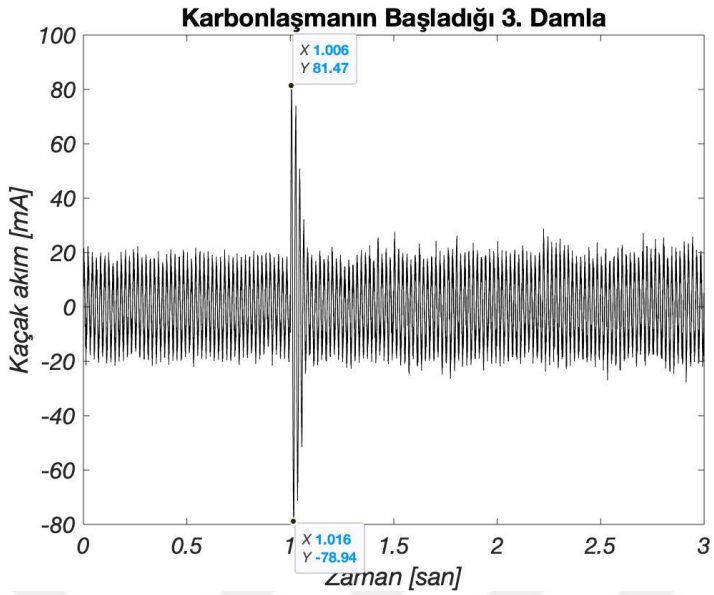
Şekil 4.170: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



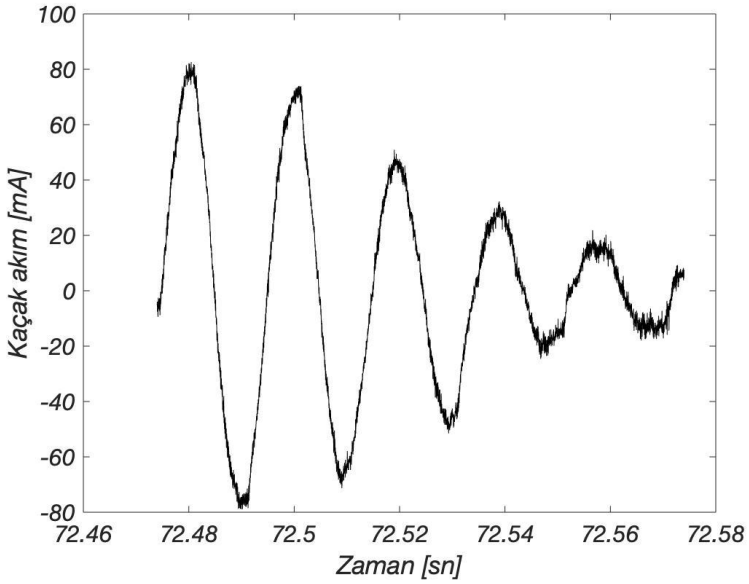
Şekil 4.171: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.89: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,18966756	2,97231316	1,32898322	1,43481036	0,56976127



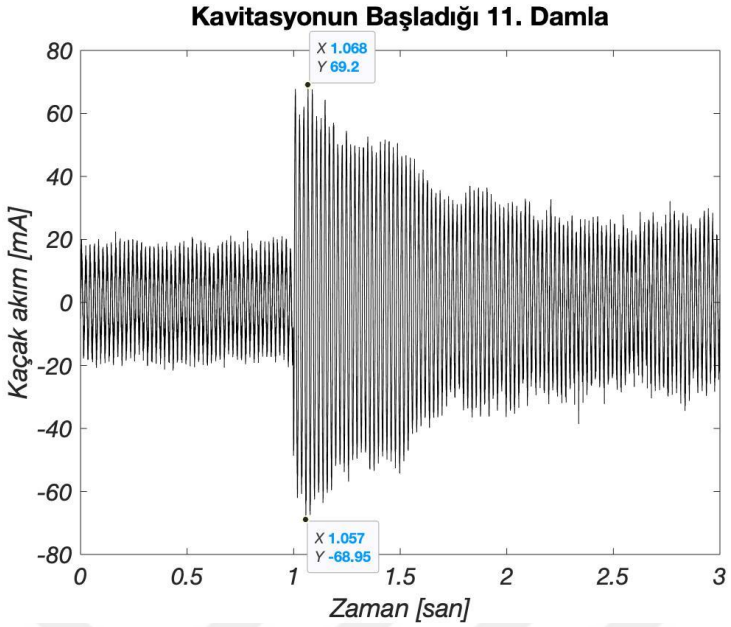
Şekil 4.172: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



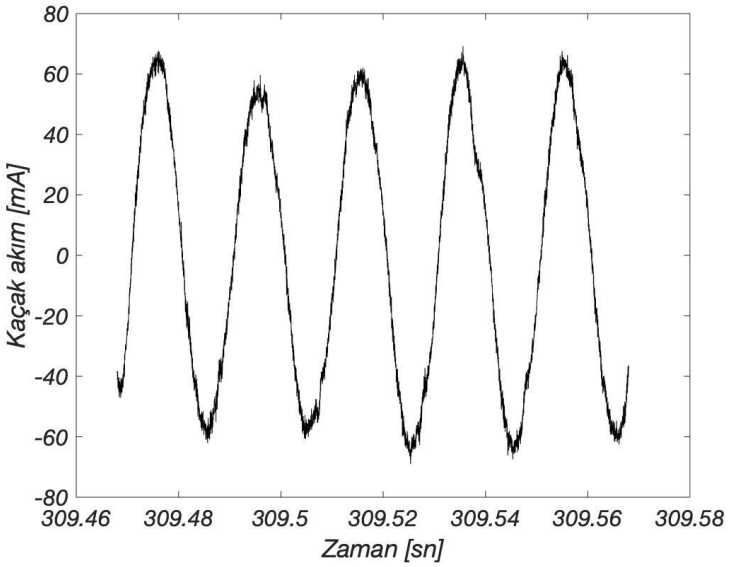
Şekil 4.173: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.90: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,41354735	3,06320632	2,11136372	1,57736283	1,00795514



Şekil 4.174: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



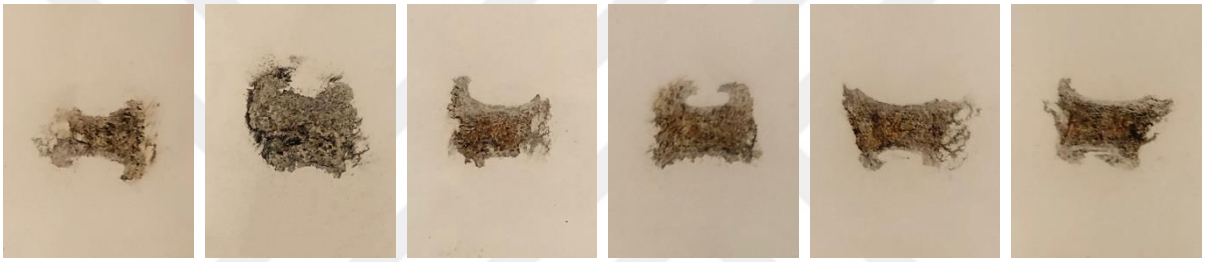
Şekil 4.175: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.91: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,90861545	2,55369239	1,67501921	1,34923488	0,91772219

4.1.2.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti

%5 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 500V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 500V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %5 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.176'da verilmiştir.

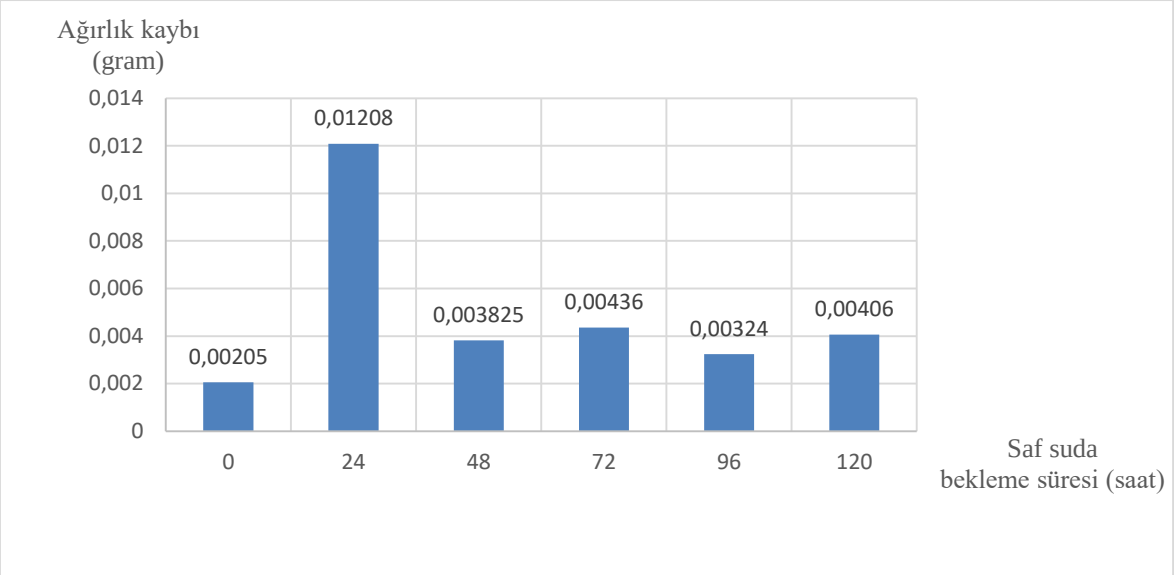


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.176: 500 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi.

Tablo 4.92'de 500V gerilim seviyesi için %5 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.92: %5 MgO/Epoksi 500V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.177'de %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.178'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.93'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.179'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.180'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.94'te verilmiştir.

Şekil 4.181'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.182'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.95'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.183'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.184'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.96'da verilmiştir.

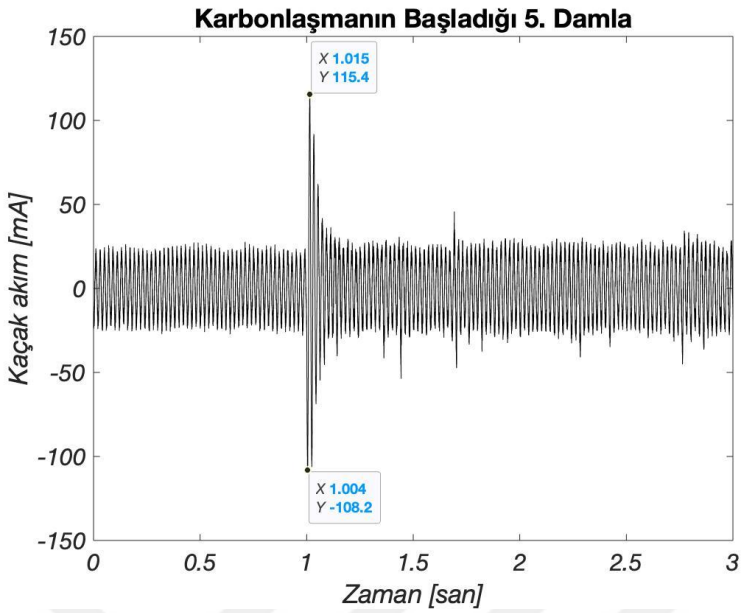
Şekil 4.185'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.186'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.97'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.187'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.188'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.98'de verilmiştir.

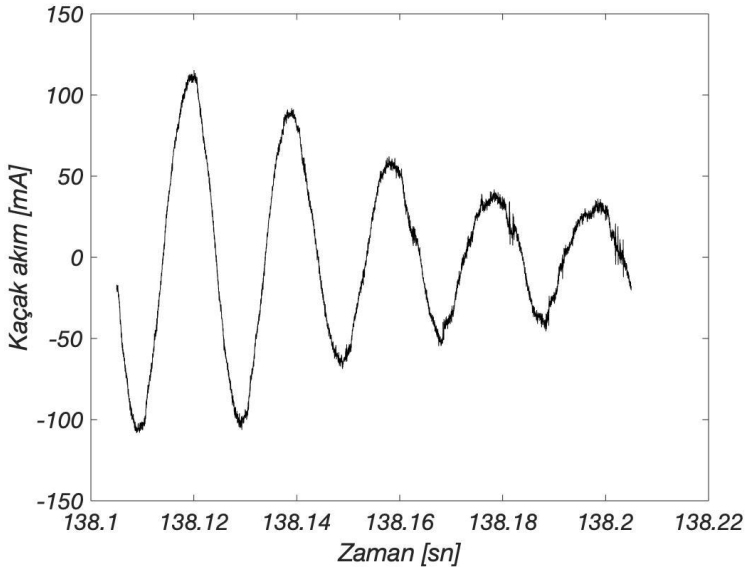
Şekil 4.189'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.190'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.99'da özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.191'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.192'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.100'de verilmiştir.

Şekil 4.193'te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.194'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.101'de özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.195'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.196'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.102'de verilmiştir.

Şekil 4.197'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.198'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.103'te özetlenmiştir. 500V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.199'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.200'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.104'te verilmiştir.



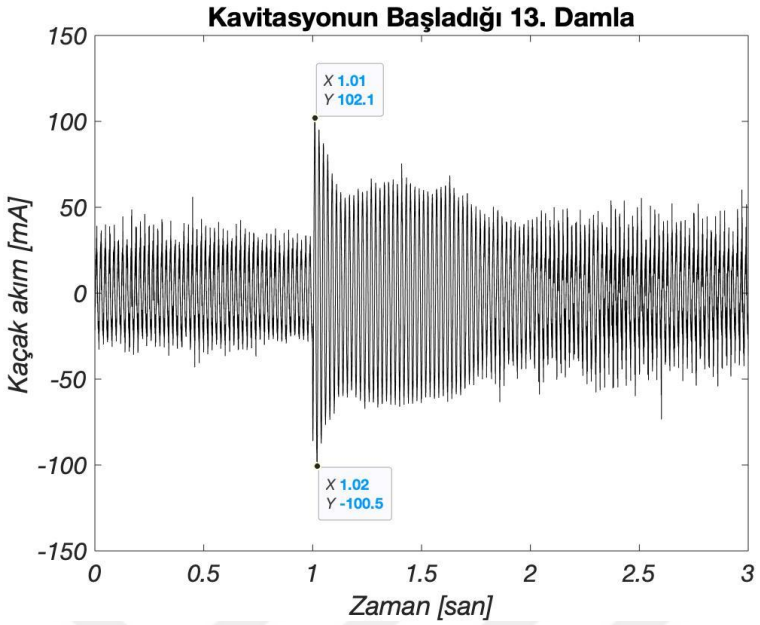
Şekil 4.177: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



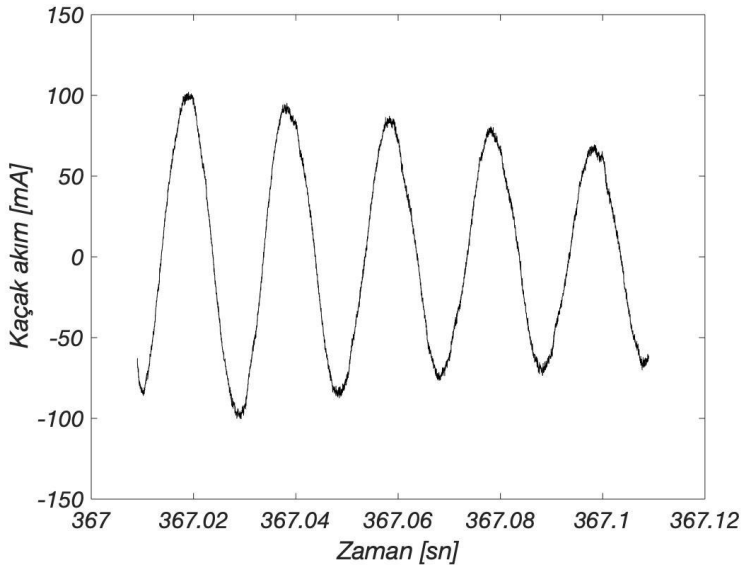
Şekil 4.178: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 93: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,28090674	3,90763926	1,67872496	1,49984566	0,93595429



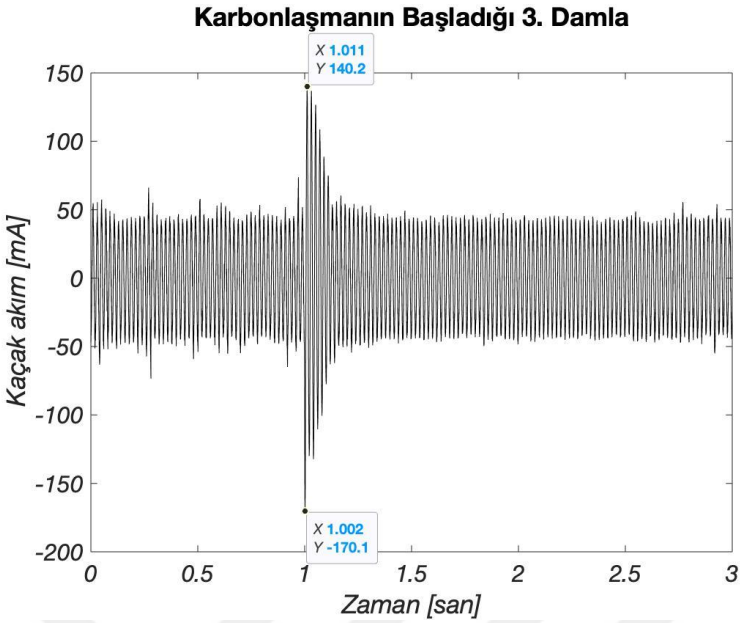
Şekil 4.179: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



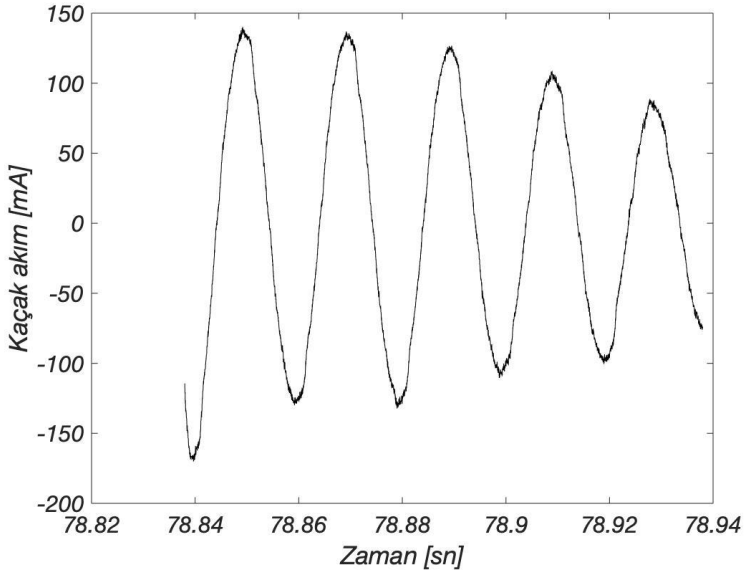
Şekil 4.180: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 94: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,34725381	2,78287785	1,8984454	1,32889961	0,96680428



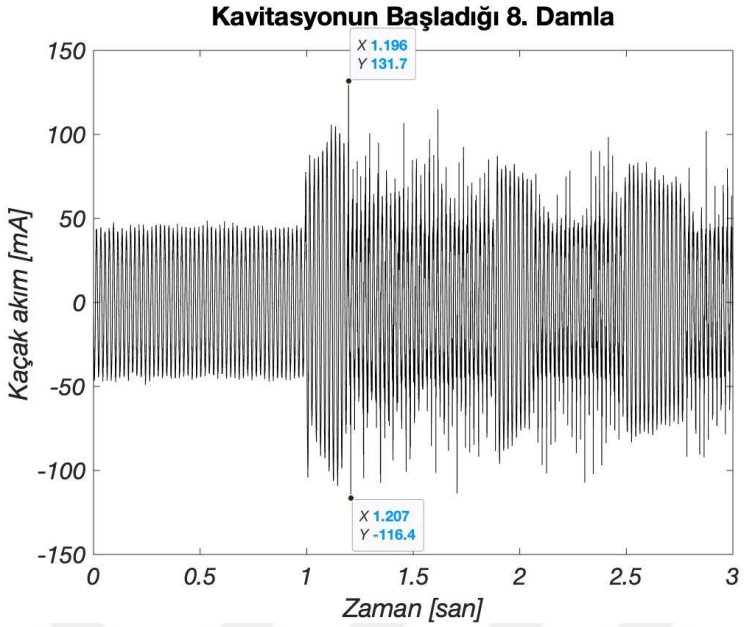
Şekil 4.181: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



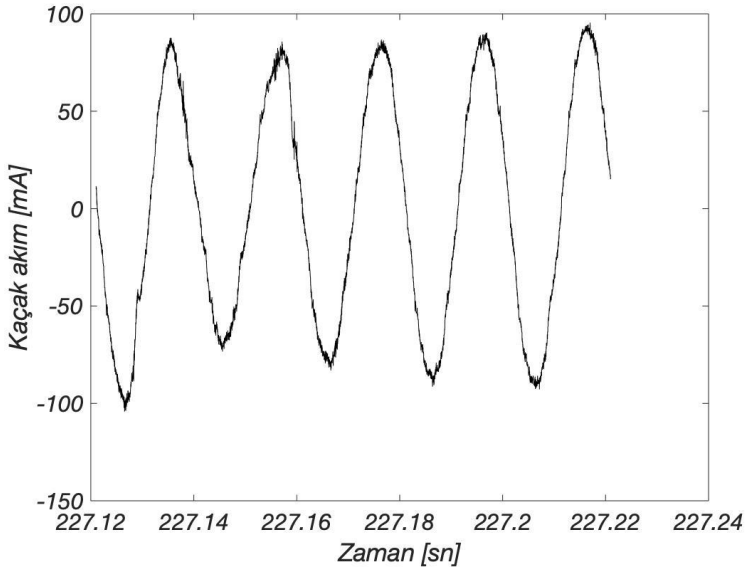
Şekil 4.182: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 95: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,53289047	3,11634531	1,9893134	1,73295029	1,19760378



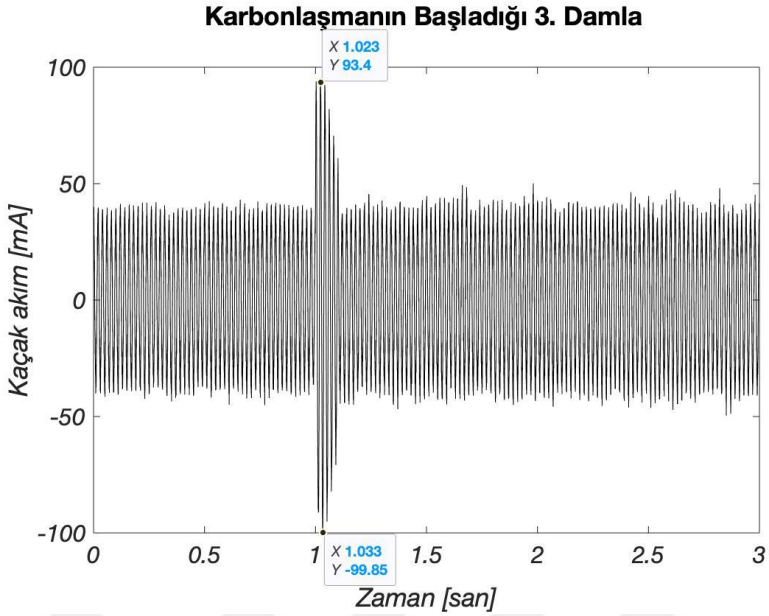
Şekil 4.183: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



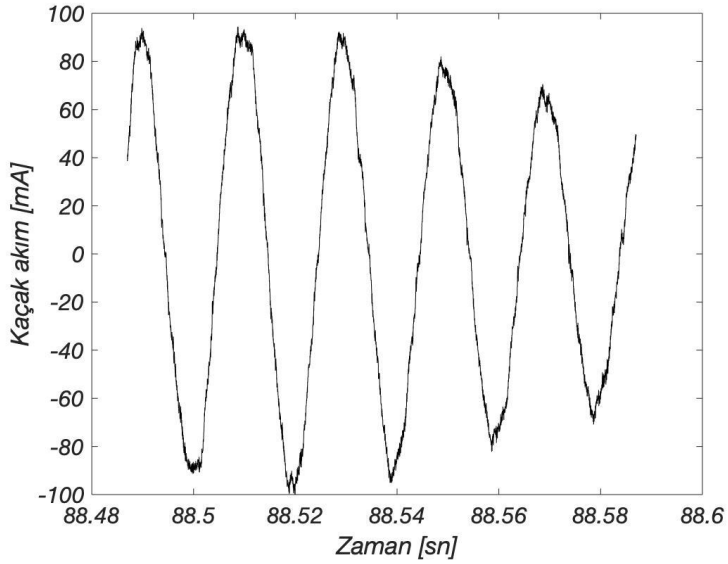
Şekil 4.184: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 96: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,06591796	4,38268643	1,70550678	1,42098187	1,59069393



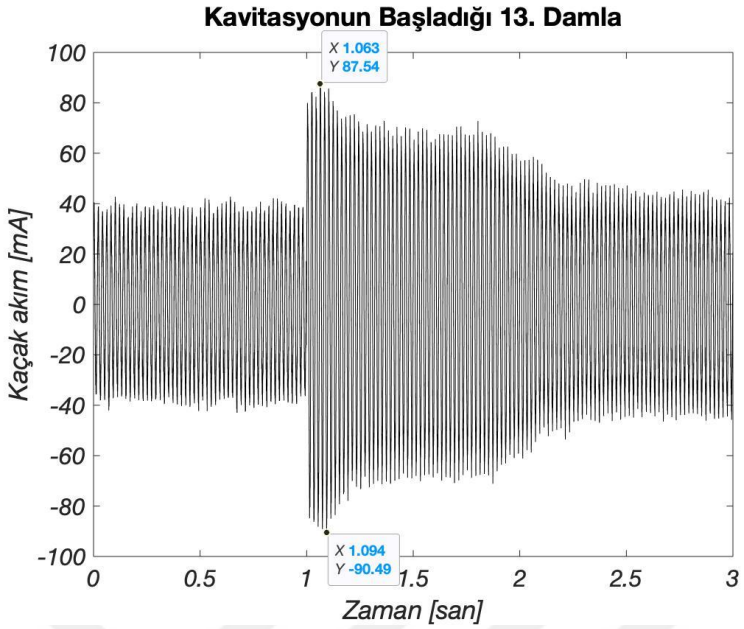
Şekil 4.185: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



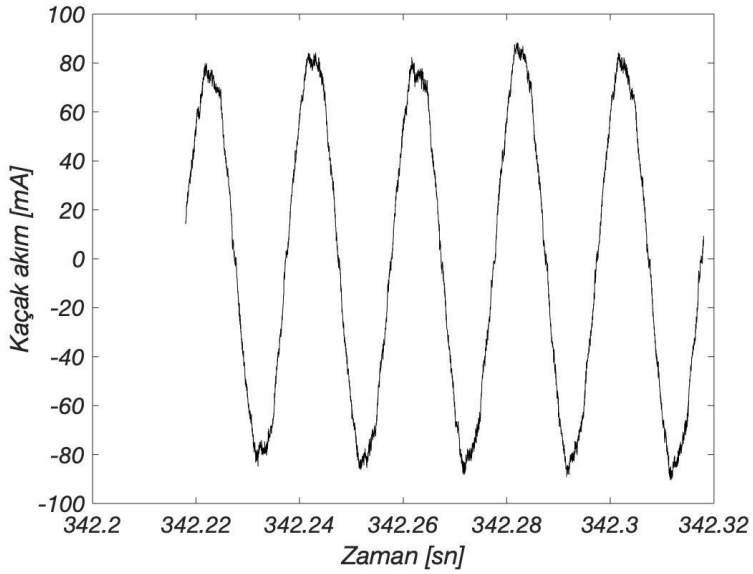
Şekil 4.186: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 97: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,43012764	2,08372458	2,32774284	0,85801128	0,83815489



