DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR – URLA – DEMİRCİLİ KÖYÜNDE ALINAN ZAMANA BAĞLI DOĞAL GERİLİM VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

Orçun YURTSEVEN

Şubat, 2014
İZMİR

İZMİR – URLA – DEMİRCİLİ KÖYÜNDE ALINAN ZAMANA BAĞLI DOĞAL GERİLİM VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Orçun YURTSEVEN

Şubat, 2014
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ORÇUN YURTSEVEN, tarafından **YRD. DOÇ.DR. PETEK SINDIRGI** yönetiminde hazırlanan **"İZMİR – URLA – DEMİRCİLİ KÖYÜ'NDE ALINAN ZAMANA BAĞLI DOĞAL GERİLİM VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Petek SINDIRGI

Yönetici

Prof. Dr. Mahmut G. Dragan

Jüri Üyesi

Öğr. Gör. Dr. A. Melis Somay

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimim süresince ve yüksek lisans eğitimimin başlangıcından bu yana bana olan güvenini ve iyi niyetini göstermekten hiçbir zaman kaçınmayan, tez konusunun belirlenmesinde ve tezin yazımı aşamasında çok değerli vaktini benden esirgemeyen, tüm bilgi ve birikimini çalışmalarım için seferber edip bu tezin bitirilmesinde benim kadar emek harcayan çok değerli danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Petek SINDIRGI'ya,

Eğitim hayatıma katkıda bulunan Dokuz Eylül Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nün değerli hocalarına,

Üniversite hayatını beraber yaşadığım bölümümdeki tüm arkadaşlarıma,

Tez çalışmasının veri toplama ve hazırlama aşamasında, değerlendirme ve sonuçlara ulaşılması sırasında bana her zaman yardımcı olan, değerli vakitlerini bana her ihtiyacım olduğunda ayıran, değerli arkadaşım Jeofizik Müh. Samet GEYİK'e,

Bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen kız arkadaşım Pelin DİKMEN'e,

Ve en önemlisi benim için her şeyden önce gelen, beni bugünlere getiren ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, her şeyiyle gurur duyduğum aileme, teşekkür ederim.

Orçun YURTSEVEN

İZMİR – URLA – DEMİRCİLİ KÖYÜNDE ALINAN ZAMANA BAĞLI DOĞAL GERİLİM VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

ÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması, İzmir ili Urla ilçesi Demircili köyü mevkiinde kurulan zamana bağlı olarak yer doğal potansiyelini ve sıcaklığını ölçen istasyonlardan elde edilen verilerin düzenlenmesini, istatiksel özelliklerinin çıkarılmasını, eğilimden arındırılmış dalgalanma analizlerini **(**EAD) ve mevsimsel değişimlerle ve depremlerle olan ilişkisini içerir.

Çalışma sekiz ay boyunca on dakikada bir kaydedilen verilerin günlük ortalamaları alınarak zaman serisine çevrilmiştir. Toprak sıcaklıkları ve doğal gerilim serilerinin birbirleri ile olan ilişkilerinin yanı sıra, bölgedeki günlük yağış miktarı ve çevresindeki depremlerle (ikiden büyük) olan ilişkileri de incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal potansiyel, zaman serileri, eğilimden arındırılmış dalgalanma analizi (EAD), İzmir - Urla – Demircili Köyü.

EVALUATION AND INTERPRETATION OF SELF POTENTIAL TIME SERIES DATA FROM İZMİR-URLA-DEMİRCİLİ VILLAGE

ABSTRACT

This master thesis includes the arrangement of data, revealing of statistical properties, detrended fluctuation analysis (DFA), related with seasional changes earthquakes obtained from time-dependent and the self potential and tempature measuring stations, of the earth which established in İzmir province, Urla district, Demircili village.

In this study, daily averages of data, which was recorded in every ten minutes along eight months has been turned into time series. It was examined that soil tempature and natural voltage ranges together with the precipitation and eartquakes (bigger than two) in the region.