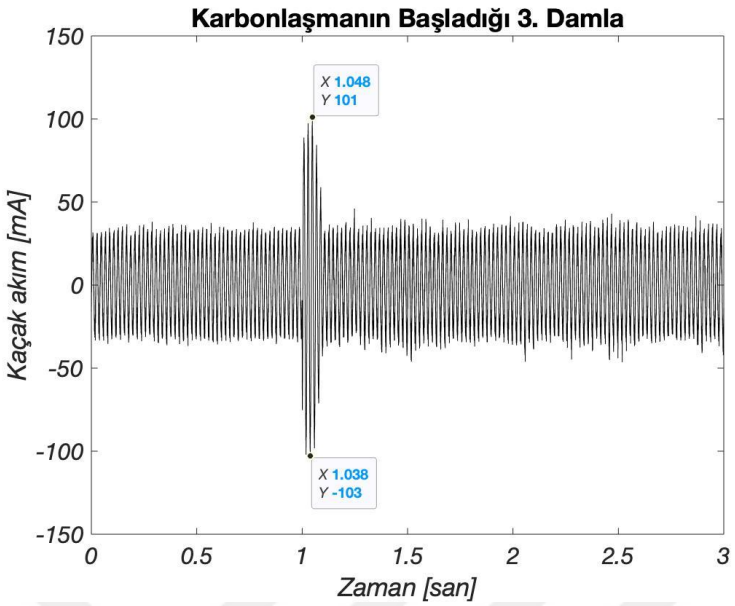
Şekil 4.187: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



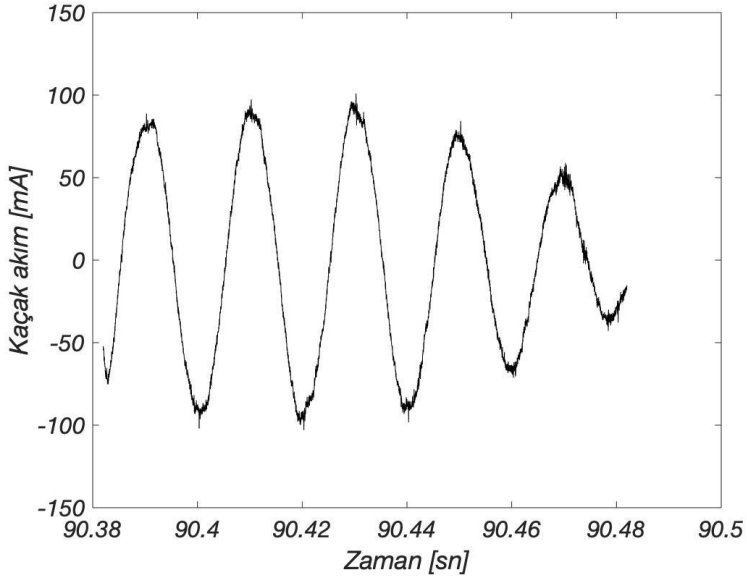
Şekil 4.188: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 98: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,44414305	1,94562383	2,11632419	1,2165182	1,02028166



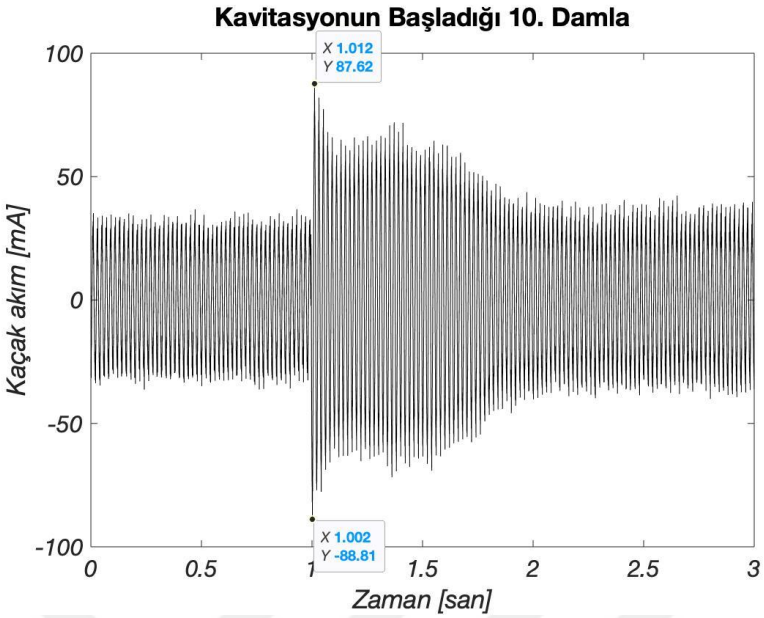
Şekil 4.189: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



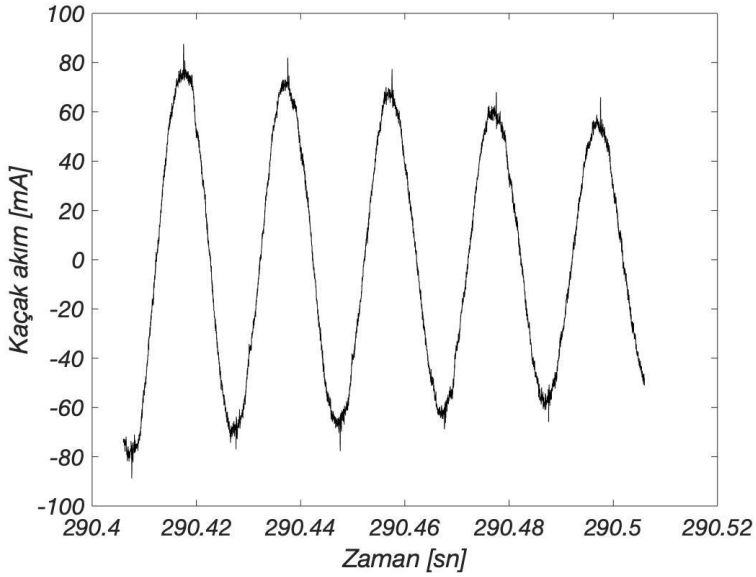
Şekil 4.190: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 99: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,54185595	2,97057768	1,71558009	1,19063239	0,90952976



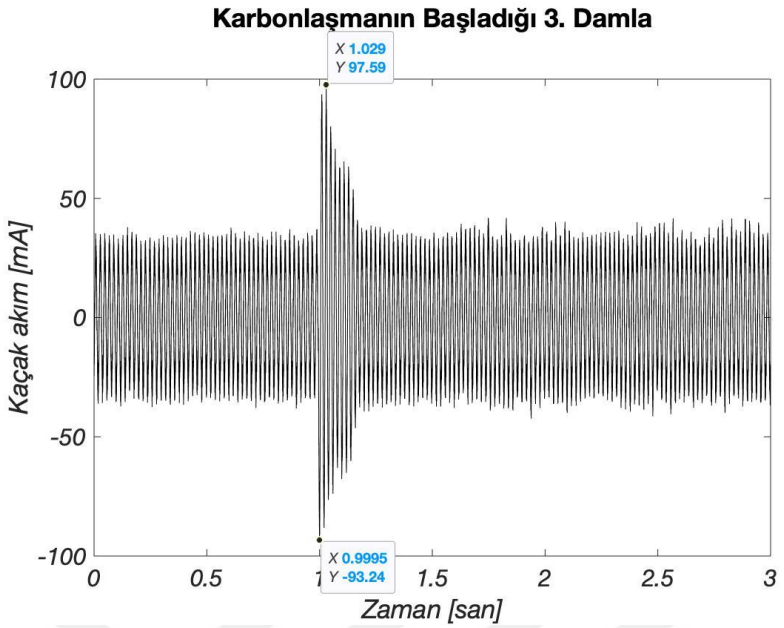
Şekil 4.191: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



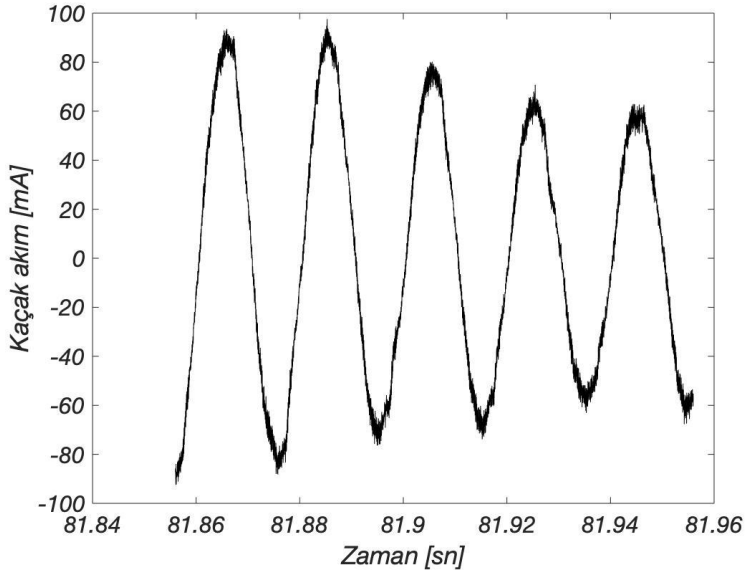
Şekil 4.192: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 100: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,94463486	2,62354906	2,01136803	1,66289348	1,12475594



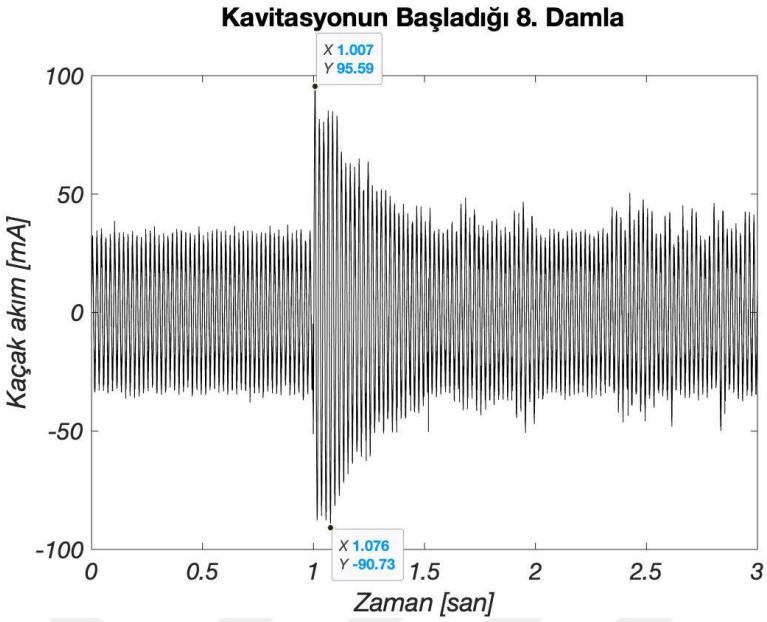
Şekil 4.193: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



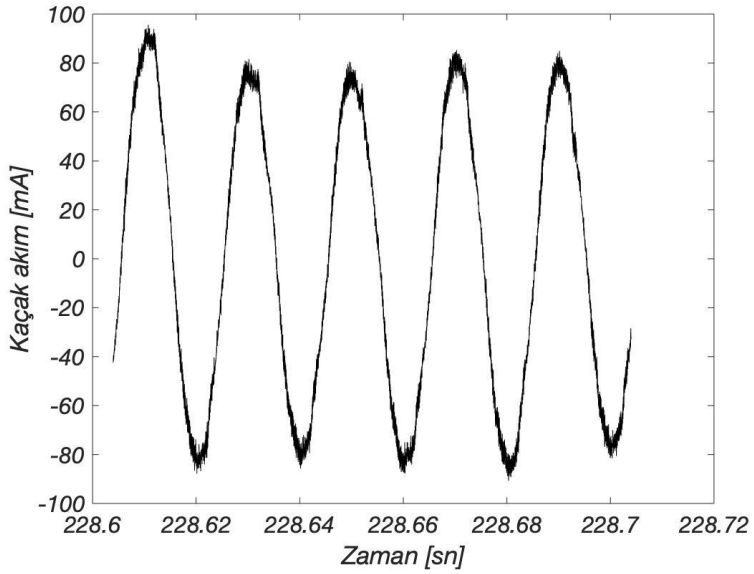
Şekil 4.194: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 101: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,71482679	3,73947622	2,23498991	1,57105531	1,25954482



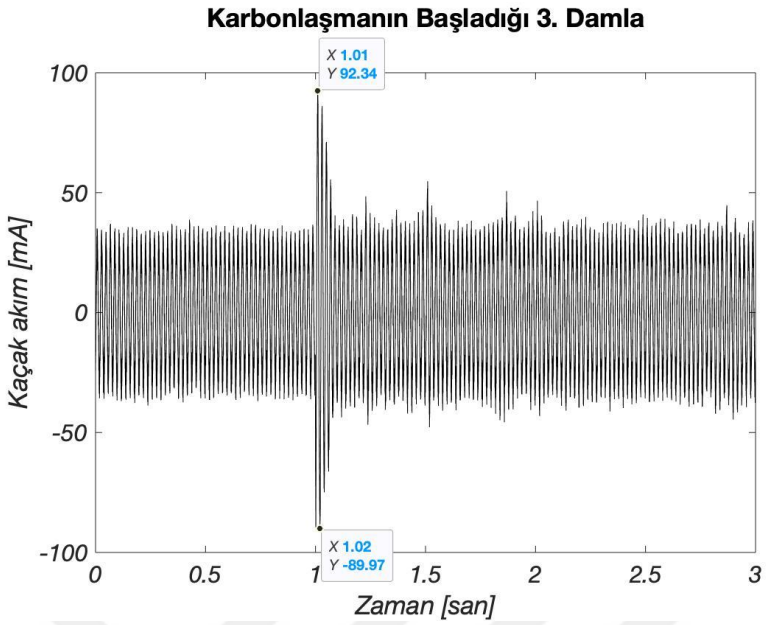
Şekil 4.195: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



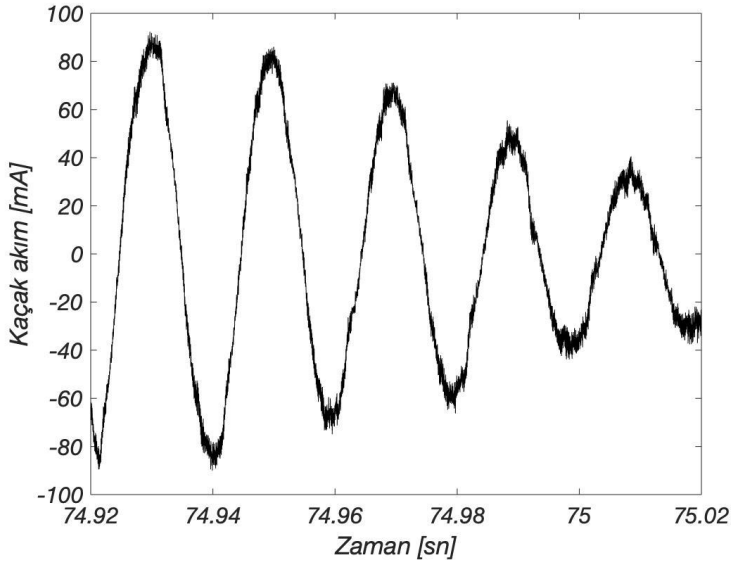
Şekil 4.196: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 102: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,12982794	2,62320511	1,53142829	1,17214201	0,92464865



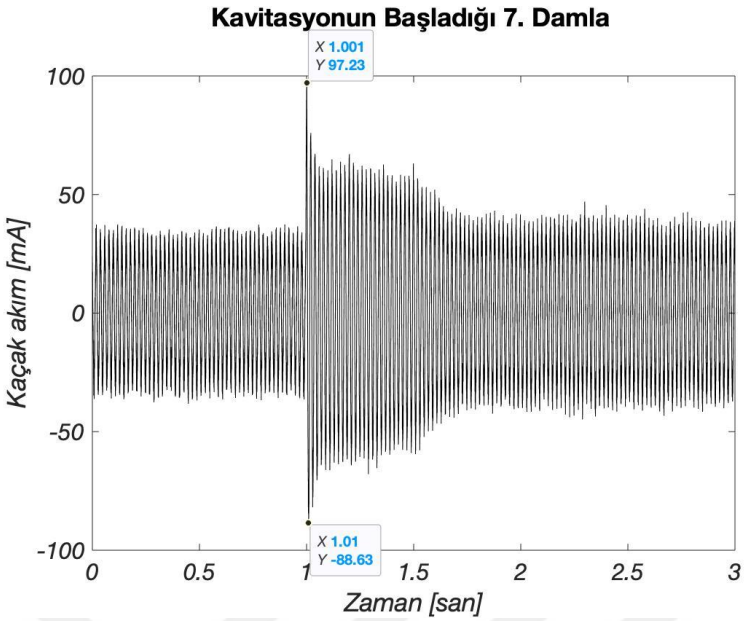
Şekil 4.197: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



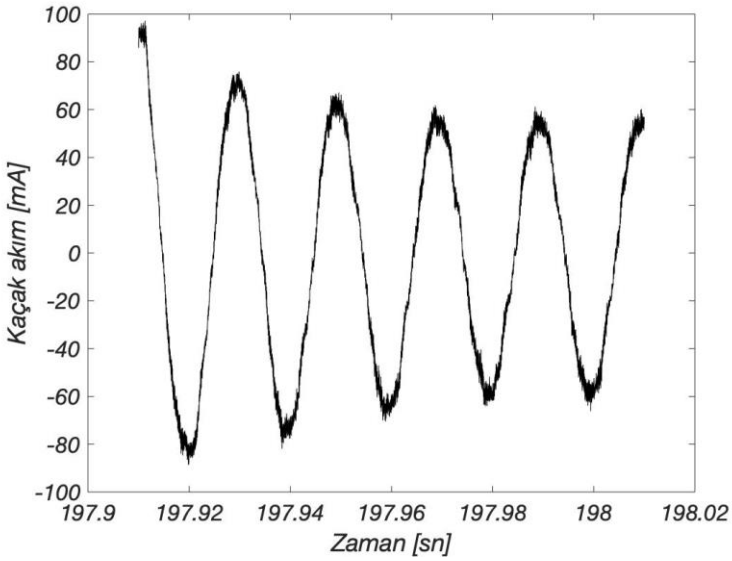
Şekil 4.198: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 103: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,94444375	3,6007124	2,53288492	1,8277862	1,27763204



Şekil 4.199: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



Şekil 4.200: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

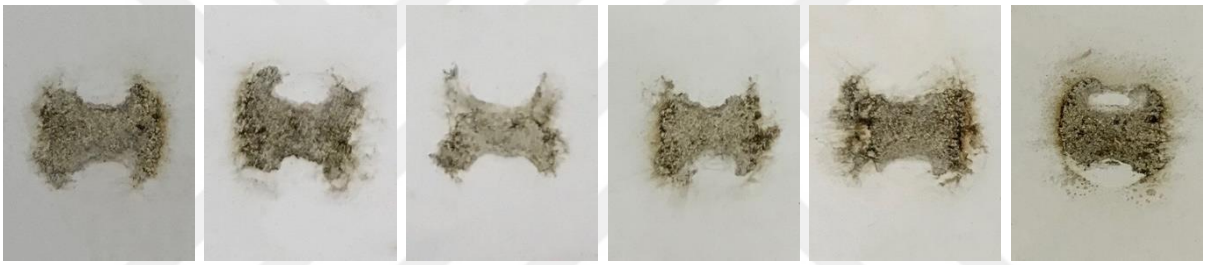
Tablo 104: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,65491087	4,14200331	2,57963839	1,71841409	1,37014922

4.1.3. 600 V Gerilim Seviyesi İçin

4.1.3.1. Epoksi Reçine

Katkı yapılmamış epoksi reçinelerin 600V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 600V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) epoksi reçine örneklere ait Şekil 4.201'de verilmiştir.

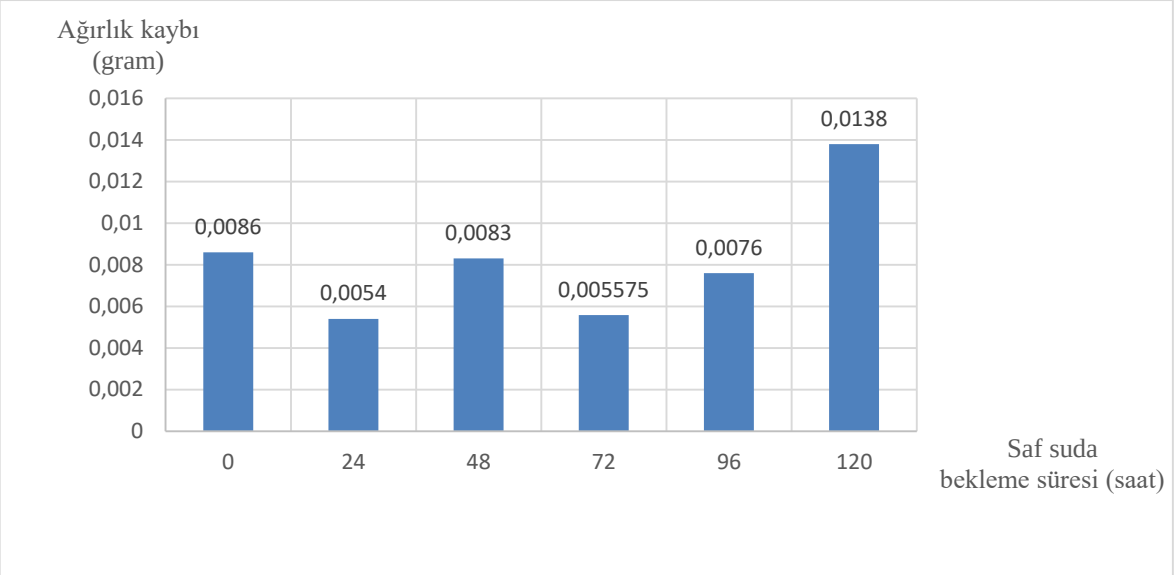


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.201: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine.

Tablo 4.105'te 600V gerilim seviyesi için epoksi reçine örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.105: Epoksi reçine 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.202'de epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.203'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.106'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.204'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.205'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.107'de verilmiştir.

Şekil 4.206'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.207'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.108'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.208'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.209'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.109'da verilmiştir.

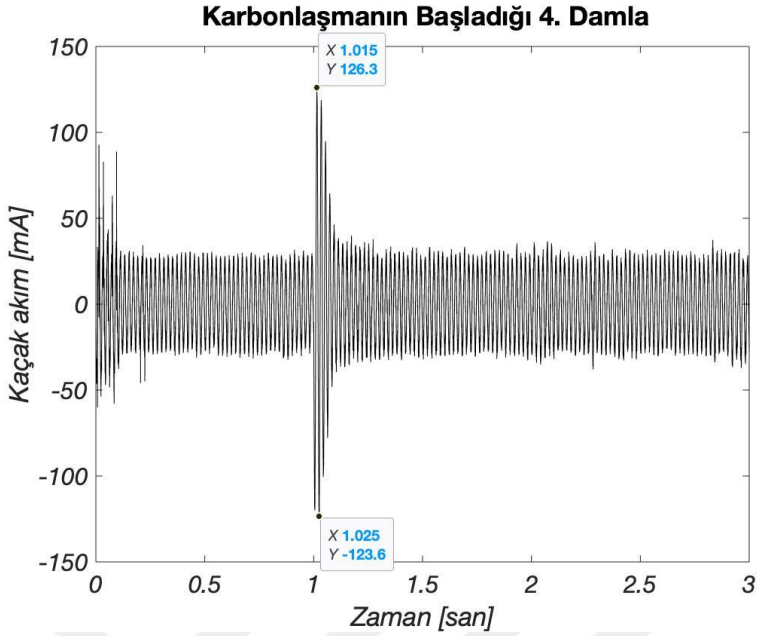
Şekil 4.210'da 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.211'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo

4.110'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.212'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.213'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.111'de verilmiştir.

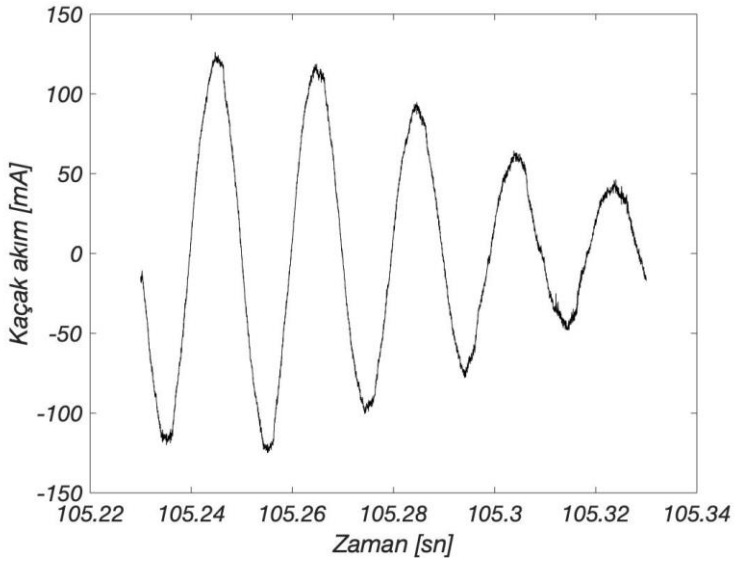
Şekil 4.214'de 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.215'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.112'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.216'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.217'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.113'te verilmiştir.

Şekil 4.218'de 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.219'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.114'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.220'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.221'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.115'te verilmiştir.

Şekil 4.222'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.223'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.116'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.224'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.225'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.117'de verilmiştir.



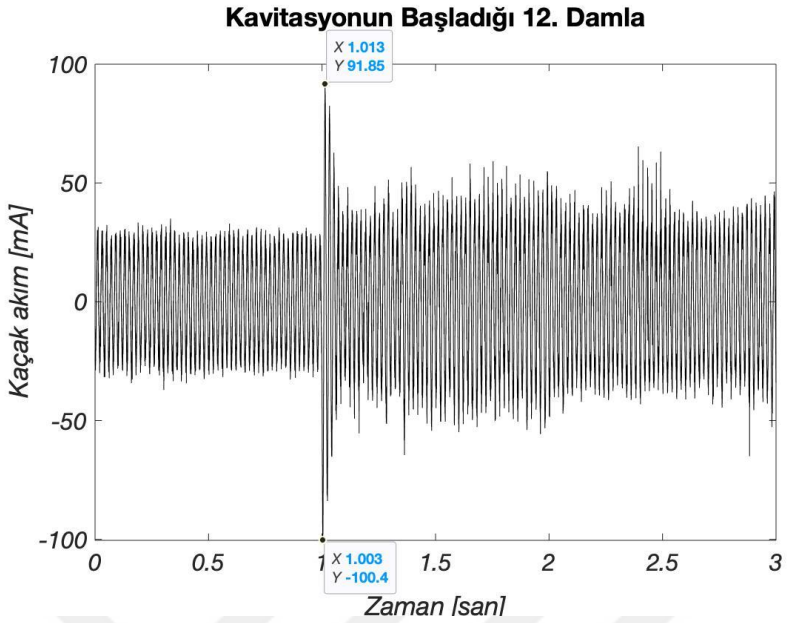
Şekil 4.202: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



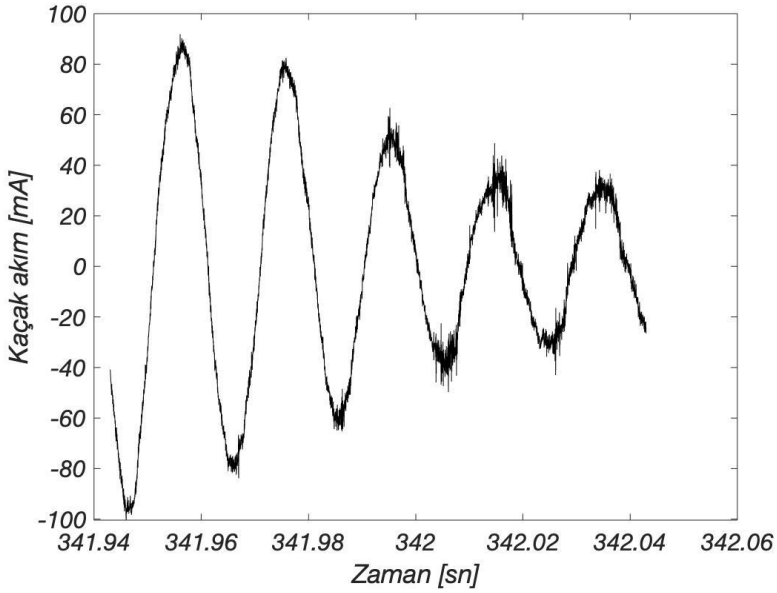
Şekil 4.203: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 106: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	2,66523987	2,26866872	0,99193908	1,11439788	1,22061216



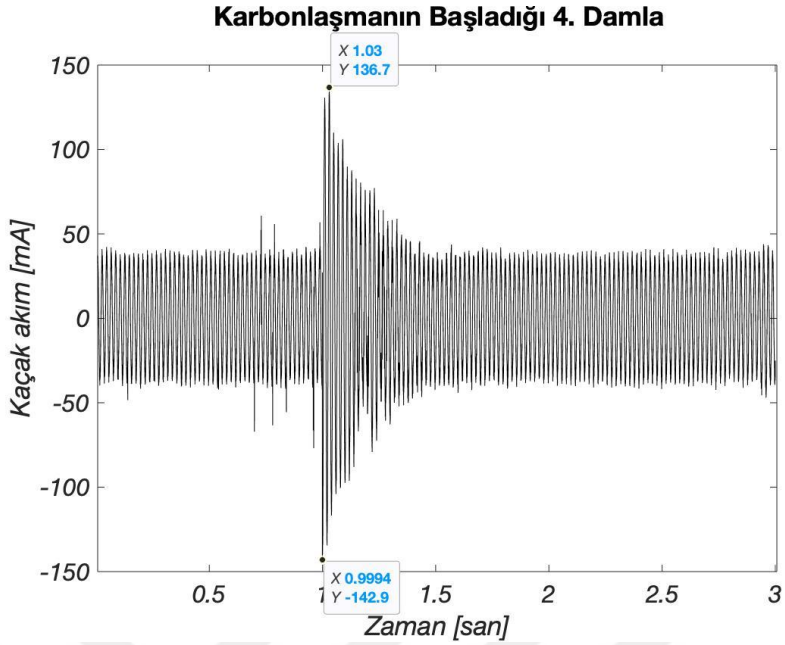
Şekil 4.204: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



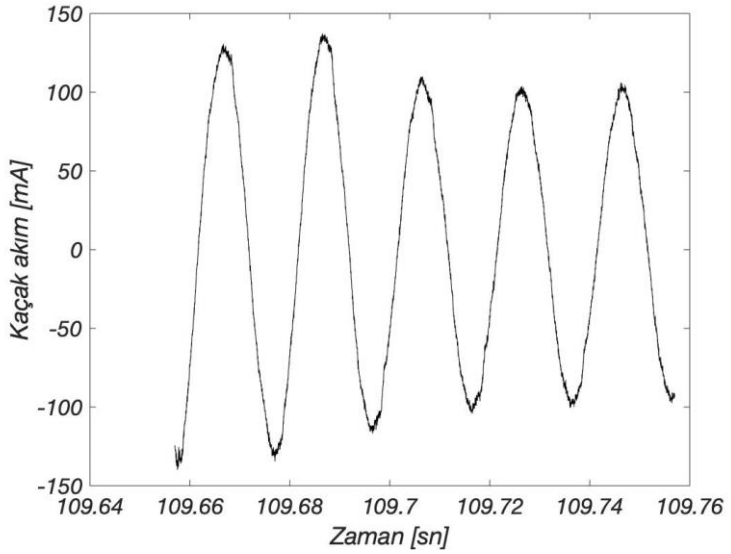
Şekil 4.205: Epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 107: Epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,20425495	4,2909043	2,48347701	2,20508265	1,60948962



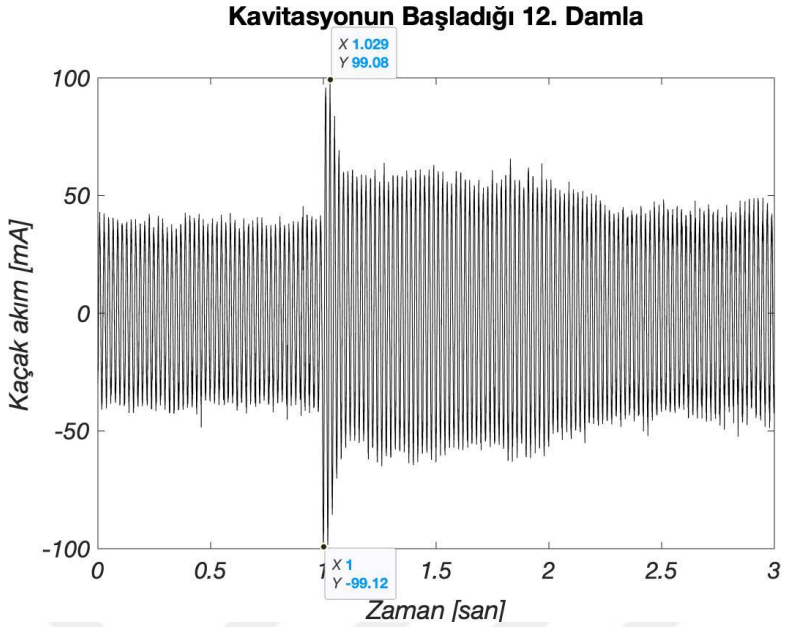
Şekil 4.206: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



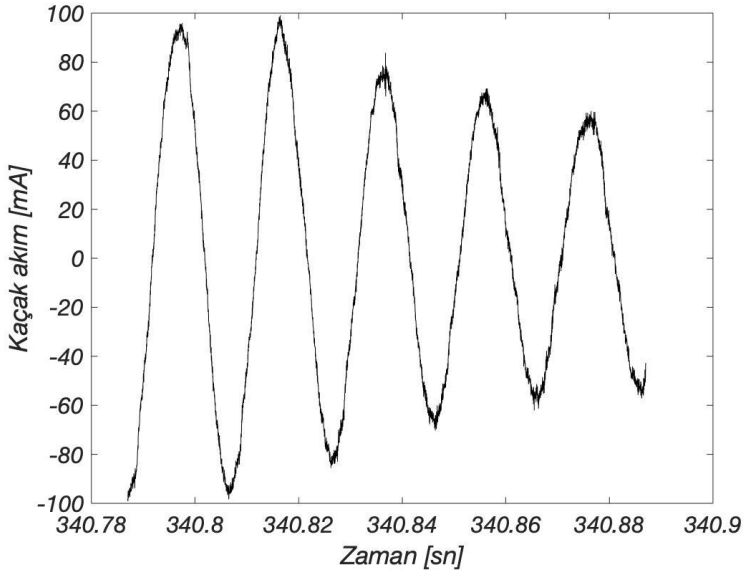
Şekil 4.207: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 108: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,97532543	3,45890244	2,15684634	1,75733997	1,20130798



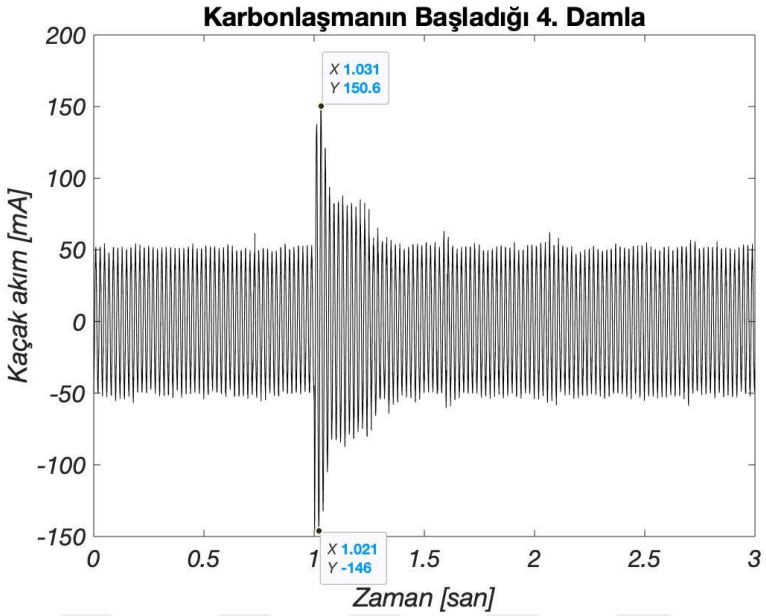
Şekil 4.208: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



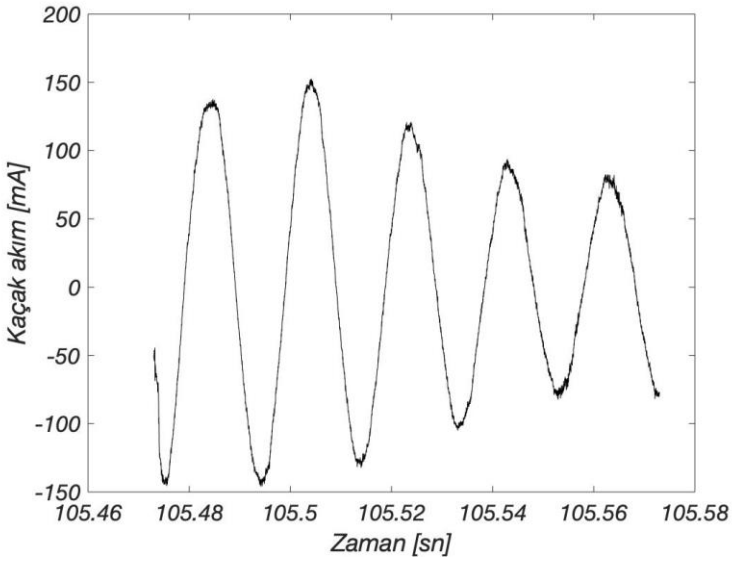
Şekil 4.209: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 109: 24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,33596623	3,77619841	2,47459174	1,82722381	1,38707957



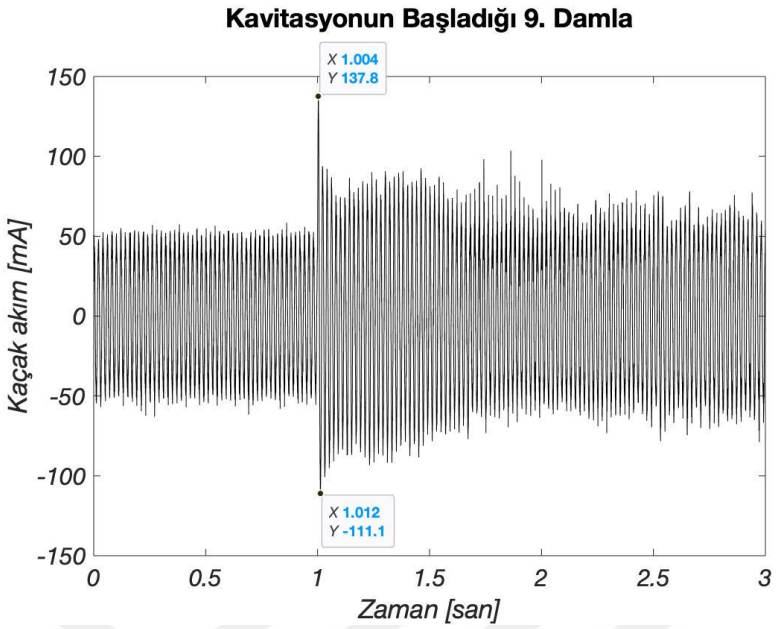
Şekil 4.210: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



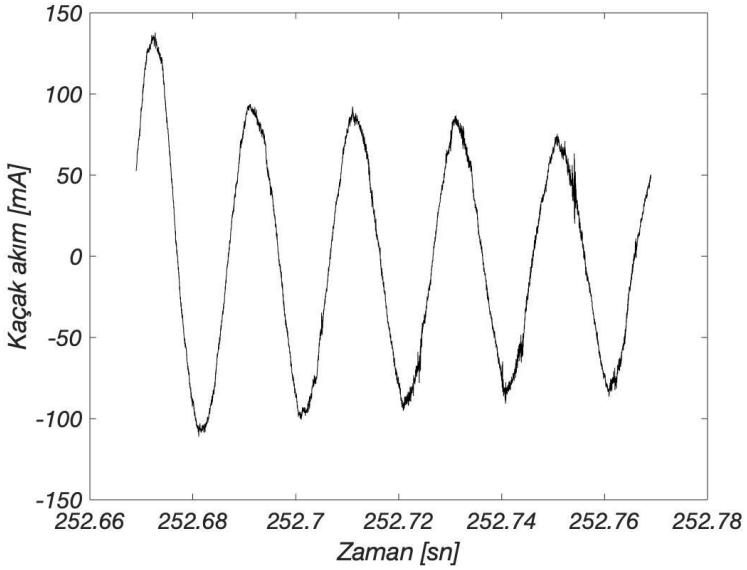
Şekil 4.211: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 110: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,88759505	2,63962461	1,43116977	0,76429246	0,91231641



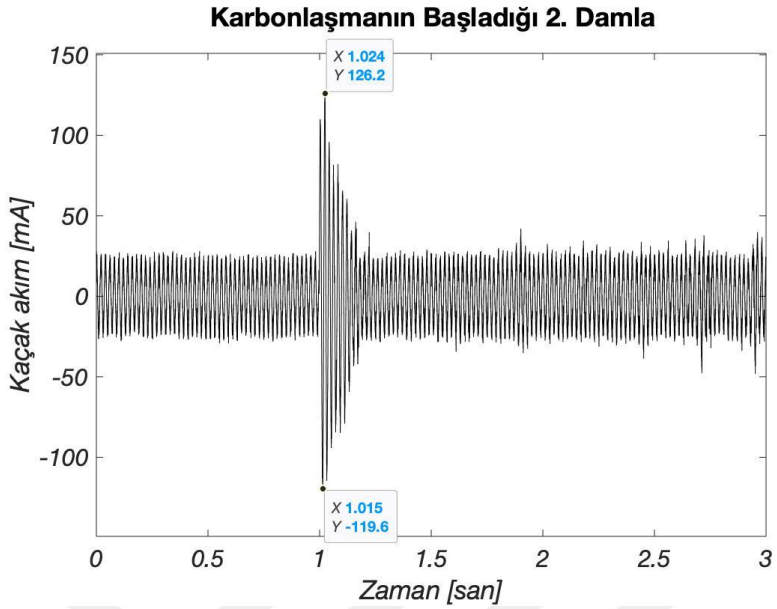
Şekil 4.212: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



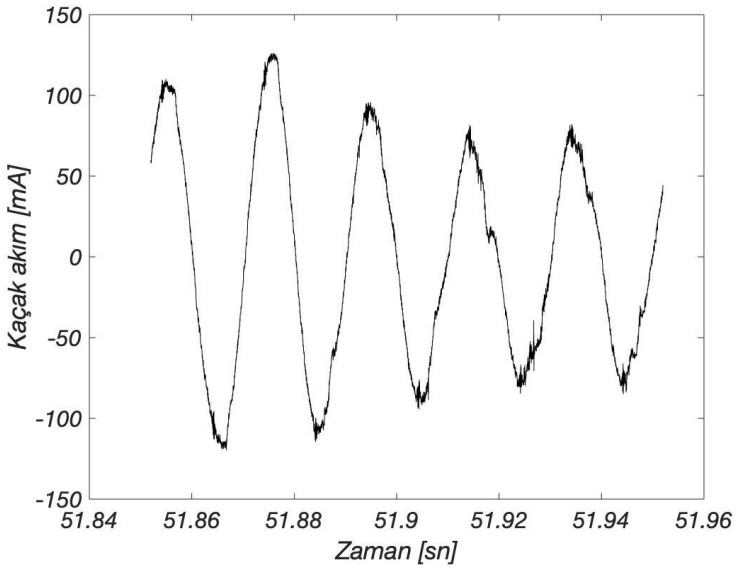
Şekil 4.213: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 111: 48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,67566835	3,98154029	2,36417667	1,24944192	1,12032926



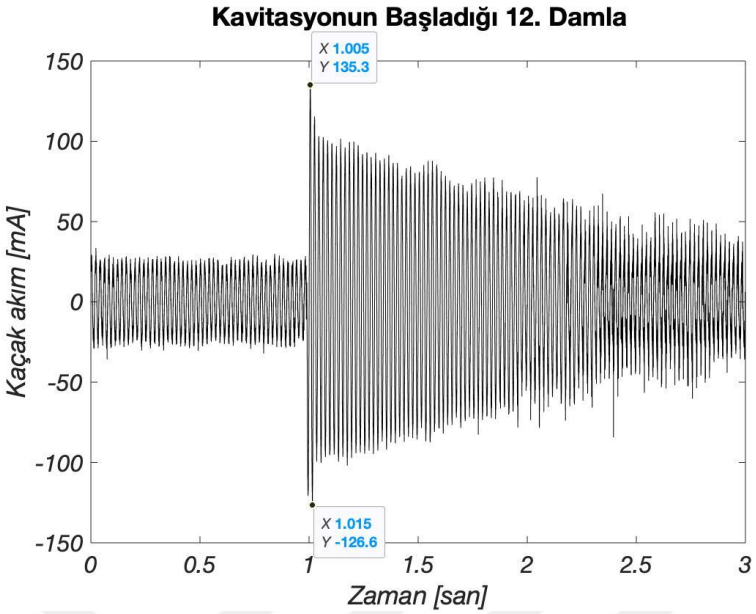
Şekil 4.214: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



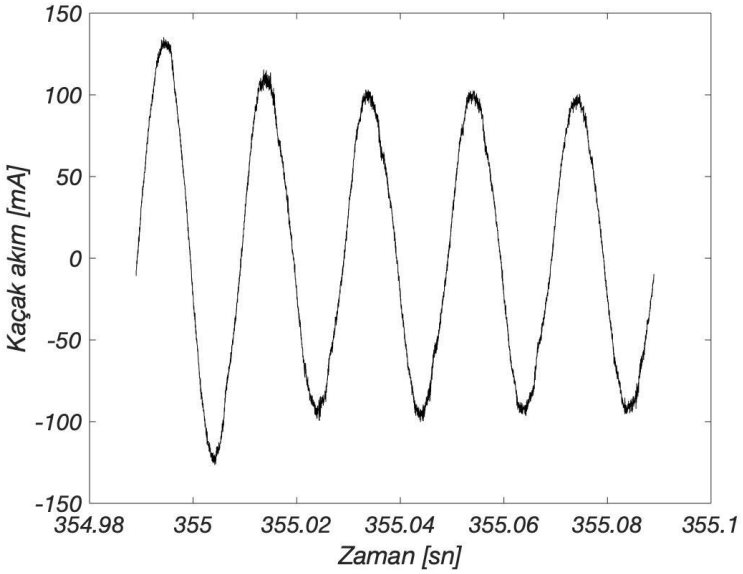
Şekil 4.215: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 112: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,91006619	3,21686141	1,81241748	1,07988378	0,97884465



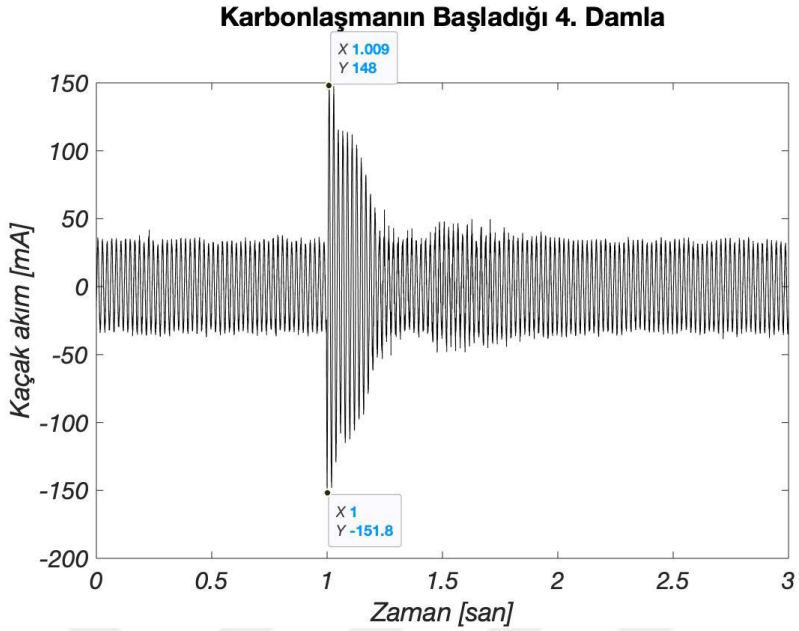
Şekil 4.216: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



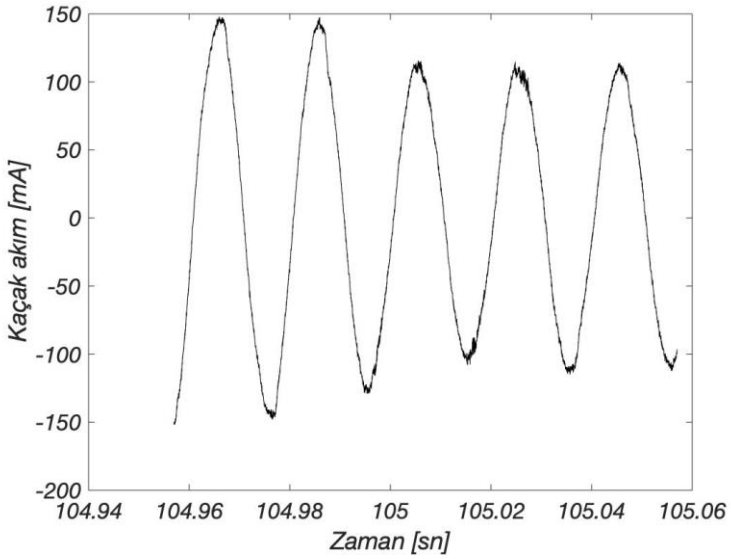
Şekil 4.217: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 113: 72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,32568587	2,15091579	1,15321674	1,03825735	0,80374374



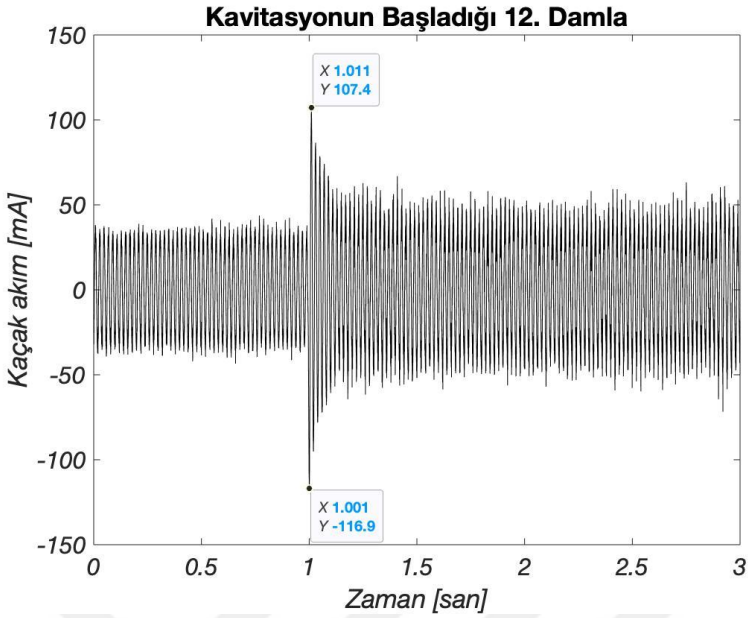
Şekil 4.218: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



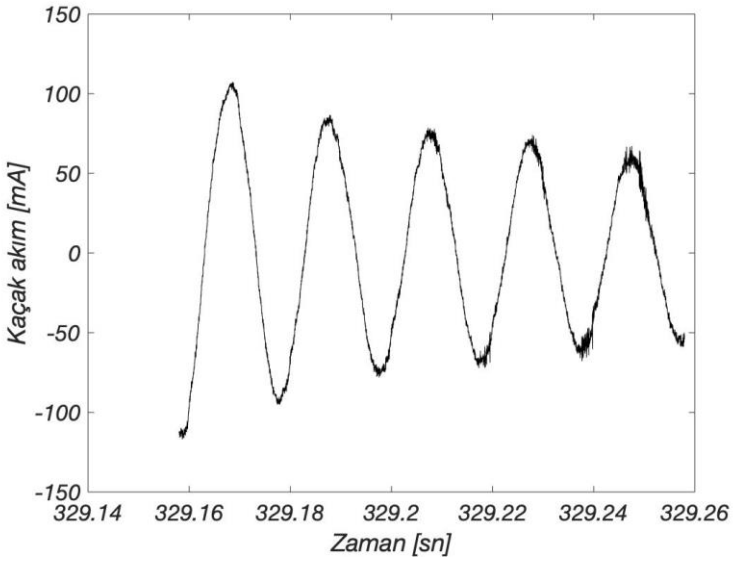
Şekil 4.219: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 114: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,65470846	3,30785885	2,16487901	1,63474411	1,29064865



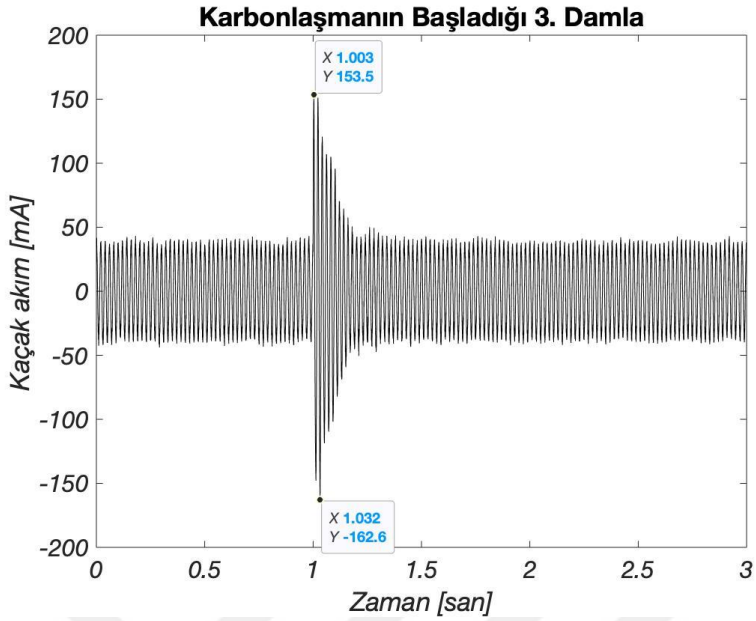
Şekil 4.220: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



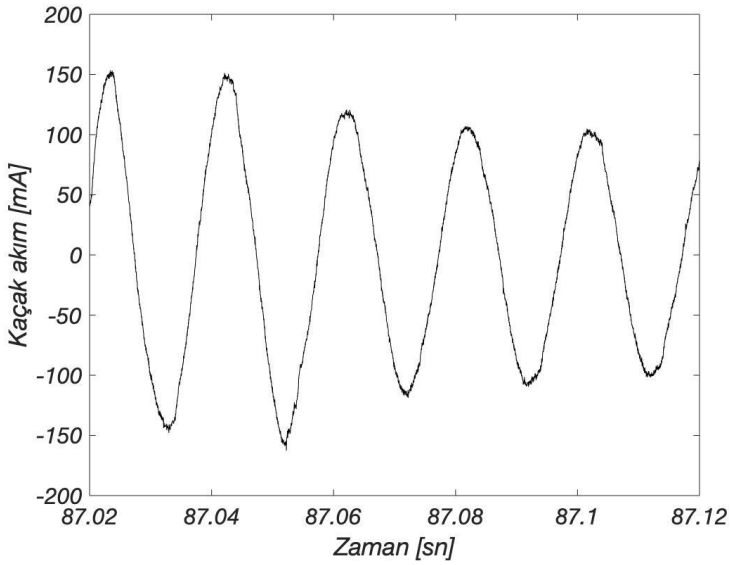
Şekil 4.221: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 115: 96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,60701155	4,24949692	2,83606511	1,94351874	1,55412154



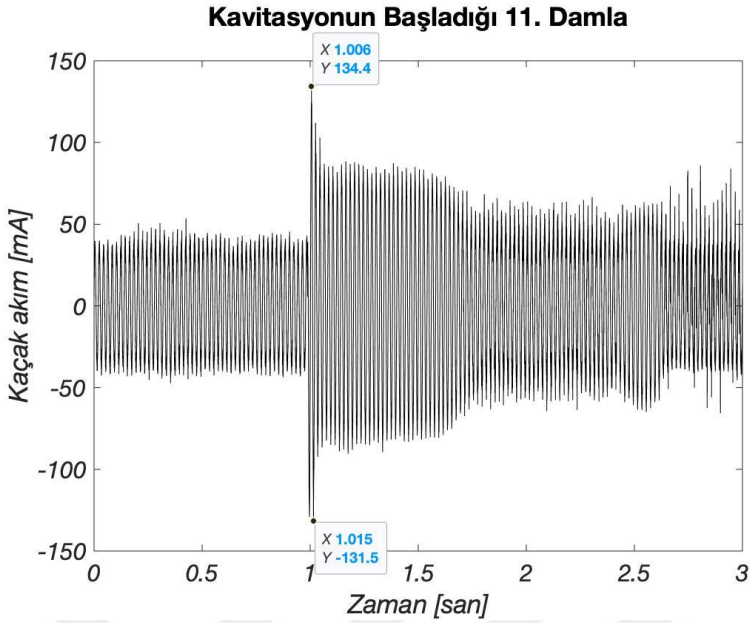
Şekil 4.222: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



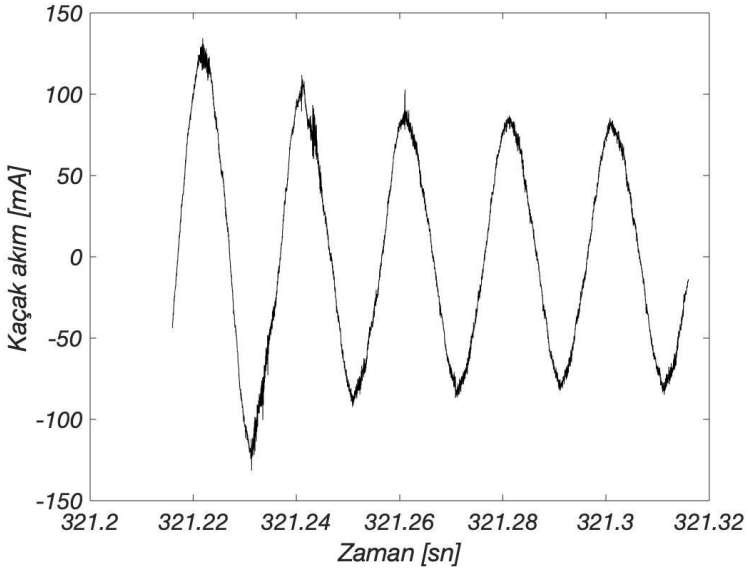
Şekil 4.223: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 116: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,08396342	1,64528265	1,42715341	0,84375983	0,55700567



Şekil 4.224: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



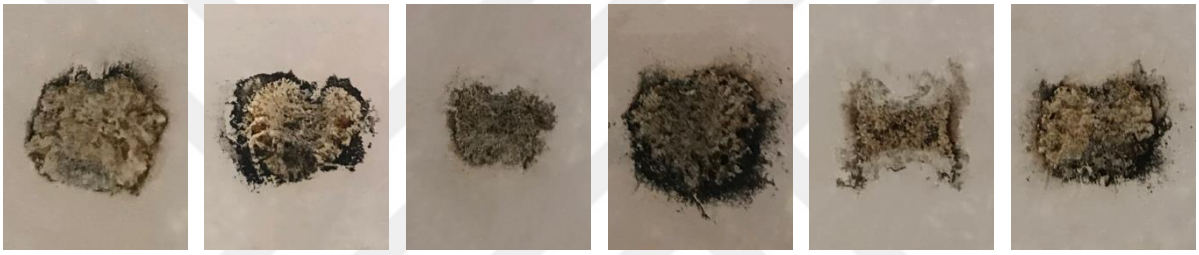
Şekil 4.225: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 117: 120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin 500V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,03221431	1,90407914	1,65558644	1,3759419	0,76683051

4.1.3.2. %1 MgO/Epoksi Kompoziti

%1 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 600V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 600V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %1 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.226'da verilmiştir.