Keywords: Self potential, time series, detrended fluctuation analysis (DFA), İzmir-Urla–Demircili Village.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ..... **ii**

TEŞEKKÜR ..... **iii**

ÖZ ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **ix**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiii**

BÖLÜM BİR - GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ - ÇALIŞMA ALANI 3

2.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi 3

2.2 İstasyonların Kurulumu 6

BÖLÜM ÜÇ - DOĞAL POTANSİYEL YÖNTEMİ 10

3.1 Doğal Potansiyeli Oluşturan Nedenler 10

3.1.1 Elektrokinetik Potansiyel (Akma Potansiyeli) 10

3.1.2 Diffüzyon (Sıvı Dokunağı) Potansiyeli 11

3.1.3 Nernst Potansiyeli 12

3.1.4 Elektrokimyasal Potansiyel (Mineralizasyon Potansiyeli) 12

3.1.5 Galvanik Yapı 12

3.1.6 Asitlilik 13

3.1.7 Sato & Money (1960) Görüşü 13

3.2 Doğal Gerilimi Oluşturan Diğer Etkenler 14

3.3 Doğal Potansiyel Ölçümlerini Etkileyen Faktörler 14

BÖLÜM DÖRT - İZMİR VE ÇEVRESİNİN GENEL JEOLOJİSİ..... 16

4.1 Urla ve Çevresinin Depremselliği 17

BÖLÜM BEŞ - VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER 20

5.1 Manyetotellürik Akımların Giderilmesi..... 20

5.2 İstatistiksel Yöntemler 20

5.3 Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma (EAD) Analizi (Detrended Fluctuation Analysis (DFA)) Yöntemi 211

5.4 Verilerin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi..... 222

5.4.1 Uzun Dönem SP Verilerine EAD Uygulamaları 255

5.4.2 Aylık SP Verilerine EAD Uygulamaları..... 311

5.5 Toprak Sıcaklıkları Ham Verileri..... 33

5.6 Günlük Ortalama Yağış -SP Değerleri ve Depremlerin İlişkileri 35

5.6.1 Kasım 2010 – Ağustos 2011 Dönemi İçindeki Tüm Kanallara Ait SP – Yağış ve SP – Deprem İlişkileri 36

5.6.2 V1 CH1 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri.... 40

5.6.3. V1 CH2 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri.... 43

5.6.4 V3 CH1 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri.... 46

5.6.5 V3 CH2 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri.... 47

5.7 Minitab Uygulamaları 49

BÖLÜM ALTI - SONUÇ VE ÖNERİLER..... 50

KAYNAKLAR 54

EKLER……...……...……... 59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Kurulacak istasyonlar için Dobrovolsky (1978) Yasasına göre belirlenmiş üç alan 3
Şekil 2.2 Demircili Köyü'nde uygulanan SP profil çalışması (A, B, C, D profilleri) .. 4
Şekil 2.3 Demircili Köyünde uygulanan elektrik tomografi çalışmaları 5
Şekil 2.4 Demircili Köyünde uygulanan elektrik tomografi yöntemine ait kesitler 5
Şekil 2.5 Demircili Köyü SP kontur haritası ve AA' kesiti 6
Şekil 2.6 AA'kesitinin değerlendirilmesi 6
Şekil 2.7 İzmir-Urla Demircili Köyü kuzeydoğusundaki sürekli doğal gerilim ve sıcaklık ölçüm istasyonları 8
Şekil 2.8 Sürekli doğal gerilim ölçümü için potansiyel elektrotlarının yerlerine sabitlenmesi süreci 8
Şekil 2.9 3 nolu noktada sıcaklık probunun yerleştirilmesi 9
Şekil 2.10 Sürekli doğal gerilim ve sıcaklık ölçümü için kurulan istasyonlardan bir örnek 9
Şekil 3.1 C1 ve C2 gerilim katsayılarının ait olduğu iki farklı jeolojik formasyonun bazı konumlarına göre yeryüzünde meydana gelen SP konturlaşmaları ve bunlardan elde edilen SP anomalileri 11
Şekil 3.2 Diffüzyon geriliminin oluşumu 11
Şekil 3.3 Gerilimi oluşturan galvanik yapı 13
Şekil 3.4 Pirit cevheri için SP oluşum mekanizması 14
Şekil 4.1 İzmir ve çevresi genel jeoloji 177
Şekil 4.2 Ege Bölgesi aktif fayları ve depremleri 199
Şekil 5.1 V1 ve V2 istasyonlarına ait SP kayıtları 233
Şekil 5.2 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1. kanaldaki verilerine EAD yöntemi uygulaması 255
Şekil 5.3 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK'e göre hesaplanması 255