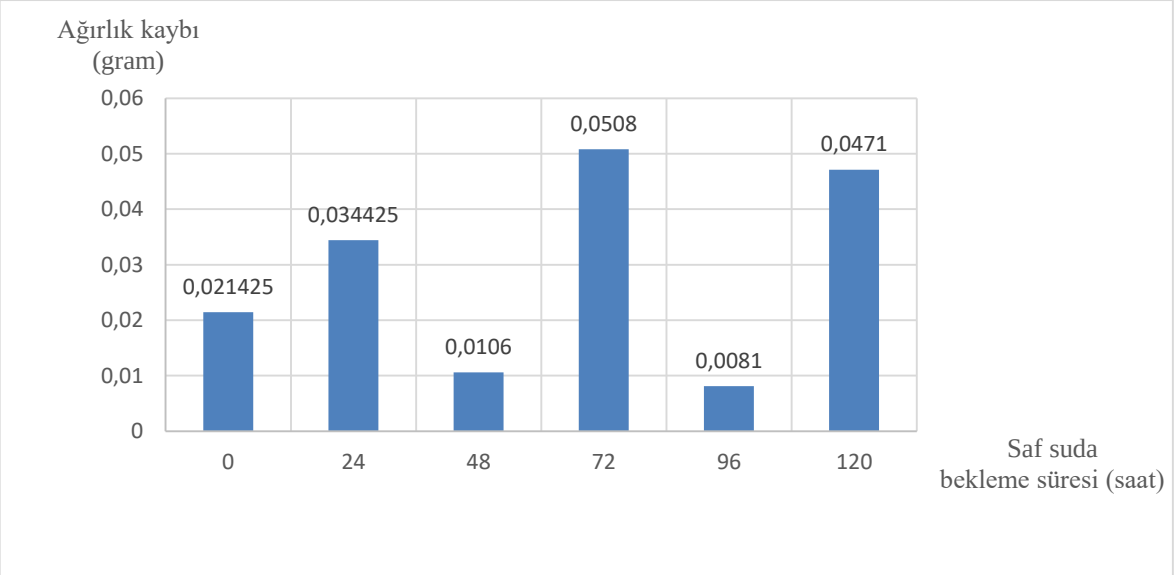


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.226: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %1 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi.

Tablo 4.118'de 600V gerilim seviyesi için %1 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.118: %1 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.227'de %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.228'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.119'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.229'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.230'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.120'de verilmiştir.

Şekil 4.231'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.232'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.121'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.233'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.234'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.122'de verilmiştir.

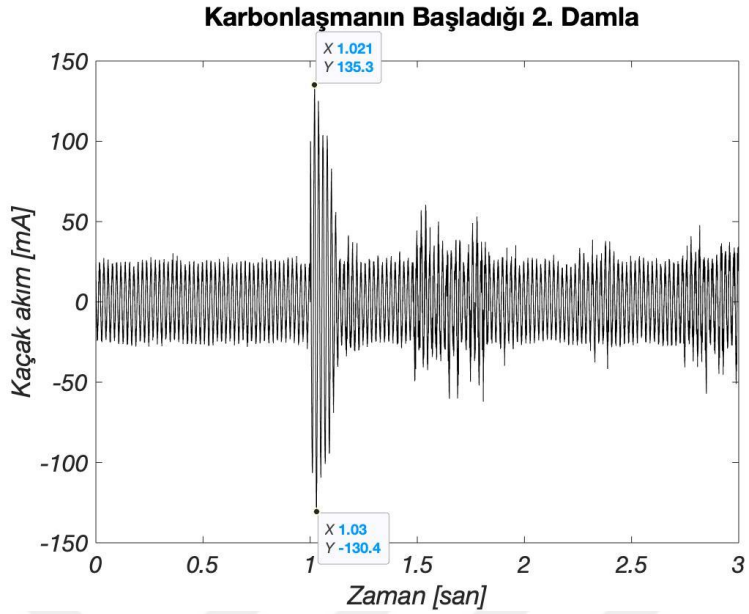
Şekil 4.235'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.236'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.123'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.237'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.238'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.124'te verilmiştir.

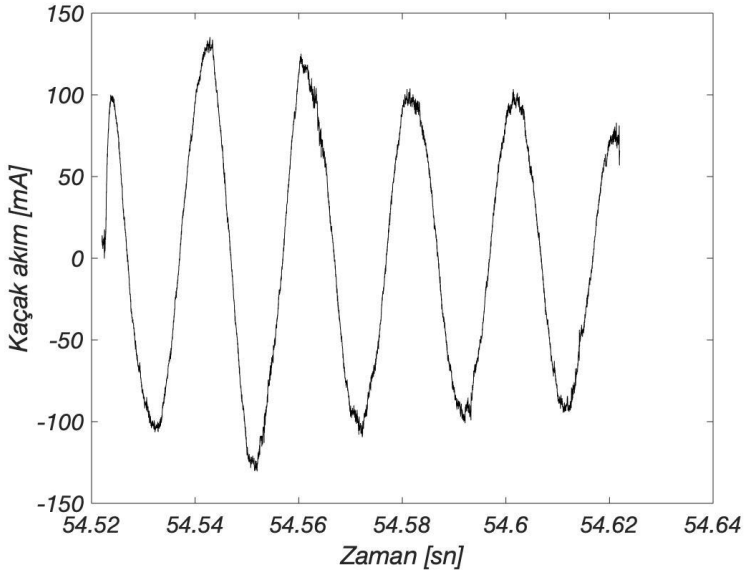
Şekil 4.239'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.240'ta verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.125'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.241'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.242'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.126'da verilmiştir.

Şekil 4.243'te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.244'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.127'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.245'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.246'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.128'de verilmiştir.

Şekil 4.247'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.248'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.129'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.249'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.250'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.130'da verilmiştir.



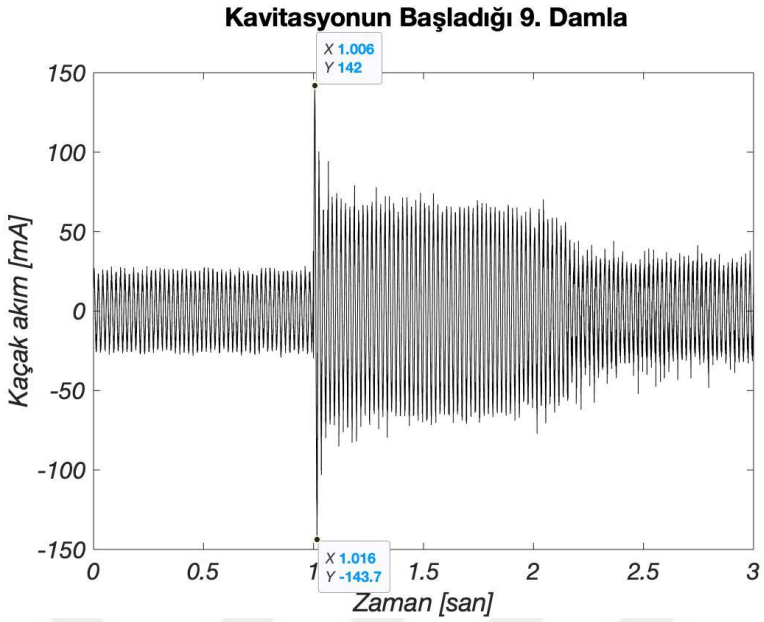
Şekil 4.227: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



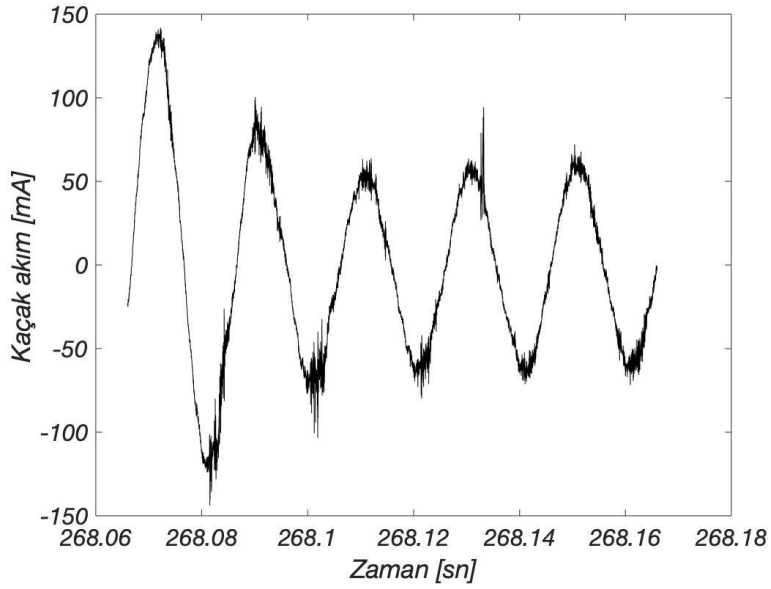
Şekil 4.228: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.119: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,31701	2,89789888	1,87417596	1,0861861	1,10685131



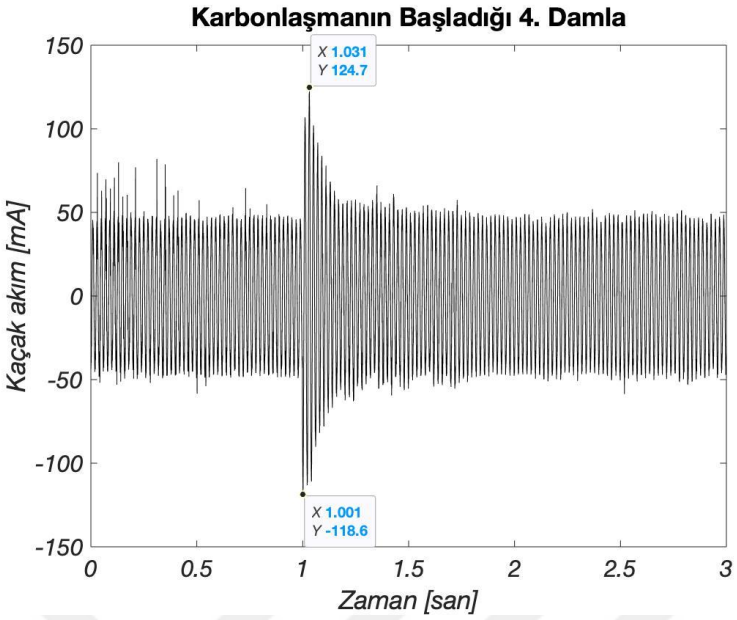
Şekil 4.229: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



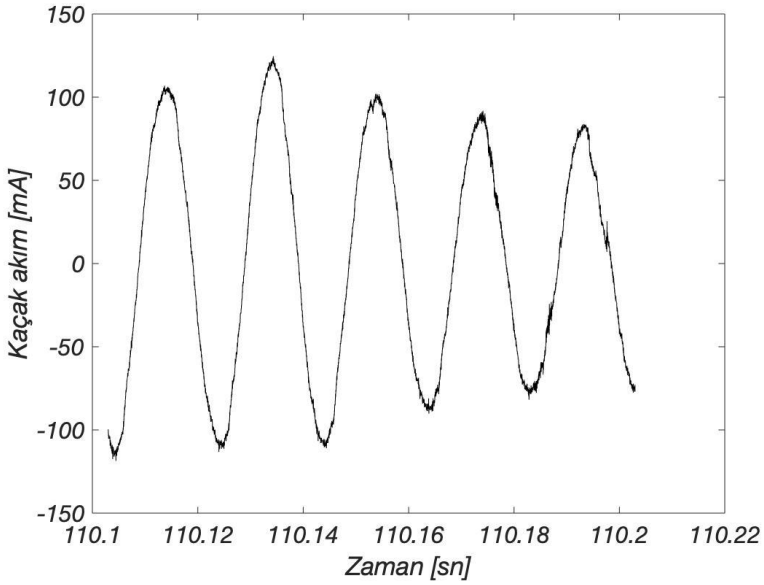
Şekil 4.230: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.120: %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,44722519	3,28826814	2,40178007	1,45734713	0,83017932



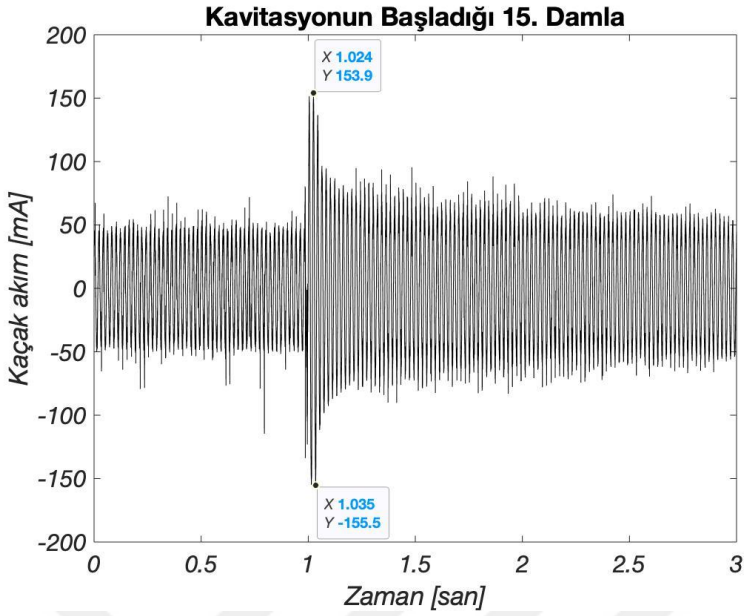
Şekil 4.231: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



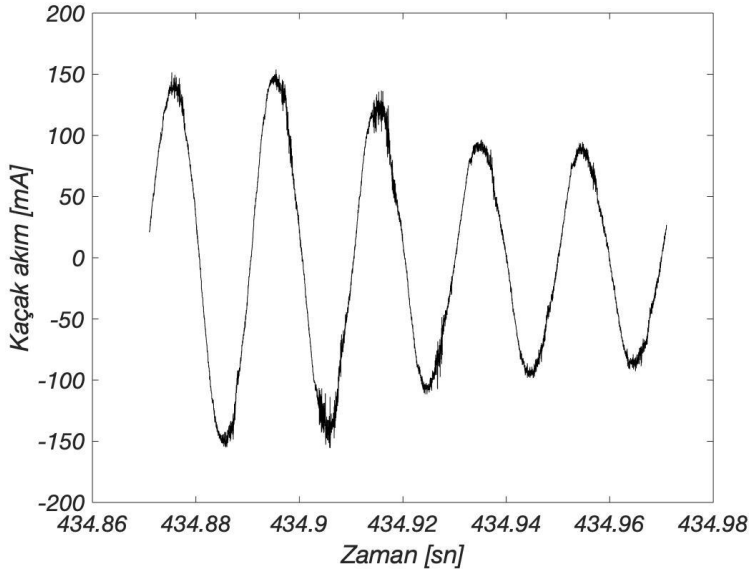
Şekil 4.232: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.121: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,379414	2,93500855	1,82069639	1,60924281	1,14468103



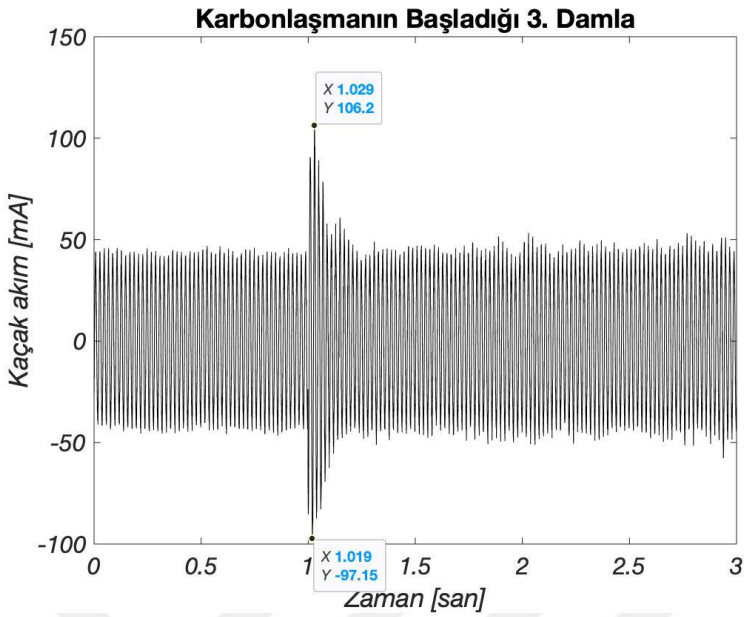
Şekil 4.233: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



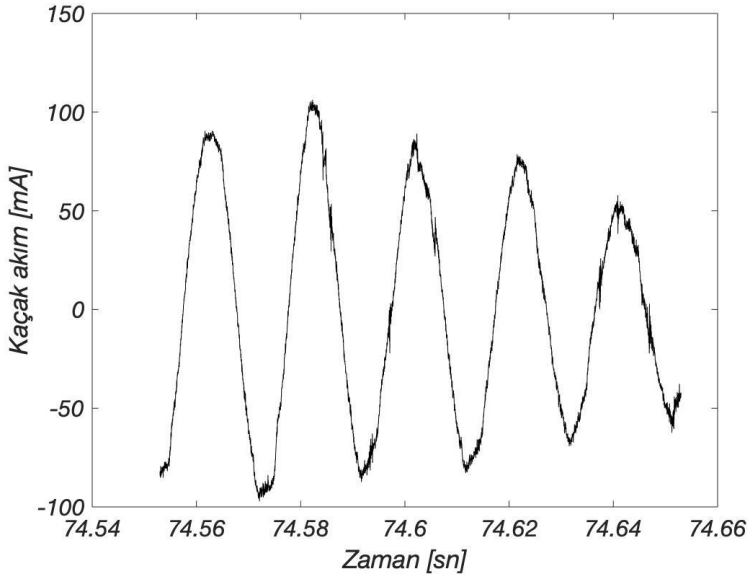
Şekil 4.234: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.122: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,05803525	2,85309975	1,23229385	1,14823189	0,89868118



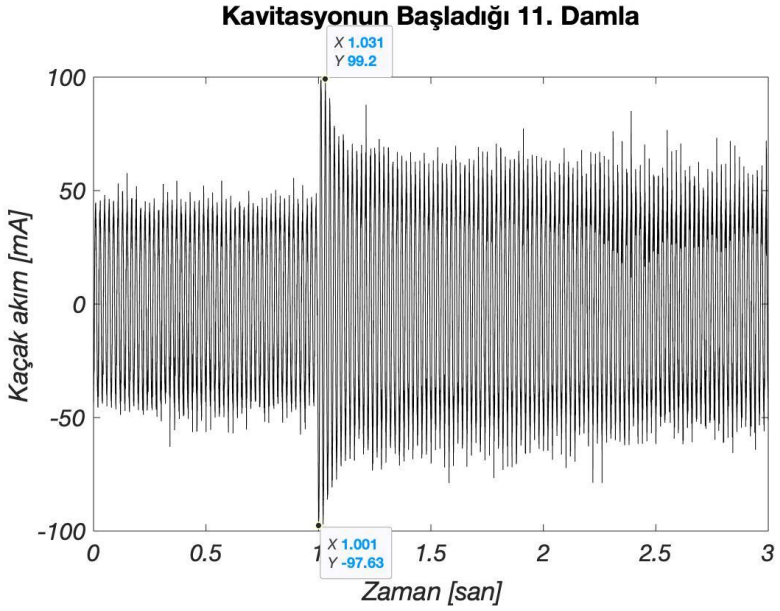
Şekil 4.235: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



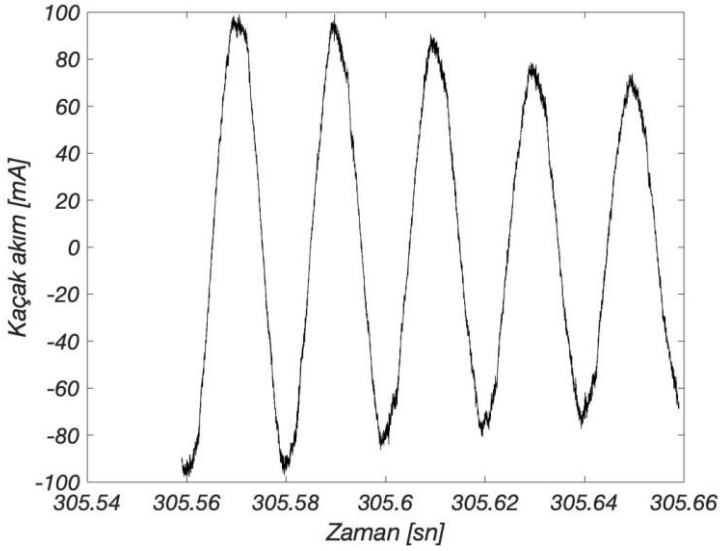
Şekil 4.236: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.123: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,48849362	3,09565486	2,21838962	1,33018431	1,09799732



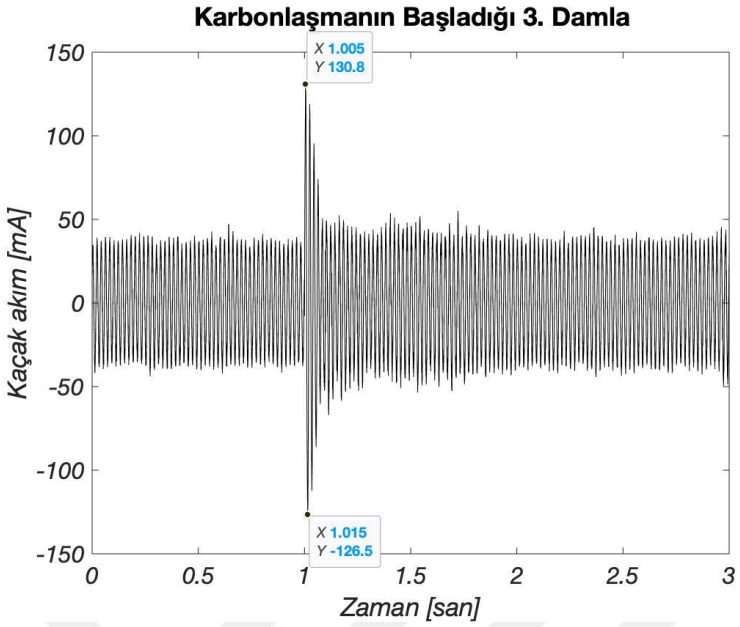
Şekil 4.237: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



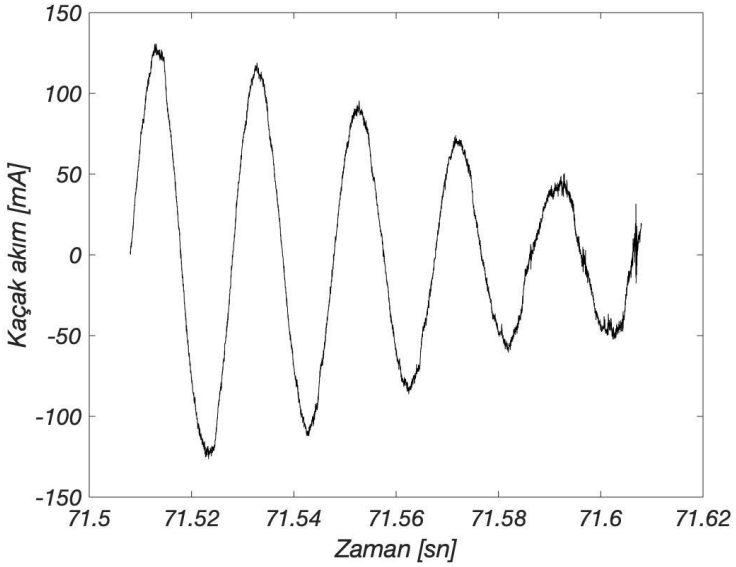
Şekil 4.238: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.124: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,8647998	2,77411818	2,49806884	1,66008729	1,23108529



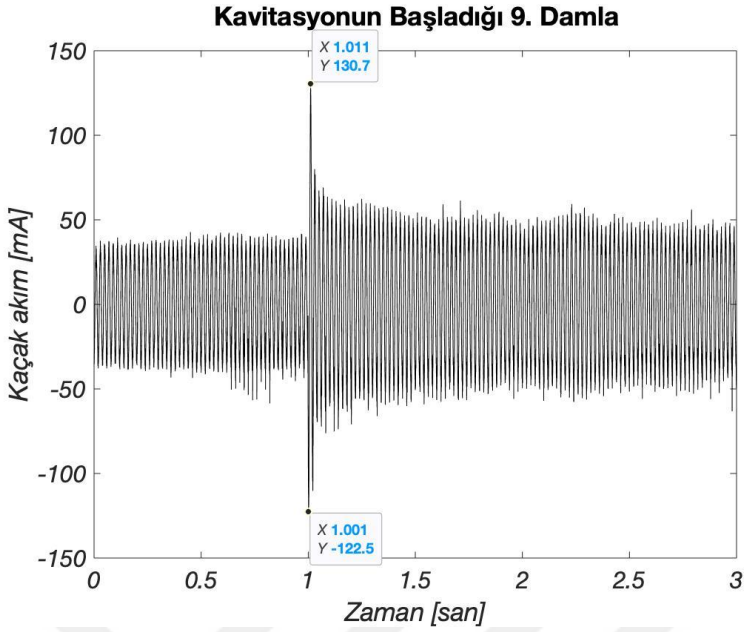
Şekil 4.239: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



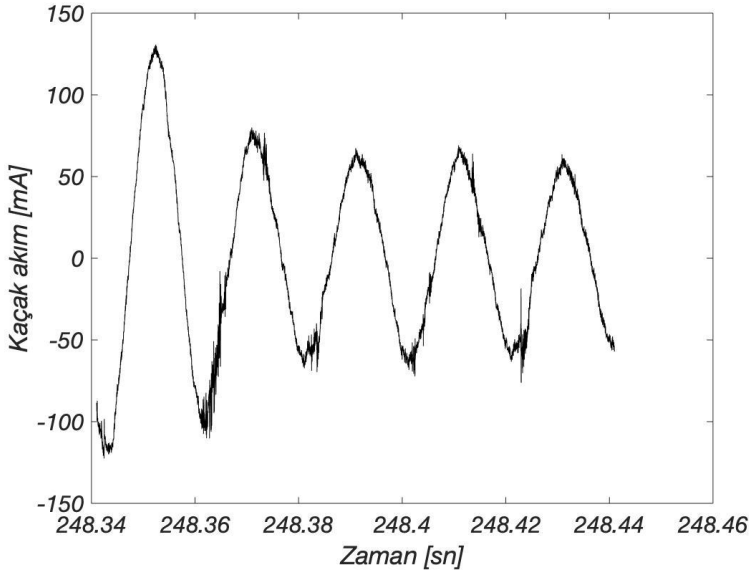
Şekil 4.240: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.125: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,60388708	3,15219895	1,6373101	1,12375827	1,02104791



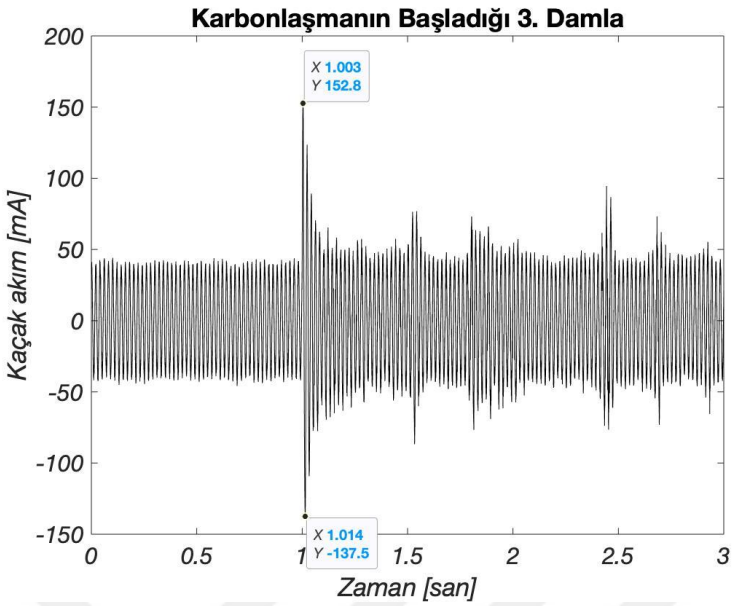
Şekil 4.241: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



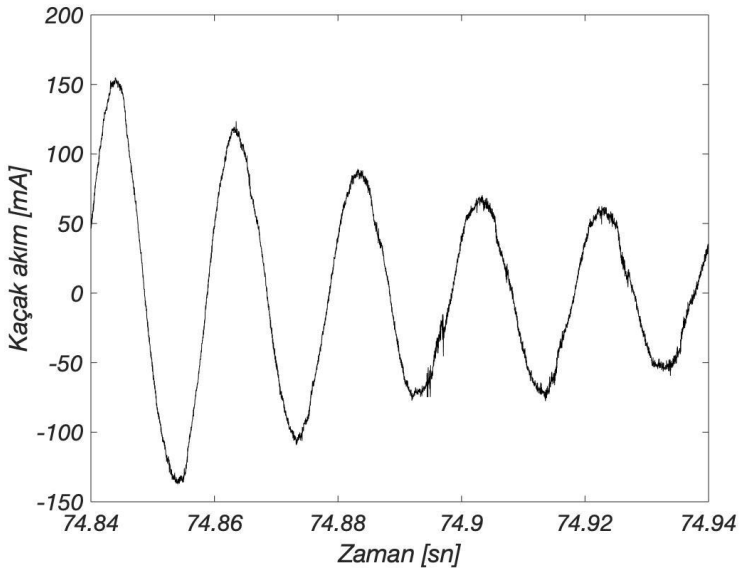
Şekil 4.242: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.126: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,20567856	3,37881705	2,46848975	2,39545088	1,46791327



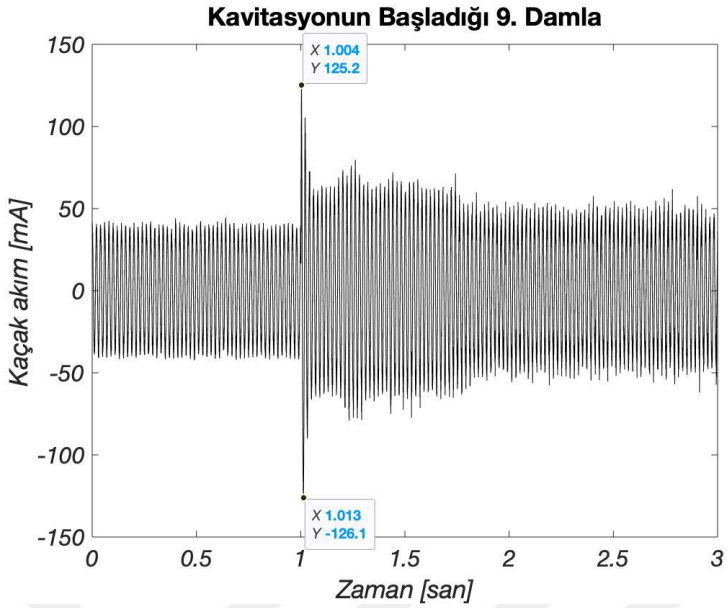
Şekil 4.243: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



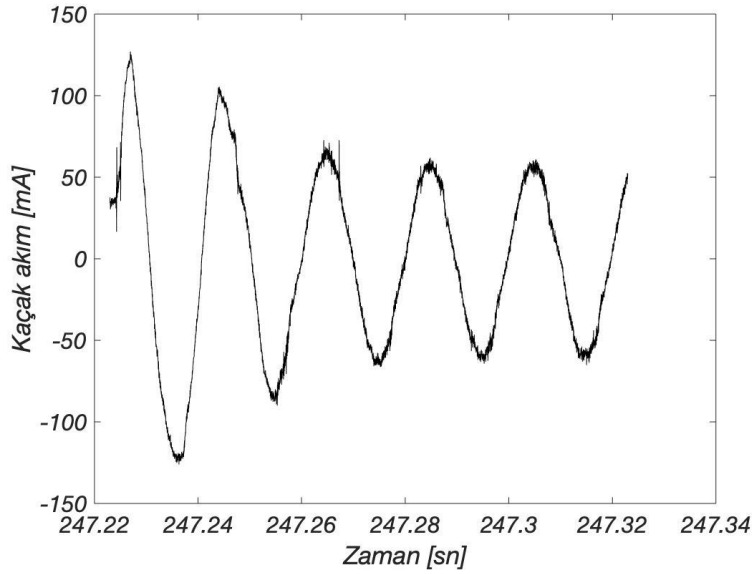
Şekil 4.244: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.127: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,77050207	3,70443007	1,99705362	1,501453	0,91540757



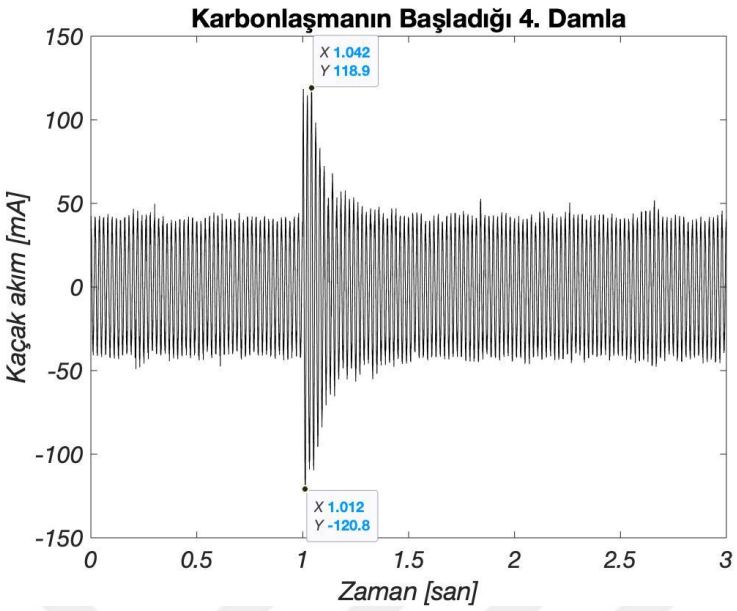
Şekil 4.245: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



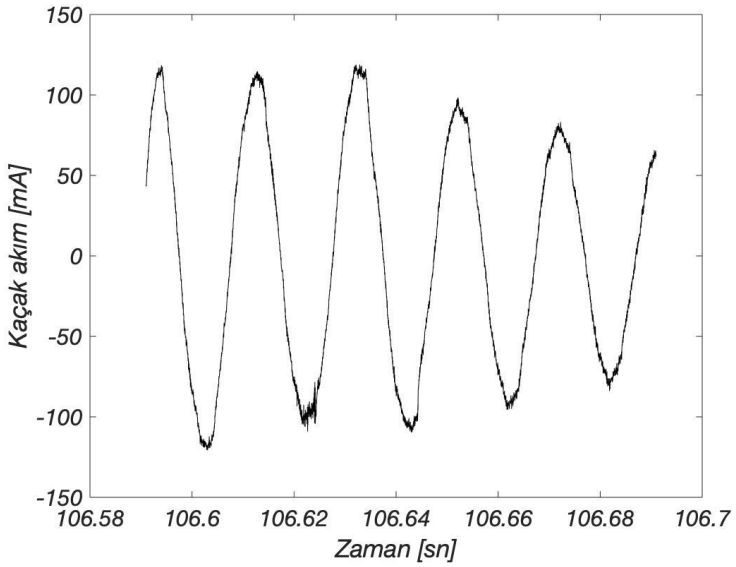
Şekil 4.246: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.128: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,13574323	3,82657511	1,76726603	1,38450036	1,18439679



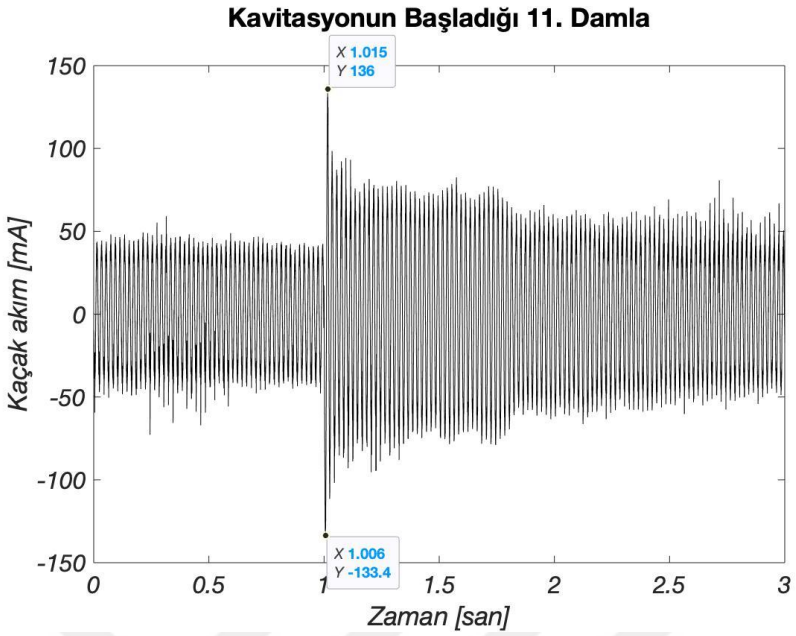
Şekil 4.247: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



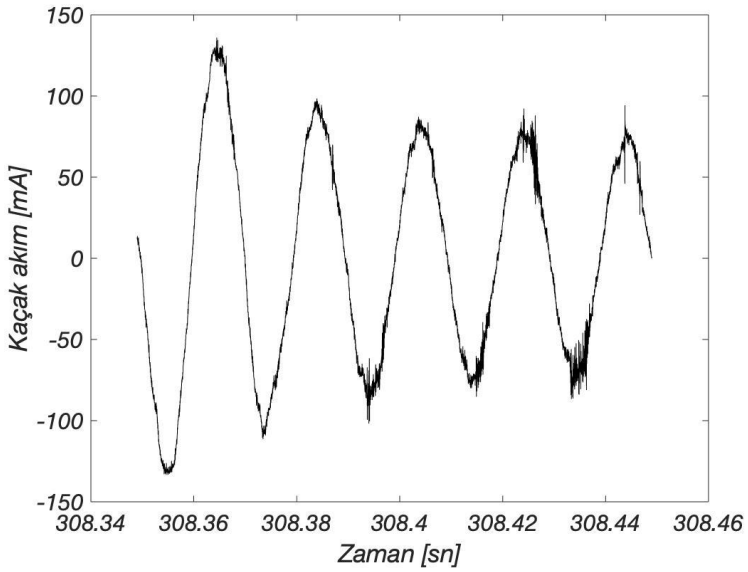
Şekil 4.248: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.129: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,44841486	3,29930119	1,72277696	1,62260386	1,04781062



Şekil 4.249: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



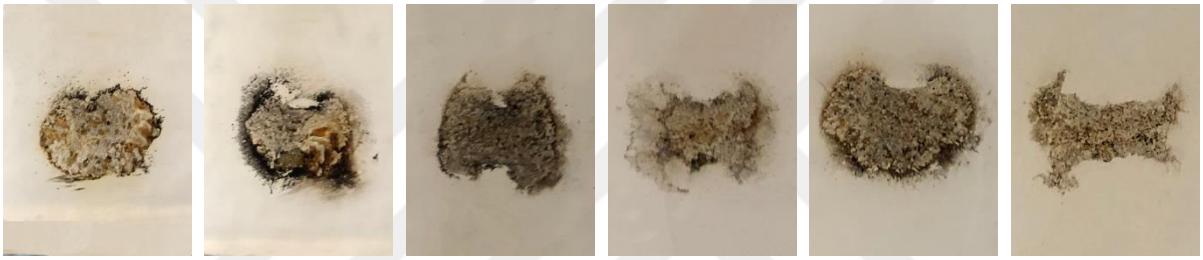
Şekil 4.250: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.130: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,05164981	2,62119645	2,09013061	1,79118995	0,99241605

4.1.3.3. %3 MgO/Epoksi Kompoziti

%3 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 600V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 600V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %3 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.251'de verilmiştir.

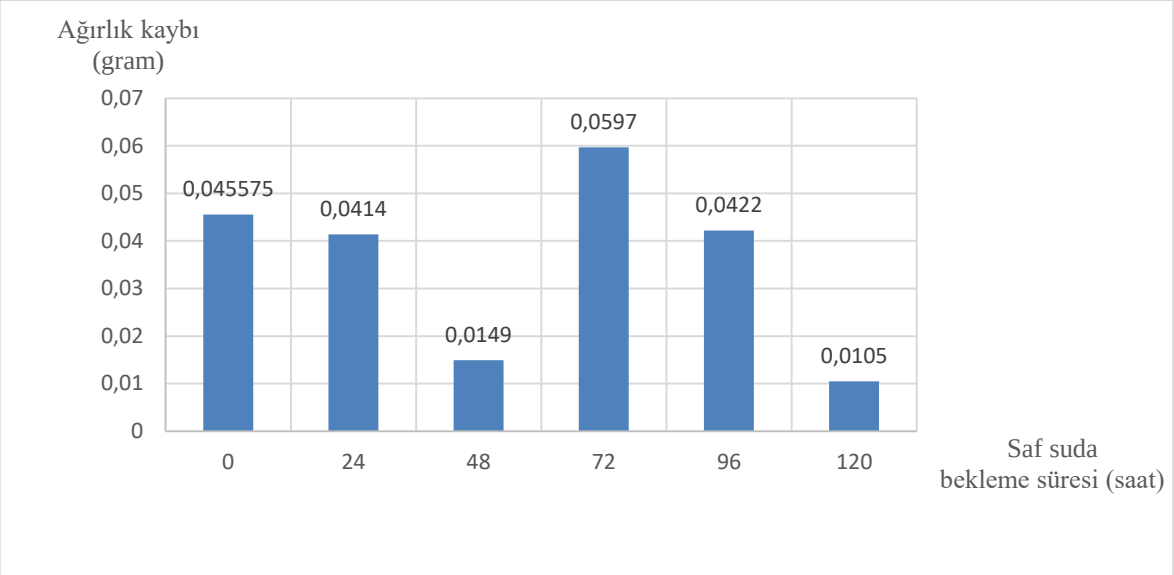


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.251: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) Epoksi reçine; b) 24 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; c) 48 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; d) 72 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; e) 96 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine; f) 120 saat suda yaşlandırılmış epoksi reçine.

Tablo 4.131'de 600V gerilim seviyesi için %3 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.131: %3 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.252'de %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.253'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.132'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.254'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.255'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.133'te verilmiştir.

Şekil 4.256'da 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.257'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.134'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.258'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.259'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.135'te verilmiştir.

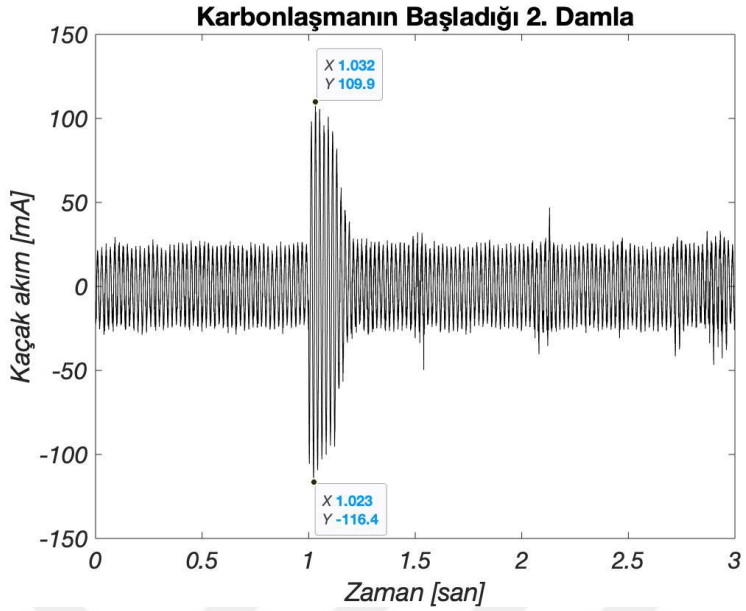
Şekil 4.260'ta 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.261'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.136'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.262'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.263'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.137'de verilmiştir.

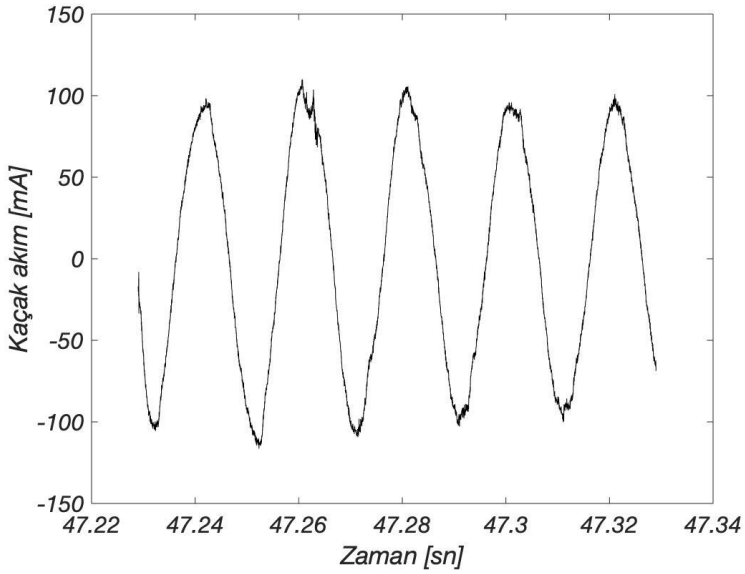
Şekil 4.264'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.265'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.138'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.266'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.267'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.139'da verilmiştir.

Şekil 4.268'de 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.269'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.140'ta özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.270'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.271'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.141'de verilmiştir.

Şekil 4.272'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.273'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.142'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.274'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.275'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.143'te verilmiştir.



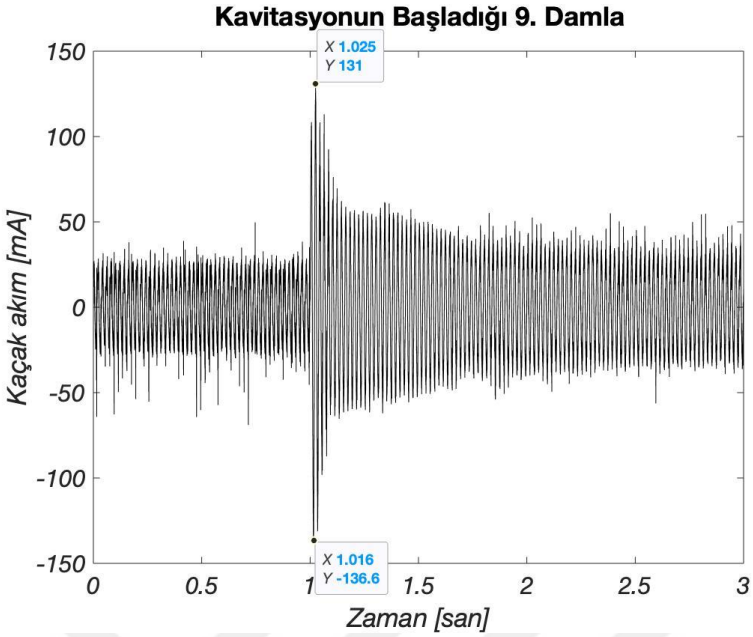
Şekil 4.252: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



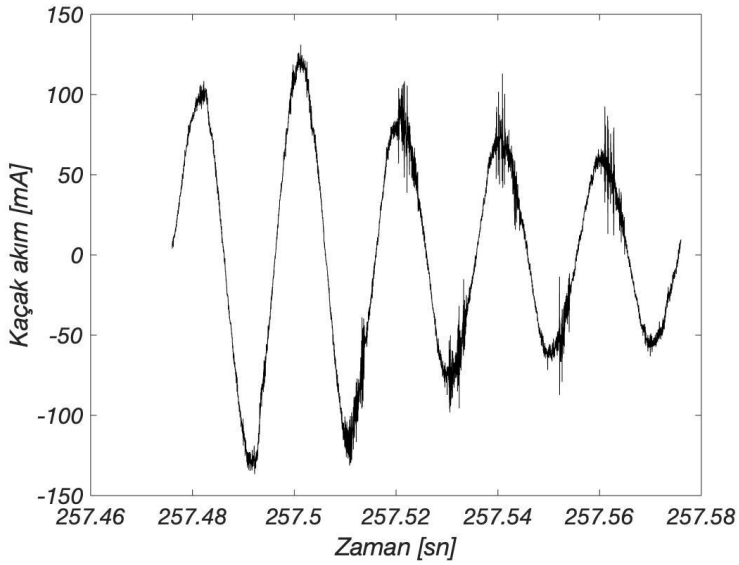
Şekil 4.253: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 132: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,28992952	2,28867482	1,24124958	1,2303792	1,1278476



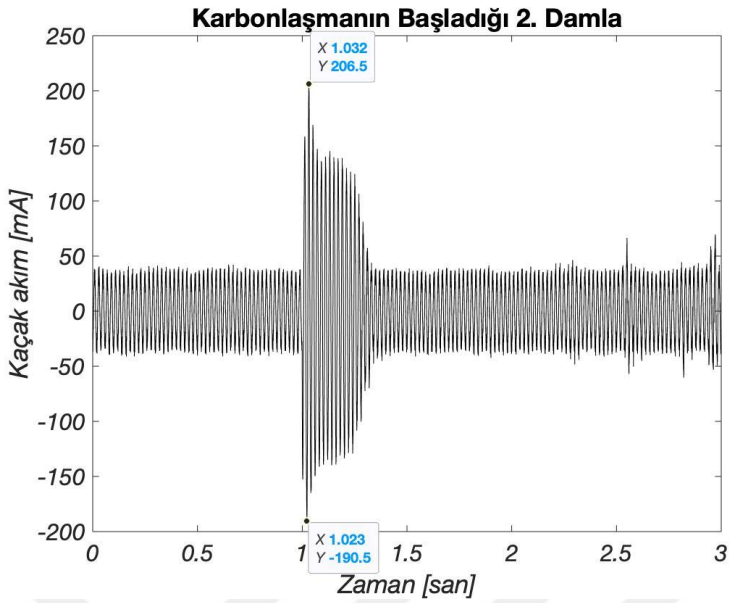
Şekil 4.254: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



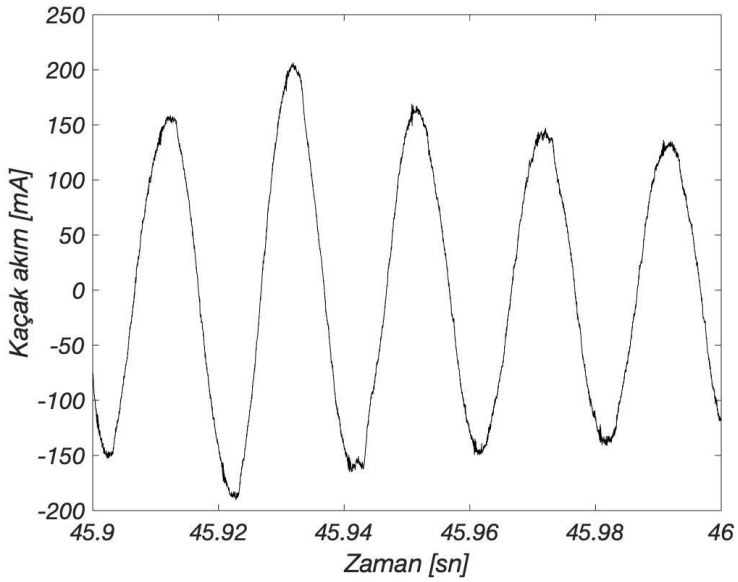
Şekil 4.255: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 133: %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	3,67401325	1,67014815	1,37575567	1,07450847	0,98924529



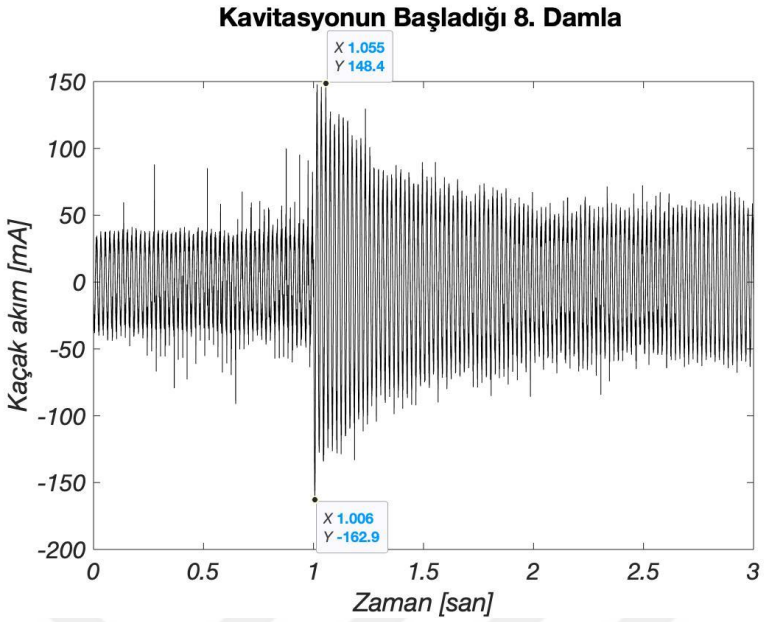
Şekil 4.256: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



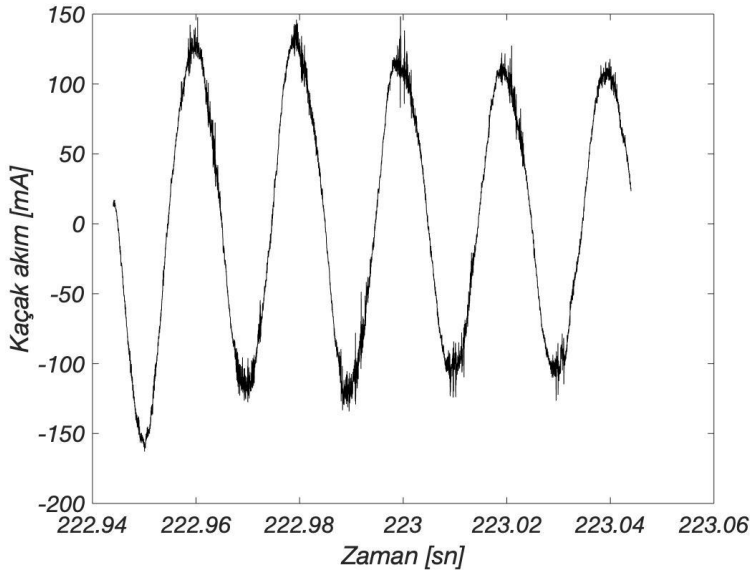
Şekil 4.257: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 134: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,49392156	2,43262389	1,5287244	1,09542126	0,63107018