Şekil 5.4 Mart -Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1. kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulanması 266
Şekil 5.5 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK'e göre hesaplanması 266
Şekil 5.6 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1kayıtçısının 2. kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması 277
Şekil 5.7 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme katsayılarının EKK'e göre hesaplanması 277
Şekil 5.8 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması 288
Şekil 5.9 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme katsayılarının EKK' e göre hesaplanması 288
Şekil 5.10 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 1. kanalındaki verilere EAD yöntemi uygulaması 299
Şekil 5.11 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 1.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK' e göre hesaplanması 299
Şekil 5.12 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 2. Kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması 30
Şekil 5.13 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 2.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK' e göre hesaplanması 30
Şekil 5.14 1 ve 3 nolu istasyonlarda ölçülen toprak altı sıcaklıkları 33
Şekil 5.15 Çalışma alanı çevresi depremleri 35
Şekil 5.16 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Yağış ilişkisi 36
Şekil 5.17 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Deprem ilişkisi 36

Şekil 5.18 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Yağış ilişkisi 37
Şekil 5.19 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Deprem ilişkisi..... 37
Şekil 5.20 V3 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Yağış ilişkisi 38
Şekil 5.21 V3 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Deprem ilişkisi..... 38
Şekil 5.22 V3 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Yağış ilişkisi 39
Şekil 5.23 V3 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Deprem ilişkisi..... 39
Şekil 5.24 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 40
Şekil 5.25 V1 CH1 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 40
Şekil 5.26 V1 CH1 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 41
Şekil 5.27 V1 CH1 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 41
Şekil 5.28 V1 CH1 Kanalı Nisan 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 42
Şekil 5.29 V1 CH1 Kanalı Mayıs 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 42
Şekil 5.30 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 43
Şekil 5.31 V1 CH2 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 43
Şekil 5.32 V1 CH2 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 44
Şekil 5.33 V1 CH2 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 44

Şekil 5.34 V1 CH2 Kanalı Nisan 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 45
Şekil 5.35 V1 CH2 Kanalı Mayıs 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 45
Şekil 5.36 V3 CH1 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 46
Şekil 5.37 V3 CH1 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 46
Şekil 5.38 V3 CH1 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 47
Şekil 5.39 V3 CH2 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 47
Şekil 5.40 V3 CH2 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 48
Şekil 5.41 V3 CH2 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-Yağış-Deprem ilişkisi 48

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1 Günlük yağış miktarı-Günlük ortalama SP ilişkisi için hesaplanmış istatistik parametreler 21
Tablo 5.2 EAD uygulaması için V1 ve V3 SP kayıtçılarının CH1 ve CH2 kanallarına kayıtlı veri sayıları ve ortalamaları 31
Tablo 5.3 V1 ve V3 SP kayıtçılarının CH1 ve CH2 kanallarına kayıtlı veriler için hesaplanan ölçekleme katsayıları 31
Tablo 5.4 V1 SP kayıtçısının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları 32
Tablo 5.5 V3 SP kayıtçısının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları 33
Tablo 5.6 1 ve 3 nolu toprak sıcaklığı kayıtçılarının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları 34

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Doğal Potansiyel (Self Potential-SP) yöntemi, uygulamalı jeofiziğin yer-elektrik yöntemlerinde yer içine akım göndermeden işleyen tek yöntemdir. Elektrokimyasal, elektrofiltrasyon, ısıl elektrik ve redoks gibi olayların oluşturduğu yer içi akım akışının doğal alanını ölçerek çalışır. Doğal potansiyel yöntemi; uygulanışının kolay olması, ölçü aletlerinin basit ve ucuz olması arazide tercih edilen jeofizik yöntemi olmuştur. Yöntem; maden, mineral, jeotermal enerji kaynağı ile hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi problemlerinin çözümünde kullanılır.