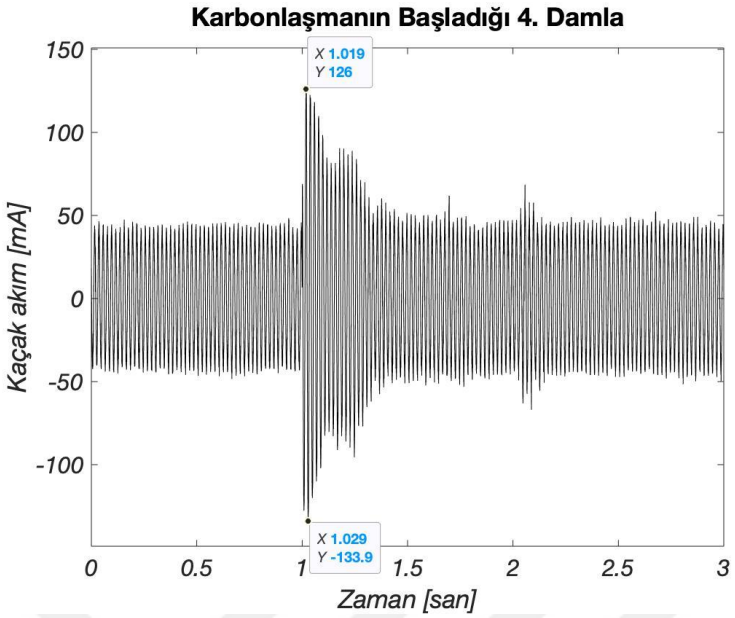
Şekil 4.258: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



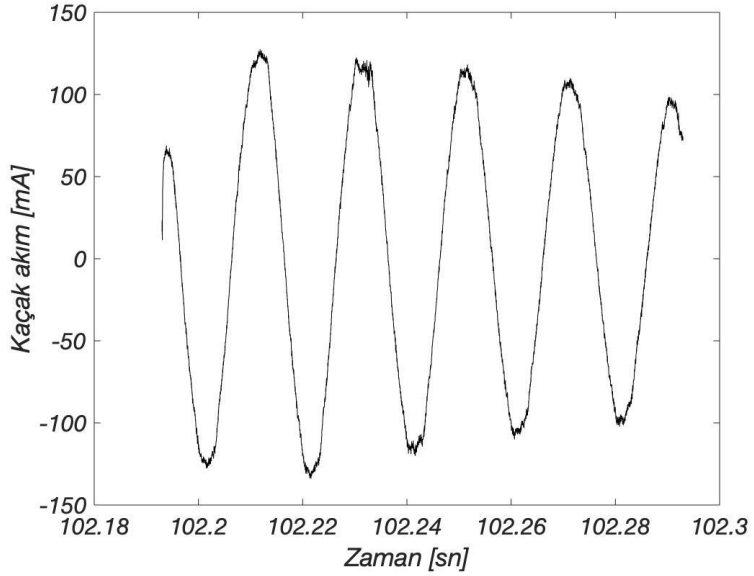
Şekil 4.259: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 135: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,82043471	3,45616569	1,53119341	0,99858127	0,66870978



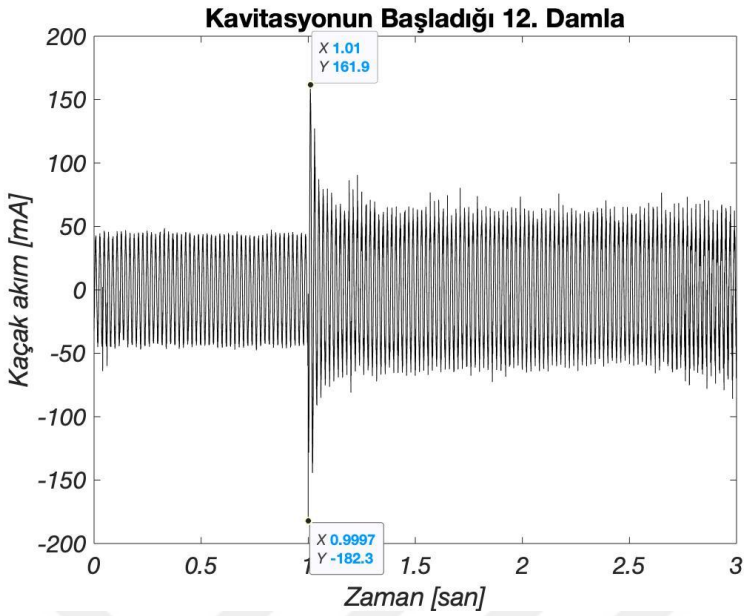
Şekil 4.260: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



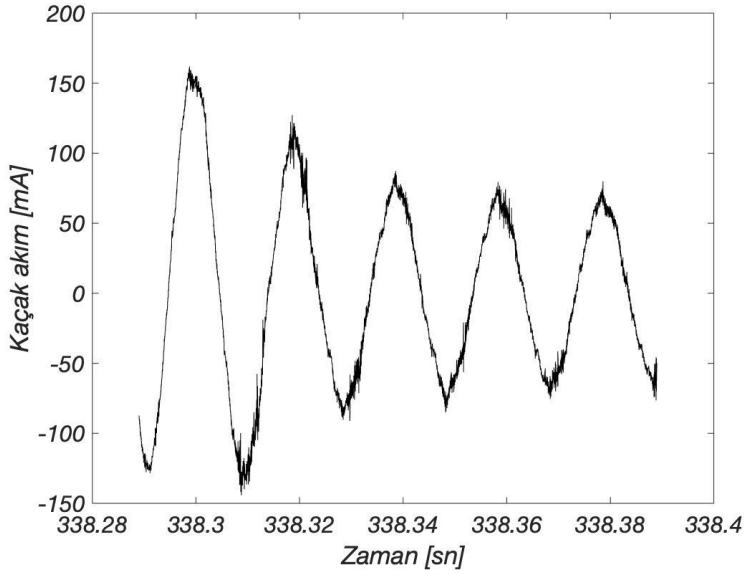
Şekil 4.261: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 136: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,54238573	2,00198312	1,91289516	0,92818986	0,83207978



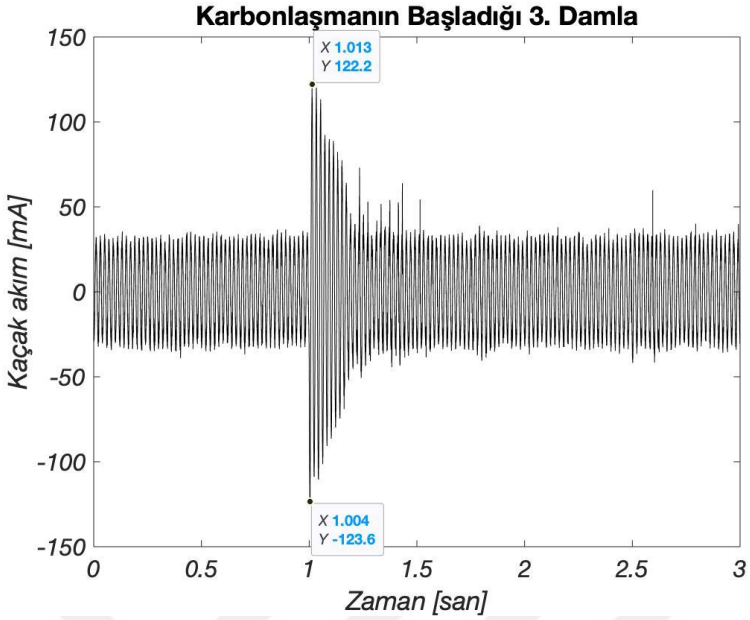
Şekil 4.262: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



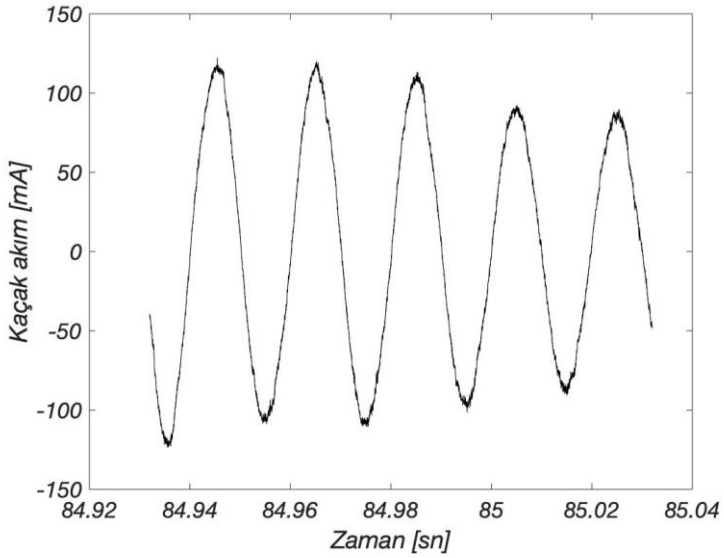
Şekil 4.263: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 137: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,12226048	3,3289509	2,66956825	1,6175462	1,39351985



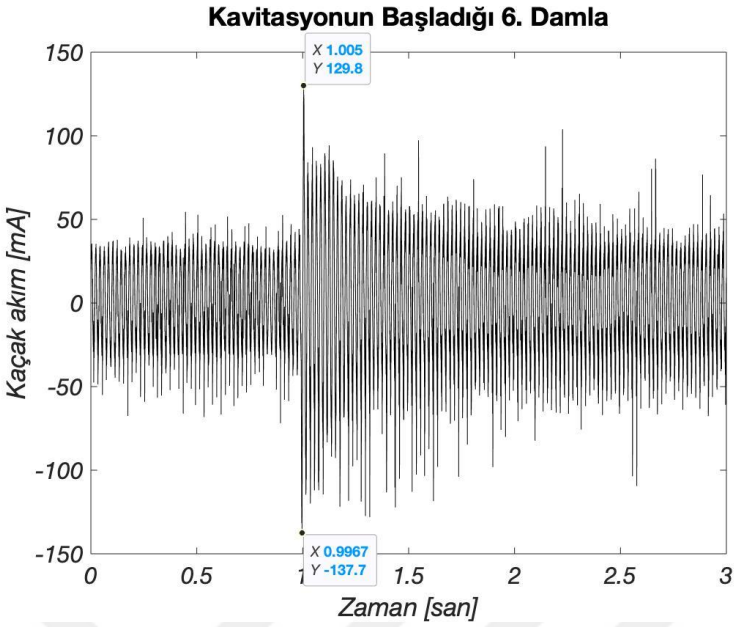
Şekil 4.264: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



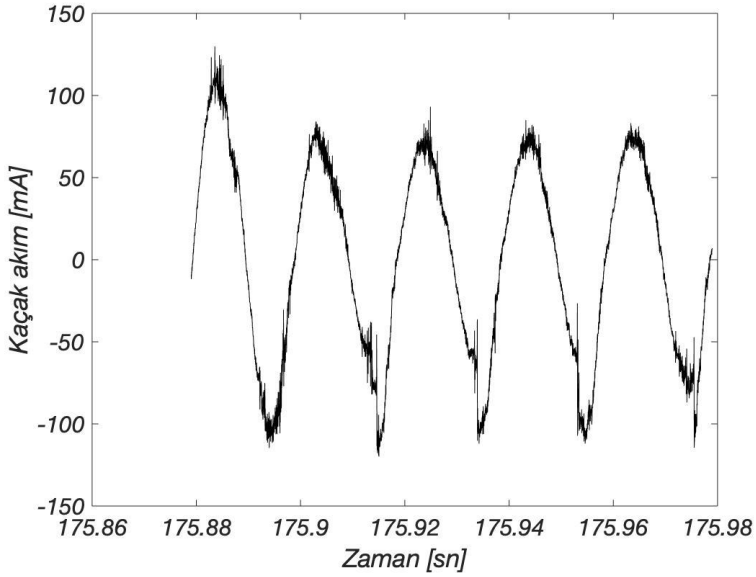
Şekil 4.265: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 138: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,79571162	2,91393367	1,40716816	0,91714924	0,57339613



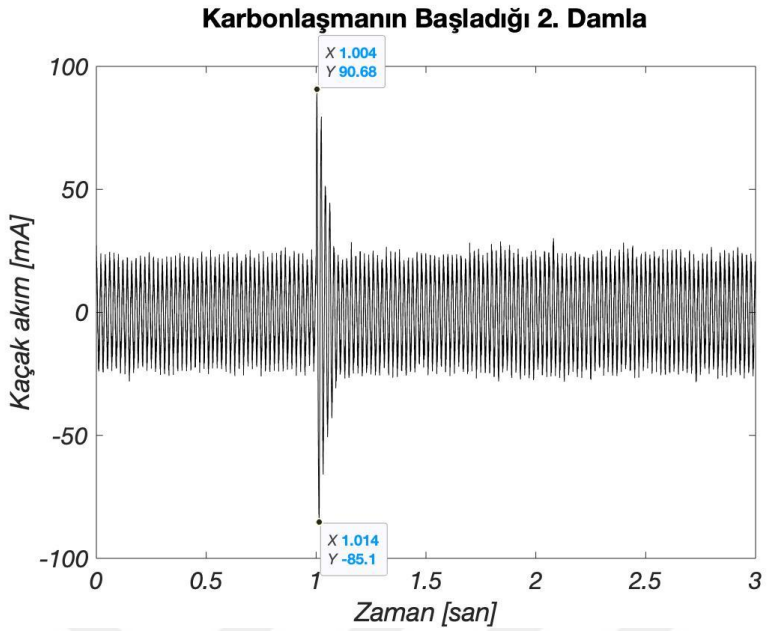
Şekil 4.266: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



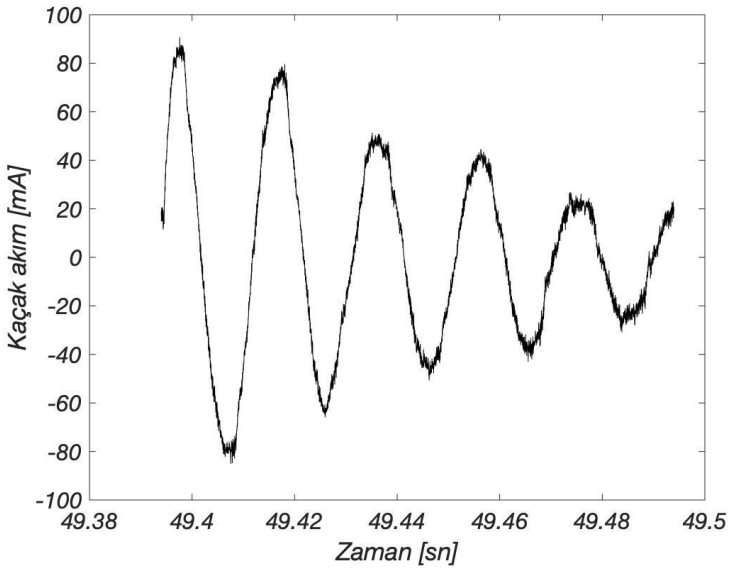
Şekil 4.267: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 139: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	11,3139617	5,22748396	2,60408497	2,62713375	1,66996926



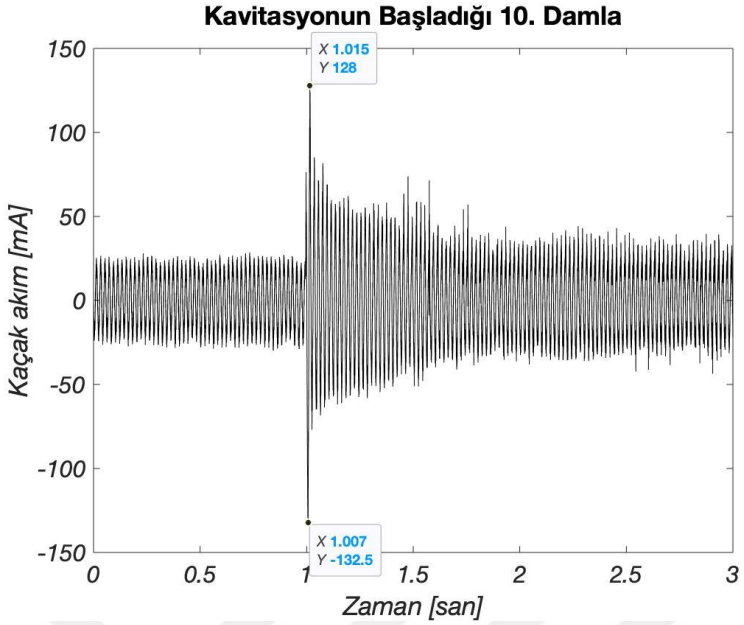
Şekil 4.268: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



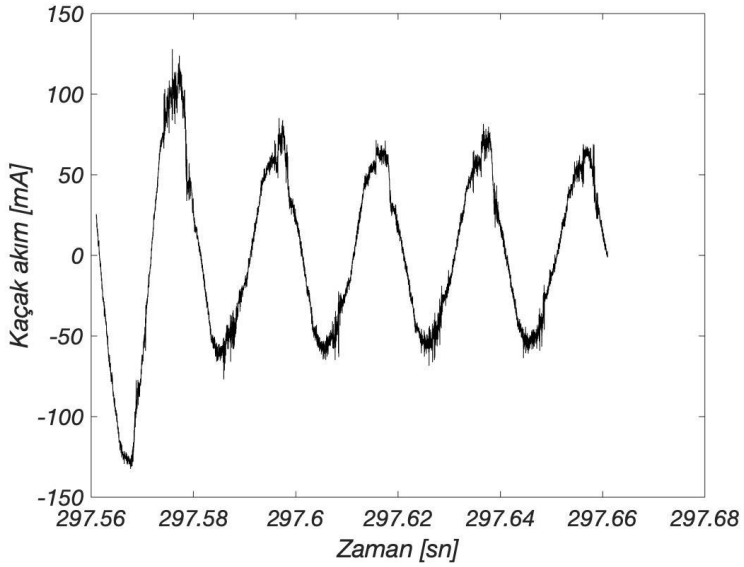
Şekil 4.269: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 140: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,88621742	2,62063915	2,11418258	2,02045328	1,33290615



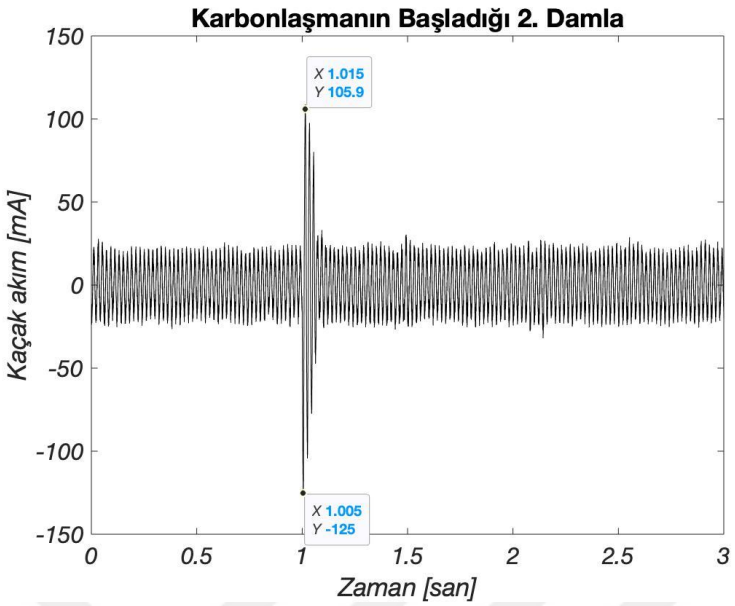
Şekil 4.270: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



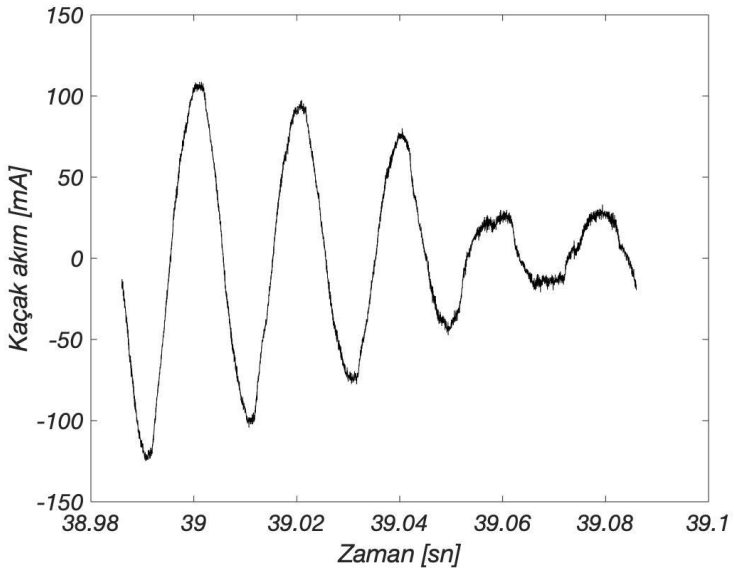
Şekil 4.271: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 141: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,17151484	5,64707192	2,7353874	2,44604928	1,48373644



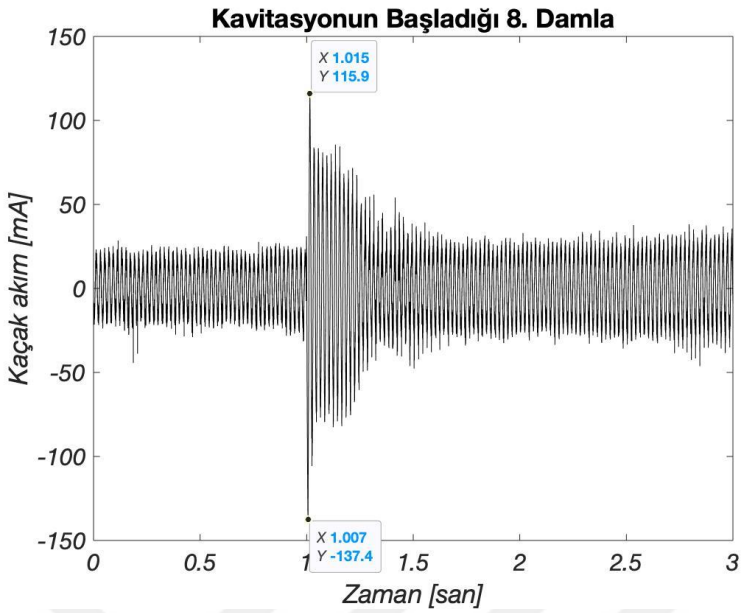
Şekil 4.272: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



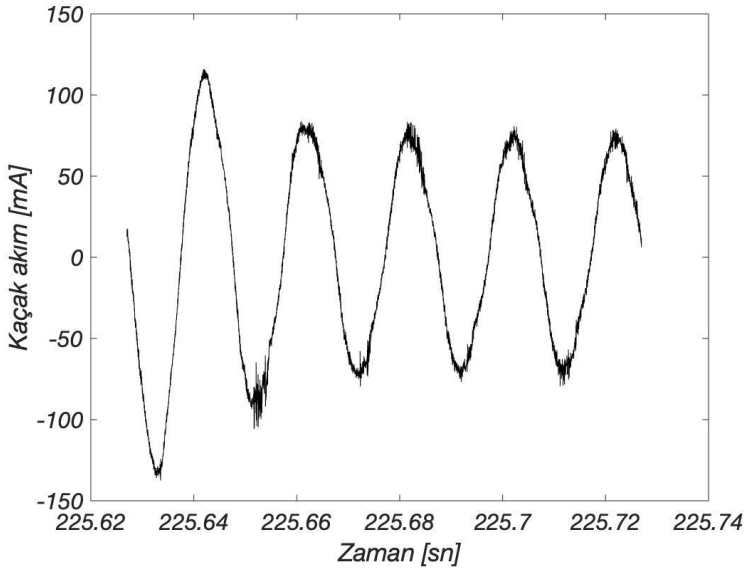
Şekil 4.273: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 142: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,08717404	3,07638559	1,75144638	1,28958328	0,86503256



Şekil 4.274: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



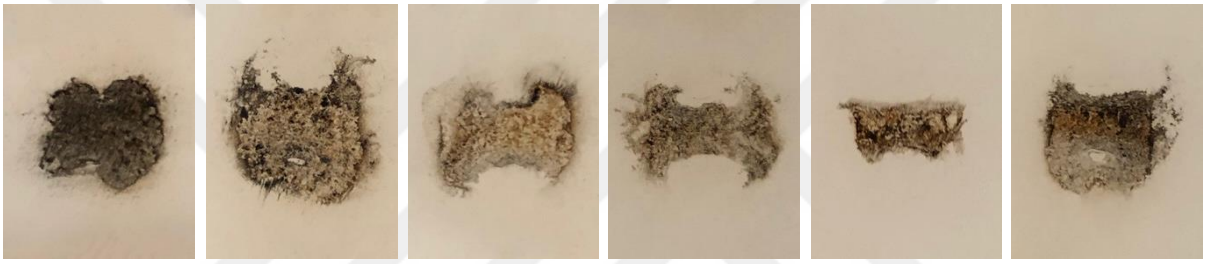
Şekil 4.275: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 143: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,53414878	3,15425701	1,46659551	1,19321799	0,87092274

4.1.3.4. %5 MgO/Epoksi Kompoziti

%5 MgO katkılanmış epoksi kompozitlerin 600V gerilim seviyesi altında CTI testine tabi tutulmaları sonucunda örnek yüzeyinde gerçekleşen iz oluşumu görüntüleri elde edilmiştir. Her gerilim seviyesinde repütasyonu daha rahat gözlemlemek adına deneyler beş kez tekrar edilmiştir. Benzer olarak her bir gerilim seviyesi ve suda bekleme süresi dikkate alınarak örneklerin deneyleri de beş kez tekrarlanmıştır. 600V gerilim seviyesi için suda bekletilmemiş (a), suda 24 saat yaşlandırılmış (b), suda 48 saat bekletilmiş (c), suda 72 saat yaşlandırılmış (d), suda 96 saat bekletilmiş (e), suda 120 saat yaşlandırılmış (f) %5 MgO/Epoksi kompoziti örneklere ait Şekil 4.276'da verilmiştir.

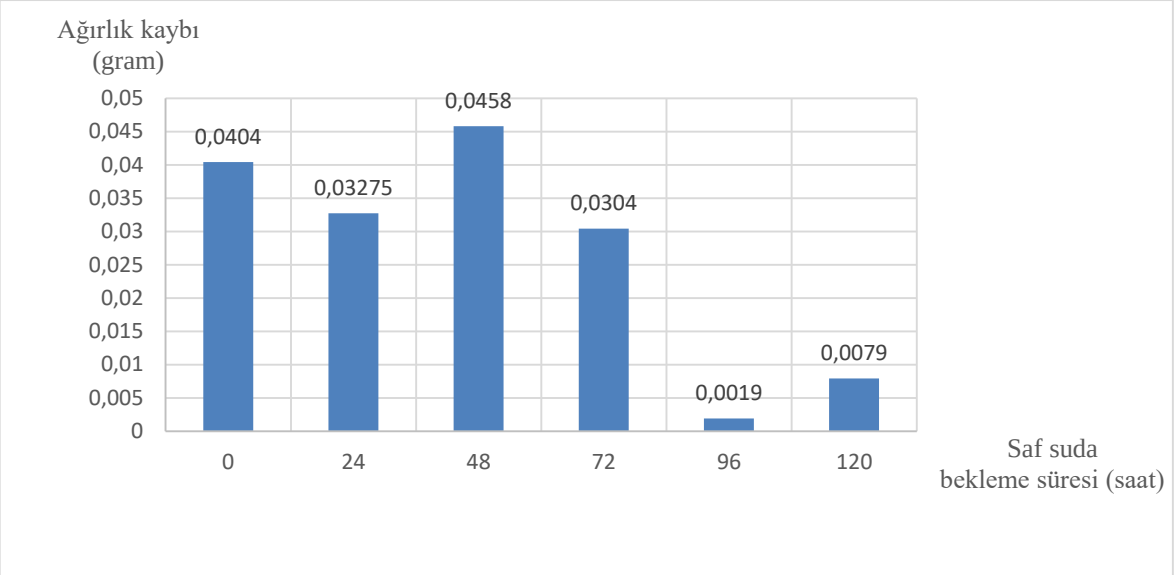


(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Şekil 4.276: 600 V voltaj uygulanmış örneklerin iz oluşum davranışları a) %5 MgO/Epoksi ; b) 24 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; c) 48 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; d) 72 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; e) 96 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi; f) 120 saat suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi.

Tablo 4.144'te 600V gerilim seviyesi için %5 MgO/Epoksi kompoziti örneklerin deney başında ve sonunda yapılan ağırlık ölçümleri neticesinde gözlenen beş örnek üzerinden ortalama ağırlık kaybı tablosu verilmiştir.

Tablo 4.144: %5 MgO/Epoksi 600V gerilim seviyesi için deneyler sonundaki ağırlık kaybı tablosu.



Şekil 4.277'de %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.278'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.145'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.279'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.280'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.146'da verilmiştir.

Şekil 4.281'de 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.282'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.147'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.283'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.284'te, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.148'de verilmiştir.

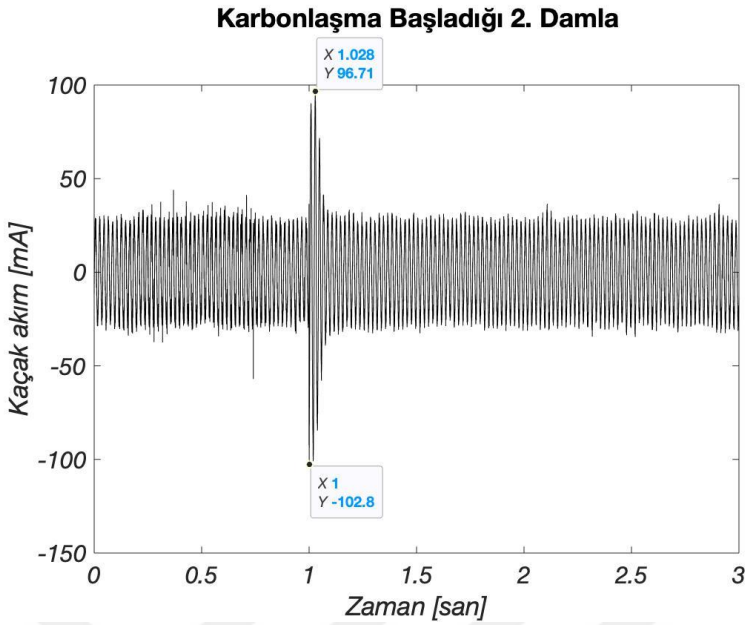
Şekil 4.285'te 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.286'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri

Tablo 4.149'da özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.287'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.288'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.150'de verilmiştir.

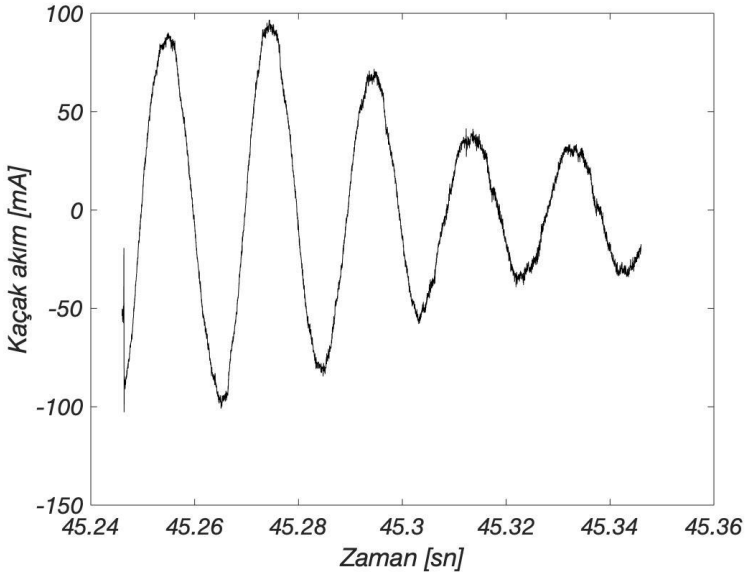
Şekil 4.289'da 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.290'da verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.151'de özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.291'de, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.292'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.152'de verilmiştir.

Şekil 4.293'te 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.294'te verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.153'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.295'te, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.296'da, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.154'te verilmiştir.

Şekil 4.297'de 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesinde karbonlaşmanın başladığı damlaya ait kaçak akımın zamanla değişimi verilmiştir. Bu kaçak akım içerisinde harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'lik zaman dilimine ait kaçak akımın değişimi Şekil 4.298'de verilmiş, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.155'te özetlenmiştir. 600V gerilim seviyesi için kavitasyonun başladığı damlaya ait kaçak akım grafiği şekil 4.299'da, bu aşamaya ait harmonik distorsiyonun hesaplandığı 100ms'ye ait kaçak akım grafiği Şekil 4.300'de, hesaplanan harmonik distorsiyon değerleri Tablo 4.156'da verilmiştir.



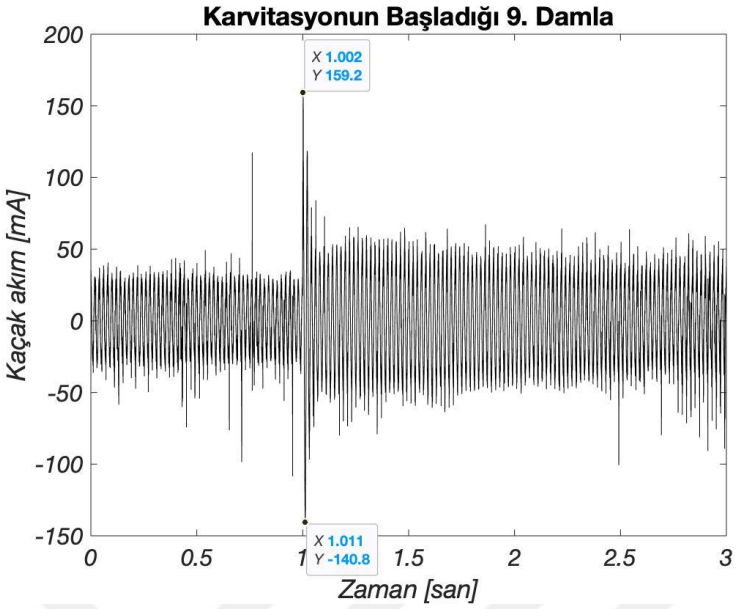
Şekil 4.277: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



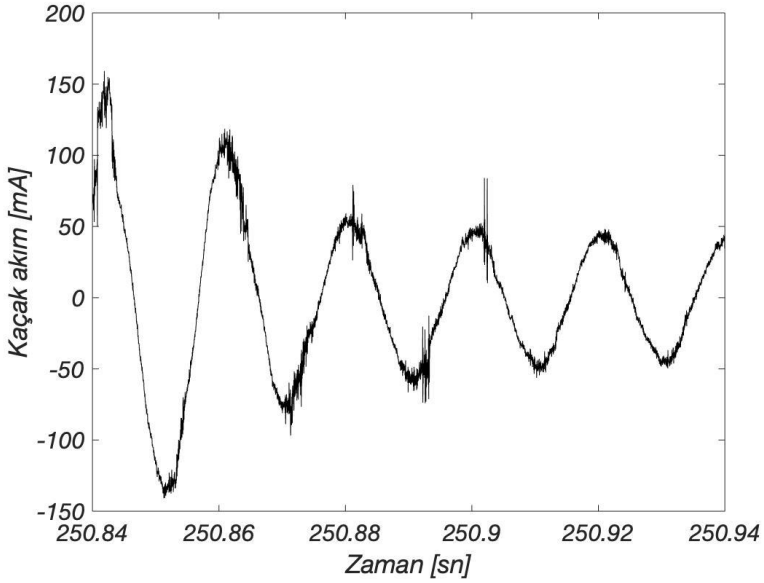
Şekil 4.278: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.145: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,01640153	4,32273863	2,55817775	1,76439653	1,42519064



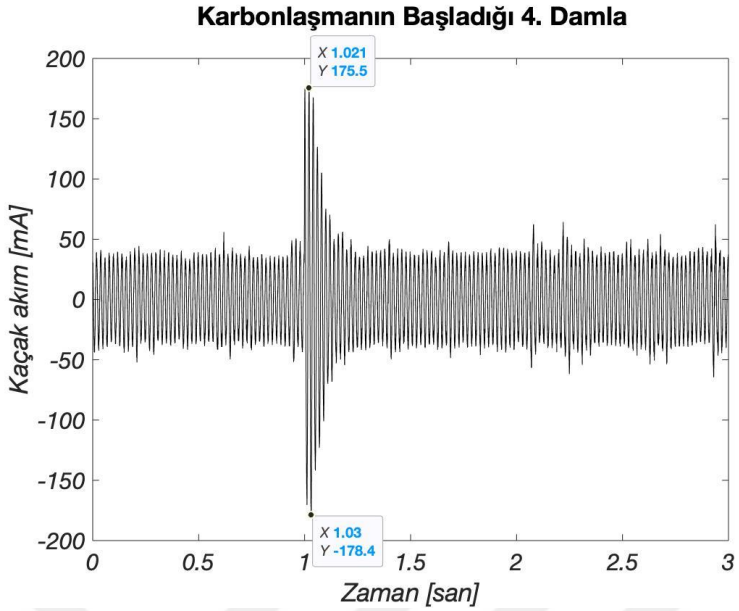
Şekil 4.279: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



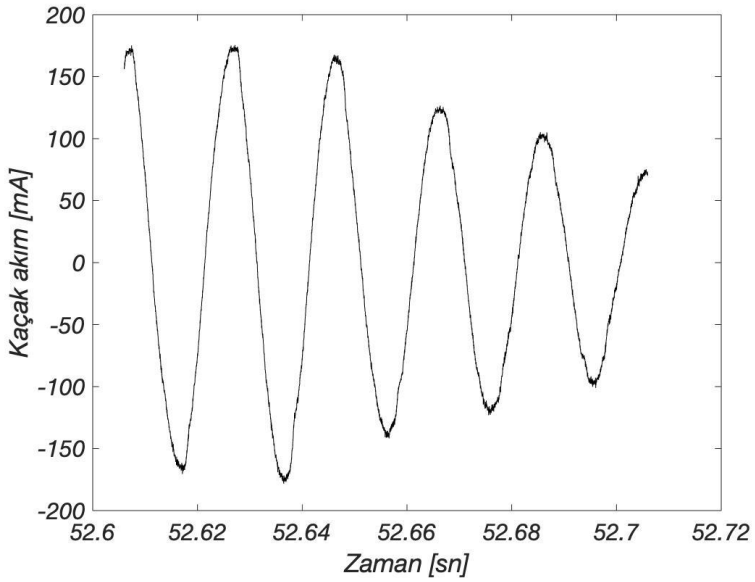
Şekil 4.280: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.146: %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	11,6614094	4,99499163	2,16977434	2,4310805	1,30295338



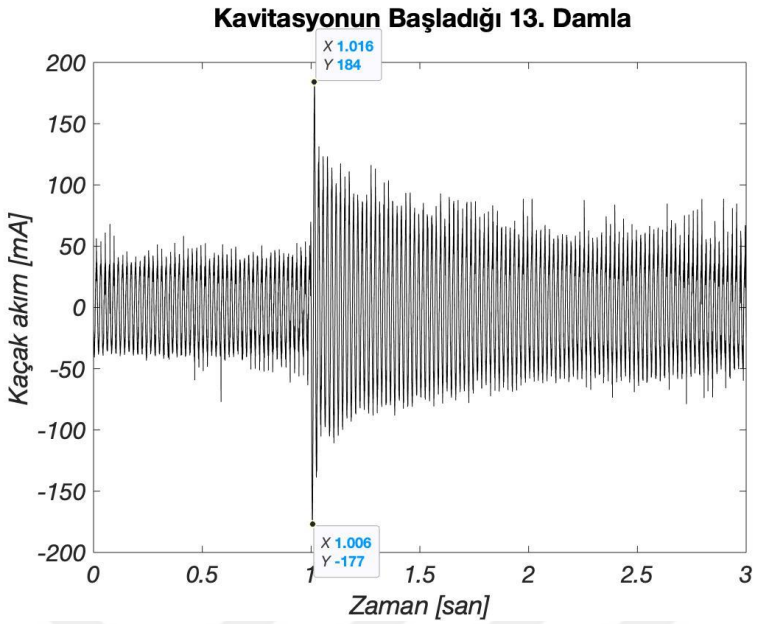
Şekil 4.281: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



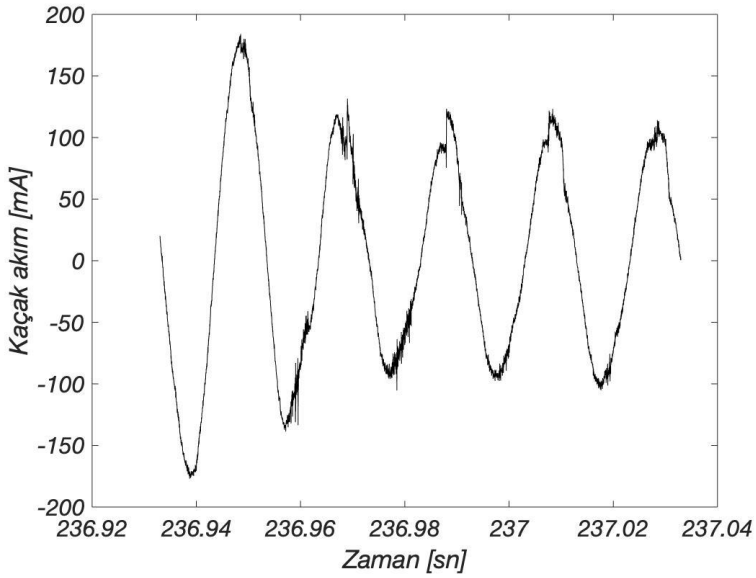
Şekil 4.282: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.147: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,36232972	3,33750312	2,10905339	1,51836998	1,25770374



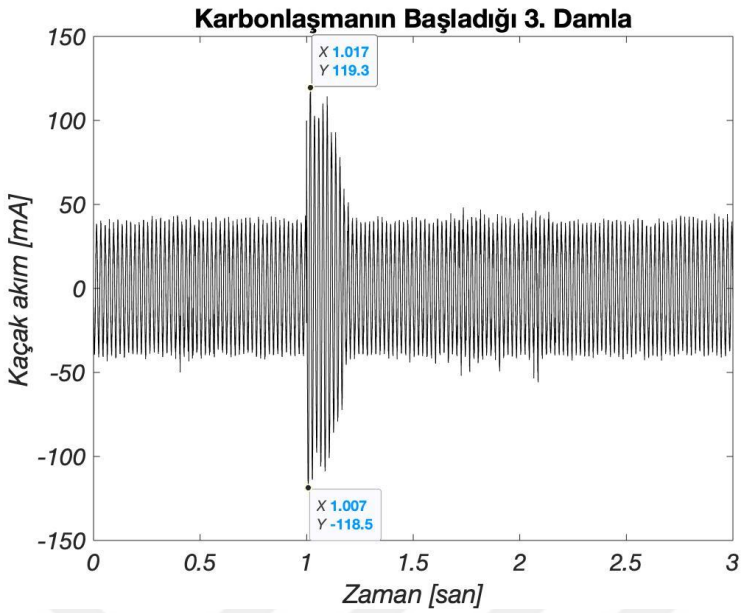
Şekil 4.283: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



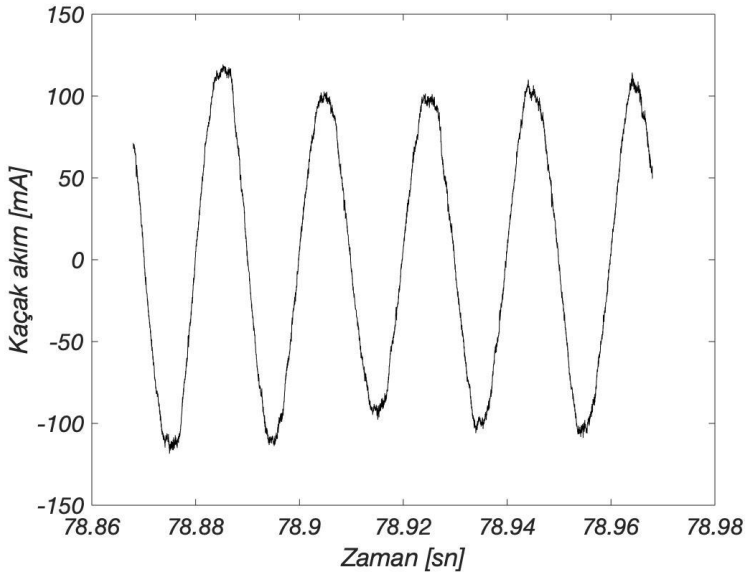
Şekil 4.284: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.148: 24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,02079548	3,50200215	2,14280907	1,46863854	1,08267717



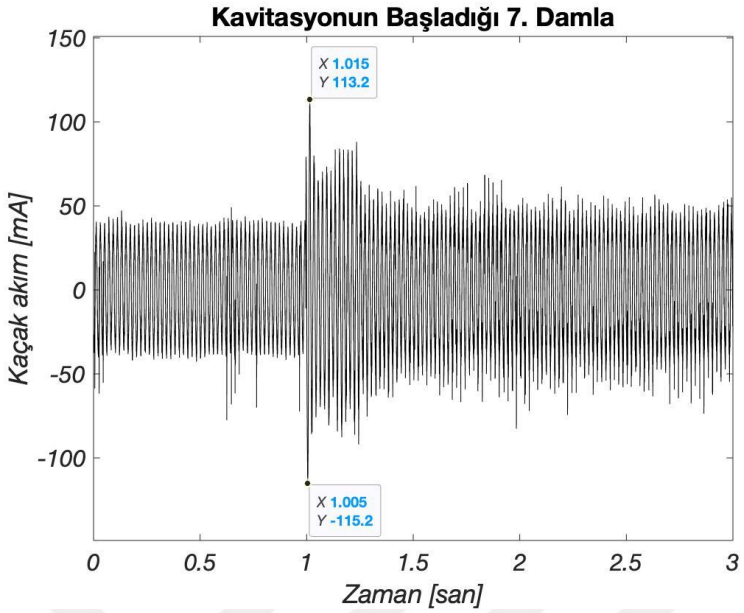
Şekil 4.285: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



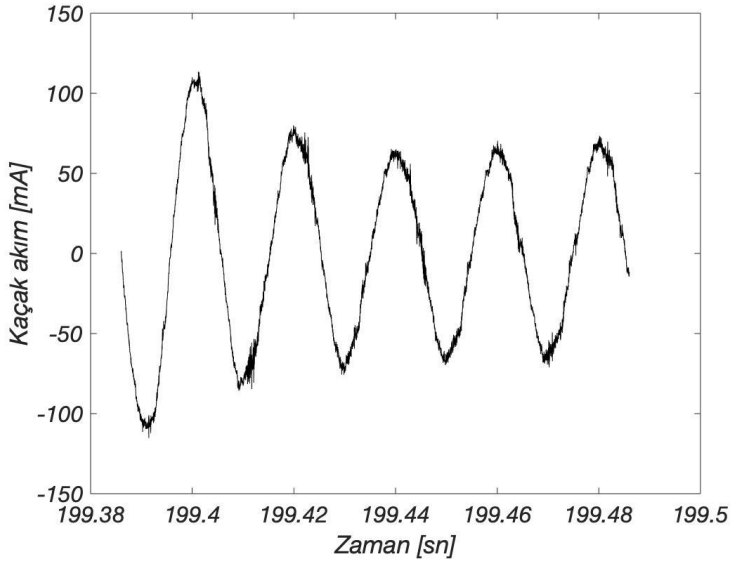
Şekil 4.286: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.149: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	4,06815879	2,46175628	1,84905172	1,04480041	0,90304357



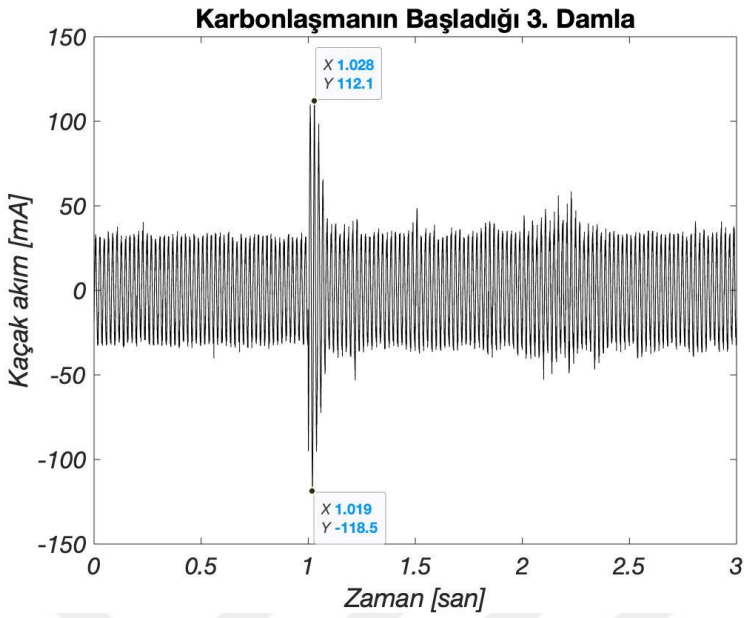
Şekil 4.287: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



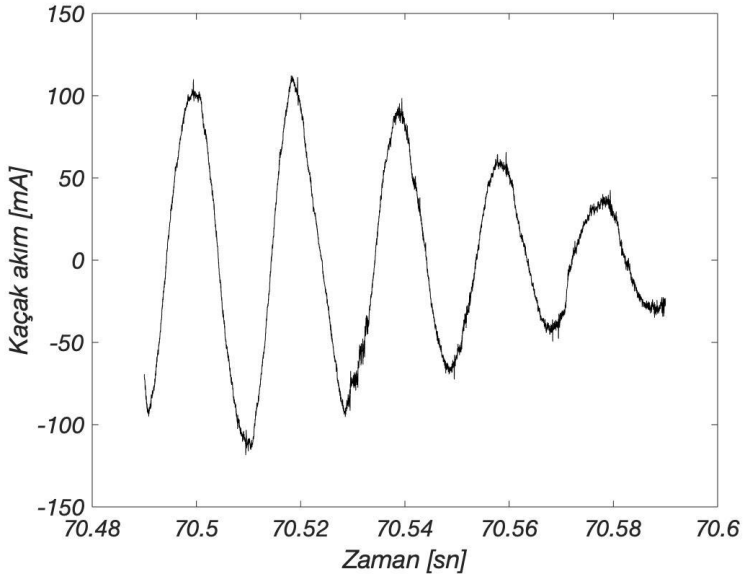
Şekil 4.288: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.150: 48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,41977814	4,77346539	3,21386127	1,45279382	1,30740279



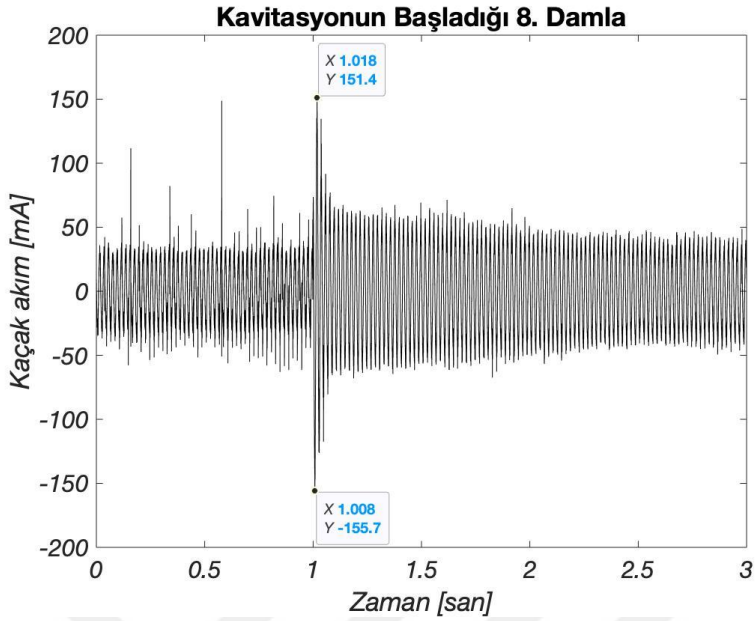
Şekil 4.289: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



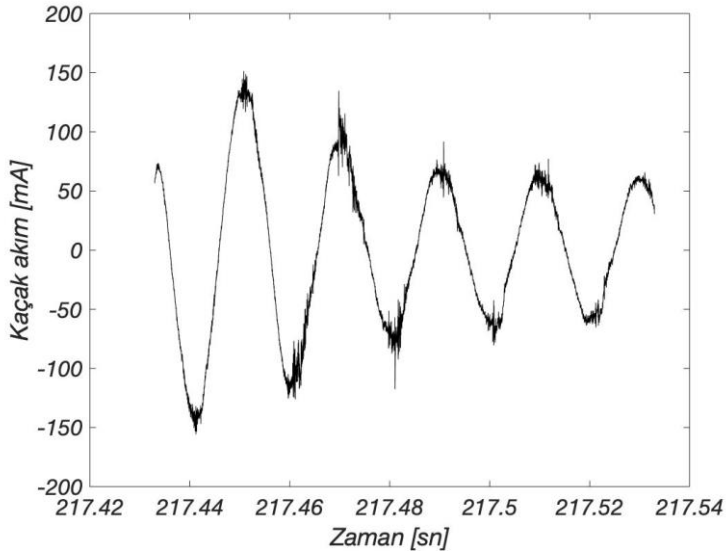
Şekil 4.290: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.151: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	8,3084485	4,48792281	2,577194	1,68440224	1,20871703



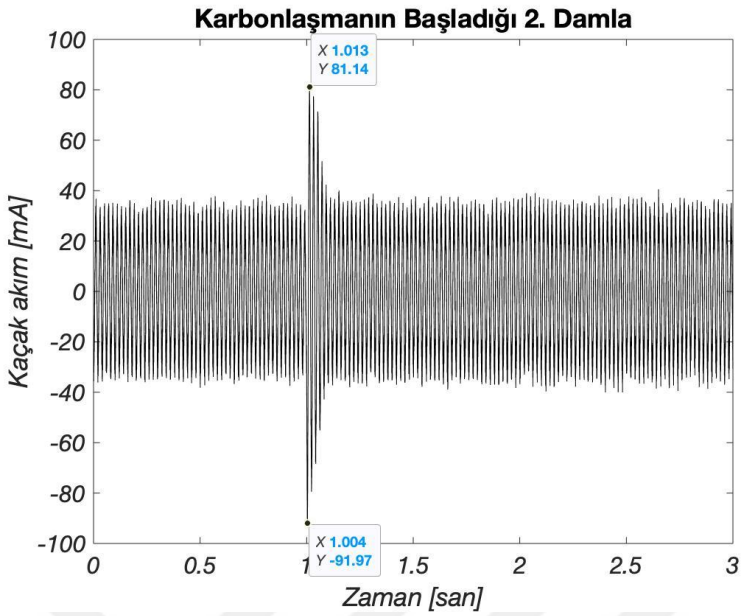
Şekil 4.291: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



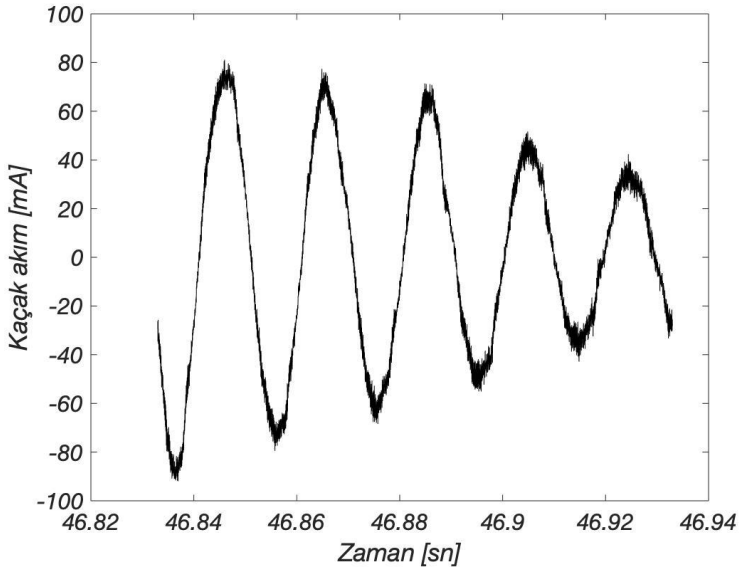
Şekil 4.292: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.152: 72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,90379953	3,10302967	1,80560341	1,24716427	0,99091456