Doğal Potansiyel ölçümleri, metalik sülfitlerin yerinin belirlenmesi, jeotermal araştırmalar (Corwin ve Hoover, 1979; Fitterman ve Corwin, 1982; Anderson, 1984), mühendislik ve çevre jeofiziği (Corwin, 1984; Markiewicz ve diğerleri, 1984) araştırmaları ile yeraltı boşluklarının saptanması (Schiavone ve Quarto, 1992) gibi geniş bir uygulama alanında kullanılmaktadır.

Deprem ön kestiriminde yer elektrik alanındaki değişimin incelenmesi fikri önce mevcut elektrik hatları üzerindeki değişimlerin gözlenmesi şeklinde yapılmıştır. Bir network kurularak incelenmesi ise 90'lı yıllarda Yunanistan'da uygulanmaya başlanmıştır (Varotsos ve diğerleri,1993).
Yöntemin zamana bağlı uygulamaları ise son 10-15 yıllık bir geçmişe sahiptir.

Son yıllarda özellikle İtalya'da yöntem ile deprem önkestirimi konularında çalışmalar çoğalmıştır (Balasco ve diğerleri., 2002, Colangelo ve diğerleri., 2004, Colangelo ve diğerleri., 2005, Cuomo ve diğerleri., 1998). Ayrıca yöntemin zamanabağlı uygulamaları volkanik bölgelerde de uygulanmıştır (Friedel ve diğerleri., 2004).

Zamanın fonksiyonu olarak kaydedilen SP verilerine EAD (Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma Analizi), PCA (Principle Component Analysis) gibi pek çok sayısal analiz ve zaman serileri yöntemleri uygulanmıştır (Balasco ve diğerleri., 2002, Higuichi,1988, Peng ve diğerleri., 1995, Telesca ve diğerleri., 2001, Telesca ve

diğerleri., 2004 , Telesca ve diğerleri., 2004). Bu çalışmada ise EAD ve istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

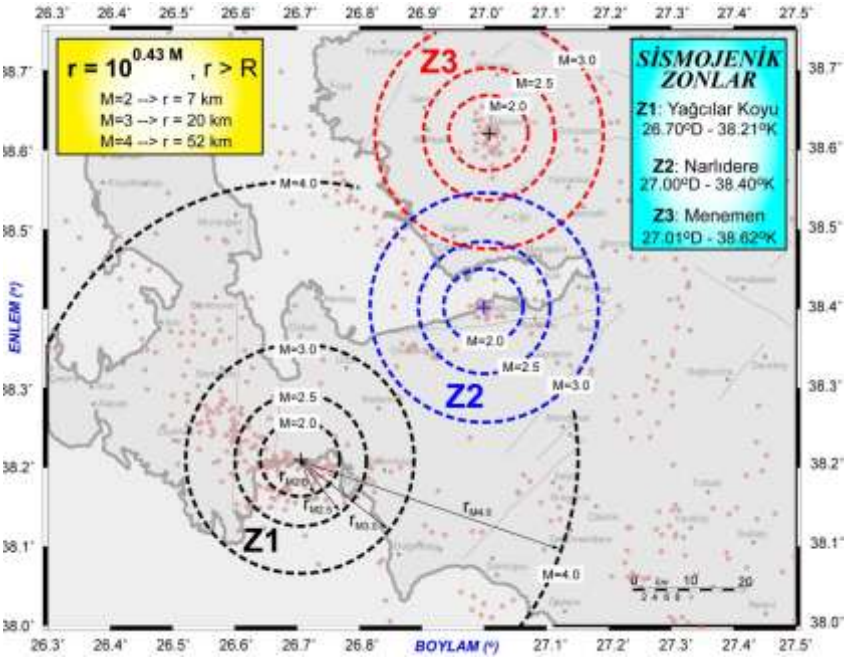
Tez içeriği;

Bölüm bir; yöntemin tarihçesi, gelişimi ve tez çalışmasının amacı,
Bölüm iki; çalışma alanının seçilmesi ve istasyonların kurulum aşamaları,
Bölüm üç; SP yönteminin tanımı,
Bölüm dört; çalışma alanının jeolojisi,
Bölüm beş; arazi verilerinin düzenlenmesi ve değerlendirilmesi,
Böülm altı; sonuç ve öneriler bölümlerinden oluşmaktadır.