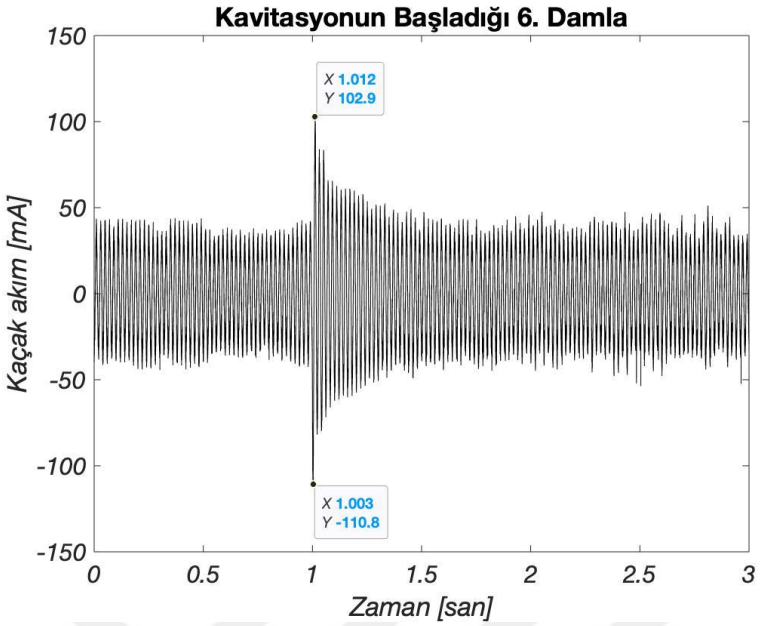
Şekil 4.293: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



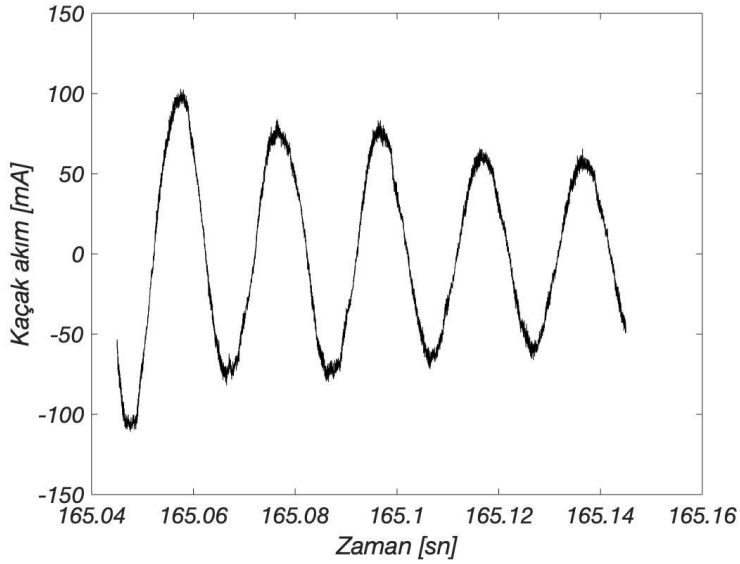
Şekil 4.294: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.153: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	5,36376998	2,04918462	2,20559227	1,35285636	1,34884143



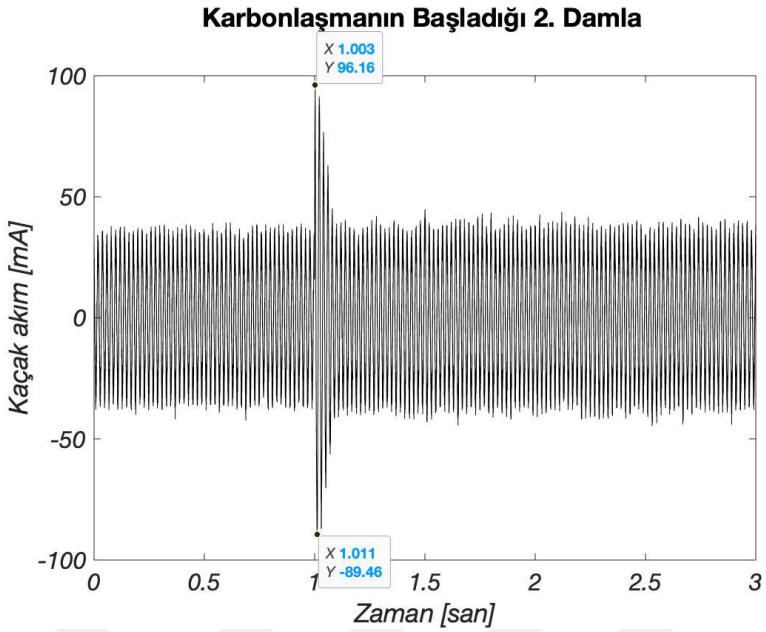
Şekil 4.295: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



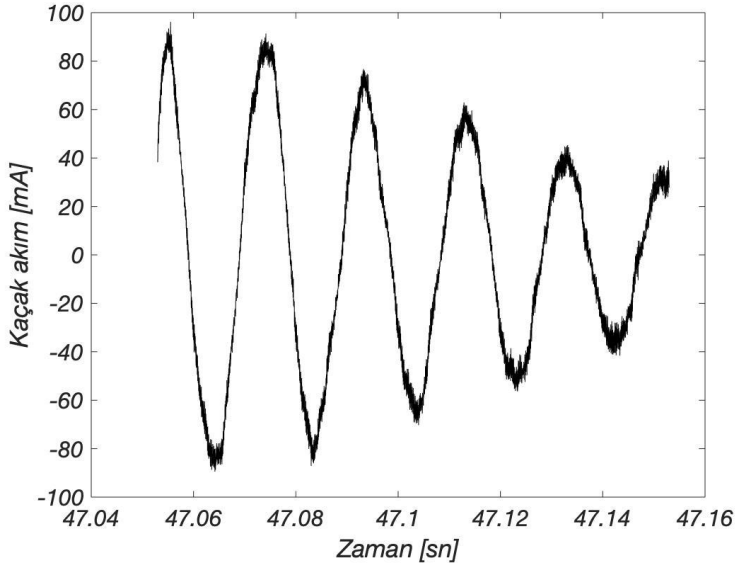
Şekil 4.296: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.154: 96 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	6,36916996	2,68159753	2,34704699	1,32330593	1,01800122



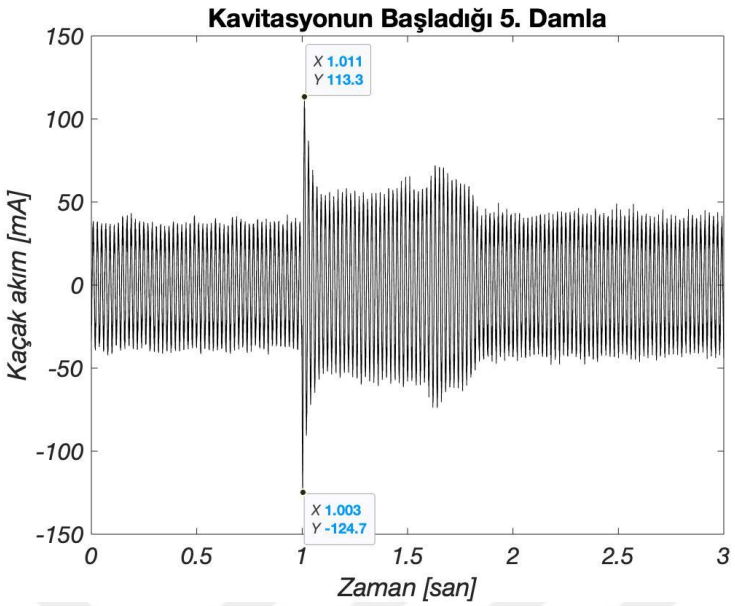
Şekil 4.297: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla.



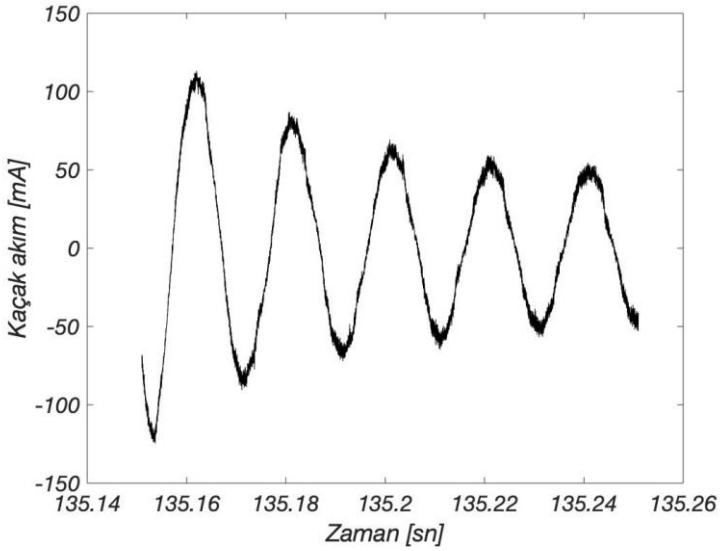
Şekil 4.298: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.155: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki karbonlaşmanın başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	7,59511	3,75126919	1,94172226	2,20460609	1,26145126



Şekil 4.299: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla.



Şekil 4.300: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damlanın 100ms.

Tablo 4.156: 120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin 600V gerilim seviyesindeki kavitasyonun başladığı damla için tek harmoniklerin oluştuğu ortalama HD.

İz oluşumu sırasında gözlenen dalga şekline ait HD (%)	HD_{13}	HD_{15}	HD_{17}	HD_{19}	HD_{111}
	9,16507625	3,78514417	2,16200313	2,0095669	1,48427163

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan deneyler sonucunda gerilim arttıkça oluşan iz oluşumunun, yüzey alanının genişlediği ve malzeme üzerindeki derinliğin arttığı gözlenmiştir.

Saf epoksi için 24 saat, 48 saat ve 72 saat saf suda yaşlandırmak iz oluşumu deneylerinde sonuçları benzer kılarken, 96 saat ve 120 saat saf suda yaşlandırma sonucunda yüzeyde iz oluşumu deneyi sonucu iz oluşumunda derinleşme ve yüzeysel büyüme görülmüştür.

%1 MgO katkılı epoksi kompozitleri kendi içlerinde değerlendirildiğinde uygulanan gerilim seviyesinin artmasıyla yüzeyde oluşan izin alanının genişlediği, kavitasyonun derinleştiği gözlenmiştir. Saf epoksi ile karşılaştırıldığında ise bu örneklerde 400V ve 500V gerilim seviyesi için iz oluşumunda benzeri karakteristikler gözlenirken, 600V gerilim seviyesinde saf epokside oluşan iz oluşumuna göre daha derin izler olduğu gözlenmiştir. 24 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde iz oluşumu davranışı 400V gerilim seviyesinde aynı kalırken, 500V ve 600V gerilim seviyesinde belirgin şekilde iz oluşum alanı büyümüş ve erozyon davranışı ilk olarak %1 MgO katkılı epoksi için bu seviyede gözlenmiştir.

48 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde 400V ve 500V gerilim seviyesinde izlerde nem ile yaşlandırılmamış örneklerdekine benzer yüzeyde iz oluşumları görülmüştür. 600V gerilim seviyesinde ise 48 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde 5 kez tekrar edilen deneylerin yalnızca birisinde erozyon davranışı rapor edilmiştir. Bu durum 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde erozyon oluşumu gözlenmiştir.

%3 MgO katkılanmış epoksilerde iz oluşumu davranışı %1 MgO katkılanmış örneklerle benzerlik göstermekle birlikte, bu seviyede örnekler saf suda yaşlandırma fark etmeksizin, tamamında 600V üzeri gerilimde erozyon gözlenmiştir. 500V gerilim seviyesinde ise nem ile yaşlandırılmamış örneklerde erozyon davranışı gözlenirken, diğerlerinde iz oluşumu davranışı gerçekleştiği gözlenmiştir.

%5 MgO katkılanmış epoksi örneklerinde 400V gerilim seviyesinde test edilen örnekler değerlendirildiğinde saf suda yaşlandırılma uygulanmamış ve 24 saat saf su yaşlandırılması uygulanan örneklerde yüzeyde iz oluşumları 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf suda yaşlandırılan örneklerdeki iz oluşumundan daha geniş olduğu görülmüştür. %5 katkılı örneklere 500V gerilim seviyesi uygulandığında saf suda yaşlandırılmamış örneklerde 5 deneyden ikisi

erozyon ile sonuçlanırken diğer üçü iz oluşumu ile sonuçlandığı gözlenmiştir. Benzer şekilde 24 saat saf suda yaşlandırılan örneklerde 500V gerilim seviyesi uygulandığında 5 deneyden üçü erozyon ile sonuçlanırken, ikisi yüzeyde iz oluşumu ile sonuçlandığı gözlenmiştir. Aynı katkı seviyesinde 500V gerilim seviyesi uygulanan ve 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat saf suda yaşlandırılan örneklerin tamamının iz oluşumu ile sonuçlandığı gözlenmiştir. %5 MgO katkılanmış epoksi örneklerinde 600V gerilim seviyesinde saf su ile yaşlandırılmamış, 24 saat, 48 saat ve 72 saat saf su ile yaşlandırılmış örneklerde erozyon ile sonlanmıştır. 96 saat ve 120 saat saf su ile yaşlandırılan örnekler ile iz oluşumu davranışı gerçekleştiği gözlenmiştir.

Epoksi reçine için harmonik distorsiyonlar değerlendirildiğinde karbonlaşma damlası için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azaldığı raporlanmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmoniklerin dereceleri arttığında 7. harmoniğe kadar lineer şekilde artmış, 9. ve 11. harmonik değerler için azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için ise harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin yükselmesiyle beraber artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler lineer bir şekilde artmıştır.

%1 MgO/Epoksi kompoziti için harmonik distorsiyonlar değerlendirildiğinde karbonlaşma damlası için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azaldığı raporlanmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler de artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyonlar, gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında aynı seviyede olduğu, 600V'a çıkarıldığında ise azaldığı gözlenmiştir. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır.

%3 MgO/Epoksi kompoziti için harmonik distorsiyonlar değerlendirildiğinde karbonlaşma damlası için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azaldığı raporlanmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında değerler 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik değerler aynı karbonlaşmanın başladığı damladaki gibi gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azaldığı raporlanmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında

harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır.

%5 MgO/Epoksi kompoziti için harmonik distorsiyonlar değerlendirildiğinde karbonlaşma damlası için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon azalmış, 600V'a çıkarıldığında ise arttığı raporlanmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için ise harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin yükselmesiyle beraber artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler lineer bir şekilde artmıştır.

24 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin karbonlaşmanın başladığı için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında değerler 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyonlar gerilimin yükselmesiyle lineer bir artış göstermiştir. harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik distorsiyon değerleri 7. Harmoniğe kadar lineer bir şekilde artmış, 7. harmonikten sonra 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır.

24 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azalmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için aynı karbonlaşmanın başladığı damladaki gibi gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon değerleri artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azalmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır.

24 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesini yükselmesiyle azalmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon değerleri azalmış, 600V'a çıkarıldığında ise artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler 7. harmoniğe kadar lineer bir şekilde artmış, 7.

Harmonikten sonra harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken ise azalmıştır.

24 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında aynı kalmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler 7. harmoniğe kadar lineer bir şekilde artmış, 7. Harmonikten sonra harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmış, 11. harmonikte yeniden lineer bir artış göstermiştir. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında harmonik değerler 7. harmoniğe kadar 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. 7. harmonikten itibaren lineer bir artış göstermiş, 11. harmonikte ise 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır.

48 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla lineer olarak artmıştır. Harmonik distorsiyon dereceleri arttırıldığında 5. harmonikte 400V'tan 500V'a geçerken harmonik distorsiyon değerleri artmış, 600V'a geçerken azalmış, 7. harmonik derecesinden itibaren lineer bir artış göstermiştir. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri yine karbonlaşmanın başladığı damladaki gibi gerilim seviyesinin artmasıyla artış göstermiştir. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik dereceleri arttıkça lineer bir artış göstermiştir.

48 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecelerinin artmasıyla harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon değerleri artmış, 600V'a çıkarıldığında ise azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecelerinin artmasıyla harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır.

48 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri 5. harmonikte azalma

gösterirken, 5. harmonikten sonra harmonik distorsiyon değerleri 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon değerleri azalmış, 600V'a çıkarıldığında ise artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça lineer bir artış göstermiştir.

48 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla birlikte azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecelerinin artmasıyla lineer bir şekilde artmış, sadece 7. harmonik derecesinde 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik dereceleri arttıkça lineer bir şekilde artmıştır.

72 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik dereceleri arttıkça lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça 400V'tan 500V'a kadar artmış, 600V'a geçerken azalmıştır.

72 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik dereceleri arttıkça lineer bir şekilde artmıştır.

72 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla azalmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi arttıkça artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça lineer bir şekilde artmıştır.

72 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri harmonik derecesi arttıkça lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesinin artmasıyla artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri 7. harmonik derecesinde 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmış, diğer harmonik derecelerinde ise lineer bir artış göstermiştir.

96 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon derecesi arttıkça harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında harmonik distorsiyon değerleri azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik distorsiyon değerleri 5. ve 7. harmonik derecesinde 400V'tan 500V'a geçerken artmış, 600V'a geçerken azalmıştır. 7. harmonikten sonra lineer bir artış göstermiştir.

96 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Harmonik distorsiyon derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır.

96 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça 5. harmonikte harmonik distorsiyon 400V'tan 500V'a geçerken azalmış, 600V'a geçerken artmış, 7. harmonikten itibaren lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değeri lineer bir şekilde artmıştır.

96 saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi arttıkça azalmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri lineer bir şekilde artmıştır.

120 saat saf suda yaşlandırılmış epoksi reçinenin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi arttıkça artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi arttıkça artmıştır. Harmonik derecesi 9. harmoniğe kadar gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır. 9. Harmonikte lineer bir şekilde artmış, 11. harmonikte 400V'tan 500V'a çıkarken azalmış, 600V' çıkınca artmıştır.

120 saat saf suda yaşlandırılmış %1 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri lineer bir artış göstermiştir.

120 saat saf suda yaşlandırılmış %3 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında azalmış, 600V'a çıkarıldığında artmıştır. Harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için gerilim seviyesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri artmıştır. Harmonik distorsiyon 5. harmonik derecesinde gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca azalmış, 600V'a çıkınca artmıştır. 5. Harmonikten sonra harmonik derecesi arttıkça harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır.

120 saat saf suda yaşlandırılmış %5 MgO/Epoksi kompozitinin karbonlaşmanın başladığı damladaki harmonik distorsiyon gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkarıldığında artmış, 600V'a çıkarıldığında azalmıştır. 5. ve 9. harmonik derecesi için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi arttıkça lineer bir şekilde artmıştır. Kavitasyonun başladığı damla için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi arttıkça artmıştır. Sadece 5. ve 7. harmonik derecesi için harmonik distorsiyon değerleri gerilim seviyesi 400V'tan 500V'a çıkınca artmış, 600V'a çıkınca azalmıştır.

Bu bölümde yapılan tüm karşılaştırmalarda, harmonik distorsiyon değerleri aynı harmonik distorsiyon derecesi içinde değerlendirilmiştir.

Laboratuvar ortamında hazırlanan örneklerde opaklık katkı oranının artmasıyla birlikte artmıştır. Bunun nedeninin 20 nm partikül boyutuna sahip MgO ilavesi olduğu çalışmada verilen fotoğraflar ile de gözlenmesi mümkündür.

Bu çalışma sonucunda elektrik endüstrisinde kullanılacak olan epoksi yalıtkanlar için, nano boyutlu MgO katkısının minimum %5 uygulanması gerekliliği elektriksel verimlilik açısından daha uygun olacağı, yapılan CTI deneyleri ile ortaya konmuştur. Diğer nano boyutlu MgO katkı oranları %1 MgO ve %3 MgO katkı seviyesinde ise karşılaştırmalı iz oluşumu testi sonrası, iz oluşumu davranışı ve oluşan izin yüzey alanı değerlendirildiğinde, bu iki katkı seviyesinin epoksi yalıtkanı için yeterli olmadığı görülmüştür. Nano boyutlu MgO ilavesi ile oluşturulan epoksi kompozitlerde, %5 MgO katkı seviyesinin ise 600V gerilim seviyesinde çok da başarılı sonuçlar vermediği yapılan deneysel çalışmalarla raporlanmıştır.

KAYNAKLAR

[1] E. Kuffel, W.S ZAENGL, “High Voltage Engineering”, Pergamon Press, 1992

[2] X. Wu, Y.Wang, L. Xie, J. Yu, F. Liu, P. Jing, “Thermal and electrical properties of epoxy composites at high alumina loadings and various temperatures”, Iran Polymer and Petrochemical Institute, 22:61-73, 2013.

[3] T. Tanaka, G. C. Montanari, R. Mülhaupt, “Polymer Nanocomposites as Dielectrics and Electrical Insulation-perspectives for Processing Technologies, Material Characterization and Future Applications”, IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 11, No. 5, pp. 763-784, 2004.

[4] C. Zhang, G. C. Stevens, “Dielectric Properties of Epoxy-Alumina Nanocomposites: The Effect of Absorbed Water”, IEEE Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp. 325-328, 2006.

[5] R. Al-Bayer, A. Zihlif, B. Lahlouh, Z. Elimat, G. Ragosta, “AC Electrical and Optical Characterization of Epoxy-Al_2O_3 Composites”, J Mater Sci: Mater Electron, Vol. 24, pp. 2866-2872, 2013.

[6] Z. Wang, K. Wu, J. Li,“Study of Surface Tracking on Epoxy/MgO Nanocompisite”, 1st International Conferance on Electrical Materials and Power Equipment, pp. 336-339, 2017

[7] Y. Guo, B. X. Du, M. Xiao, Y. Li, H. Du, “Effects of Adding Rate on DC Tracking Failure of Epoxy/MgO Nano-composites Under Contamined Conditions”, Conference Proceedings of ISEIM, pp. 273-276, 2014.

[8] B. X. Du, Y. G. Guo, Y. Liu, “Effect of Adding Nanofiller on DC Tracking Failure of Epoxy/MgO Nano-composites Under Contaminated Conditions”, IEEE Transictions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 21, No. 5, pp. 2146-2155, 2014.

[9] Uğur M., Kuntman A., Ersoy Yilmaz A., "A Study On The Ageing Process For Polyester Resin Using Improved Weibull Statistics", Journal of Electrical Engineering (Archiv für Elektrotechnik), vol.85, no.5, pp.283 - 288, 2003

[10] Díaz, I., Chico, B., De La Fuente, D., Simancas, J., Vega, J. M., & Morcillo, M. (2010). Corrosion resistance of new epoxy–siloxane hybrid coatings. A laboratory study. *Progress in Organic Coatings*, *69*(3), 278-286.

[11] Chiu, H. T., & Cheng, M. F. (2006). Study of comparative tracking index on brominated epoxy and its application in copper clad laminates. *Journal of applied polymer science*, *101*(5), 2814-2818.

[12] H. Z. AKBAŞ "Epoksi Reçinesi ve Kompozitlerinin Dielektrik Özelliklerinin 25°C-140°C Sıcaklık Aralığında İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fizik Anabilim Dalı, Konya, 2017.

[13] F. Guastavino, A.S. Thelakkadan, G. Coletti, A. Ratto "Electrical Tracking in Cycloaliphatic Epoxy Based Nanostructured Composites" Annual Conferance on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp. 701-704 , 2009.

[14] N. Loganathan, S. Chandrasekar, "Phisicochemical Properties Investigation in Nano Sized SiO_2 Filled Silicone Rubber for High Voltage Insulation Applications", IEEE 10th International Conferance on yhe Properties and Applications of Dielectric Materials, 2012.

[15] Y. Guo, B. X. Du, F. Liu "Tracking of Epoxy/MgO Nanocomposites Under DC Stress" IEEE International Conference on Solid Dielectrics, pp. 884-887, 2013.

[16] Y. Guo, B. X. Du, F. Liu, "Number Improvement on Partial Discharge Resistance of Epoxy/Al_2O_3 Nanocomposites by Irradiation with 7.5 MeV Electron Beam", IEEE, 2018.

[17] K. Wu, Z. Wang, "Surface Treeing and Sengmented Worm Model of Tracking Behaviour in MgO/Epoxy Nanocomposites", IEEE Transictions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 25, No. 6, pp. 2067-2075, 2018.

[18] B. X. Du, J.W. Zhang, Youg Liu "Effect of Concentration on Tracking Failure of Epoxy/TiO_2 Nanocomposites under dc Voltage", IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 19, No. 5, pp. 1750-1759, 2011.

[19] A. Li, J. Li, B. X. Du, “Surface Charge Characteristics of Direct-fluoinated Epoxy/TiO_2 Nanocomposite”, IEEE, 2016.

[20] E. Mboungou, C. Mavon, J. M. Friedt, C. Bergeon and M. Fromm, “Impact of Water Content on the Electrical Behavior of Epoxy Insulators”, IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul., Vol. 15, pp. 311-318, 2008.

[21] S. Kumagai, W. Xinsheng, N. Yoshimura, “Thermal Aging, Water Absorption, and Their Multiple Effects on Tracking Resistance of Epoxy for Outdoor Use”, Denki Gakkai Ronbunshi, Vol. 118-A, No. 11, pp. 1255-1263, 2000.

[22] S. B. Lee, H. J. Lee, I. K. Hong, “Diluent filler particle size effect for thermal stability of epoxy type resin”, Journal of Industrial Engineering Chemistry, 18:635–641, 2012.

[23] B. X. Du, J. W. Zhang, L. Gu, H. J. Liu, “Application of Nonlinear Methods n Tracking Failure Test of Epoxy/SiO_2 Nanocomposites”, International Conferanca on Solid Dielectrics, 2010.

[24] X. Y. Huang, Y. Zheng, P. K. Jiang, Y. Yin, “Influence of nanoparticle surface treatment on the electrical properties of cycloaliphatic epoxy nanocomposites” IEEE Transaction on Dielectrical Electrical Insulation, Vol 17, No 2, pp. 635–643, 2010.

[25] R.Sarathi, P.Rajesh, Kumar R.K.Sahu, “Analysis of surface degradation of epoxy nanocomposite due to tracking under AC and DC voltages”, Polymer Degradition and Stability, 92:560-568, 2007.

[26] H. Nguyen, A. Y. Mizra, W. Chen, J. Ronzello, S. Nasreen, J. Chapman, A. Bazzi, Y. Cao, “Discharge Resistant Epoxy/Clay Nanocomposite for High Torque Density Electrical Propulsion”, IEEE Conferance of Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp.171-174, 2018.

[27] B. X. Du, J. W. Zhang, L. Gu, M. J. Tu, Z. Q. Wang and D. M. Du “Application of Nonlinear Methods in Tracking Failure Test of Silicone Rubber Nanocomposite”, Annual Report Conference on Electrical Inslulation and Dielectric Phenomena, 2010.

[28] Z. Y. Li, Y. Gao, M. H. Wang, N. Zhao, B. X. Du, “Surface Charge Accumulation of Epoxy/Al_2O_3 Nanocomposites Under Magnetic Field”, IEEE, 2018.

[29] S. Singha and M. J. Thomas, “Dielectric Properties of Epoxy Nanocomposites”, IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 15, No. 1, pp. 12-23, February 2008.

[30] J. W. Zang, Q. Q. Li, A. Ren, “ Effect of Atmospheric Pressure on Tracking Failure of Epoxy/SiO_2 Nanocomposites”, IEEE International Conferance on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices, pp. 324-325, 2015.

[31] “Standard Test Method for Determining Tracking Index of Electrical Insulating Materials Using Various Electrode Materials (Excluding Platinum)”, ASTM International, ASTM D5288-14, www.astm.org , 2017.

[32] M. M. Ispirli, A. Ersoy Yılmaz “An investigation on characteristics of tracking failure in epoxy resin with harmonic and fractal dimension analysis” Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences 26(1), January 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Kaancan KIRKAĞAÇ
Doğum Yeri	İzmir
Doğum Tarihi	07.07.1993
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	+90 539 247 95 25
E-Posta Adresi	kaancan.kirkagac@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Elektrik Elektronik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans

Makale ve Bildiriler