BÖLÜM İKİ
ÇALIŞMA ALANI

2.1 Çalışma Alanının Belirlenmesi

Bu projede öncelikle zamana bağlı doğal gerilim kayıtlarının alınabilmesi için kayıtçıların yerleştirileceği uygun yerin saptanmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Deprem üreten faylara yakın ve yerleşim alanlarından uzak olabilecek Dobrovolsky (1992) yasasına göre 3 ayrı yarıçapa sahip (7, 20 ve 52 km) olan üç uygun bölge (Z1, Z2, Z3) saptanmıştır (Şekil 2.1). Z2 (Narlıdere) bölgesinde yapılan araştırmalarda uygun alanların topoğrafyasının çok sarp olması ve düzgün topoğrafyalı alanların ise yerleşim yerlerine çok yakın olması nedeniyle bu bölgenin çalışma alanı olarak ele alınmasının uygun olmayacağı anlaşılmıştır. Z3 (Menemen)'e göre Z1 (Yağcılar Koyu) bölgesinin 4 büyüklüğünde de deprem üretebilmesi ve deprem sayısının daha çok olması nedeniyle Z1 noktası olan Sığacık Körfezi içindeki Yağcılar koyu içinde uygun alan seçilmesi için çalışmaların başlatılmasına karar verilmiştir.



Şekil 2.1 Kurulacak istasyonlar için Dobrovolsky (1992) Yasasına göre belirlenmiş üç alan

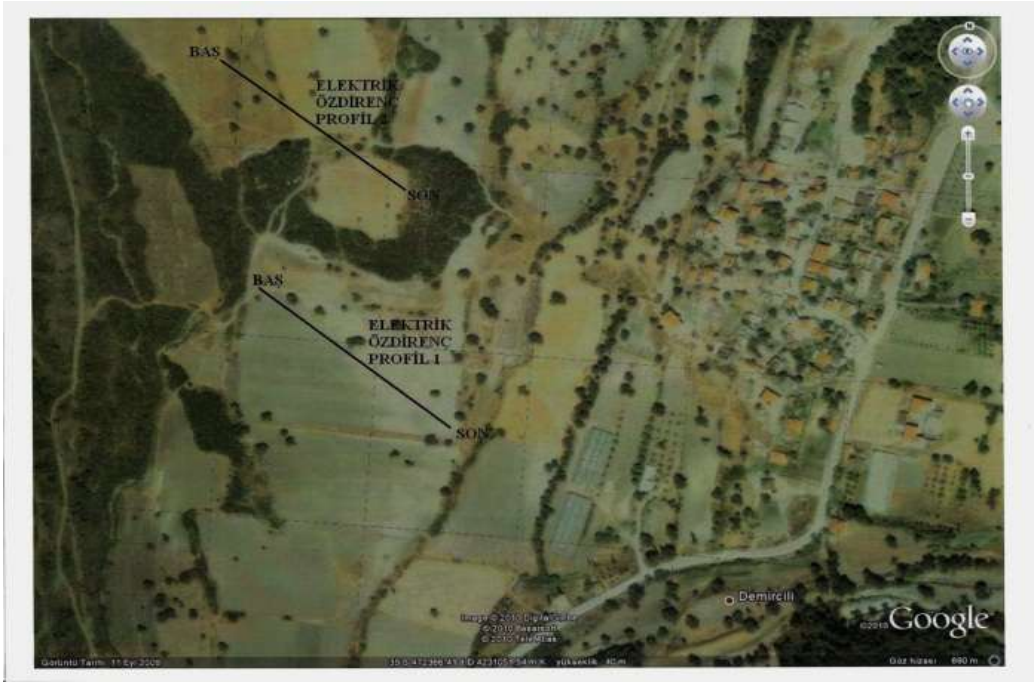
Yer seçimi için öncelikle istasyon kurulumuna uygun olan Demircili Köyü'nün kuzey batısında Şekil 2.2 ve 2.3'teki alanda SP profil ve özdirenç tomografi (şekil

2.4) çalışmaları yapılmıştır. A, B, C ve D profillerinde örnekleme aralığı 20 ve 5 metre seçilerek SP ölçümleri gerçekleştirilmiş ve Şekil 2.5'teki kontur haritası oluşturulmuştur. Alınan AA' kesiti değerlendirilerek elde edilen model Şekil 2.6'da verilmiştir.

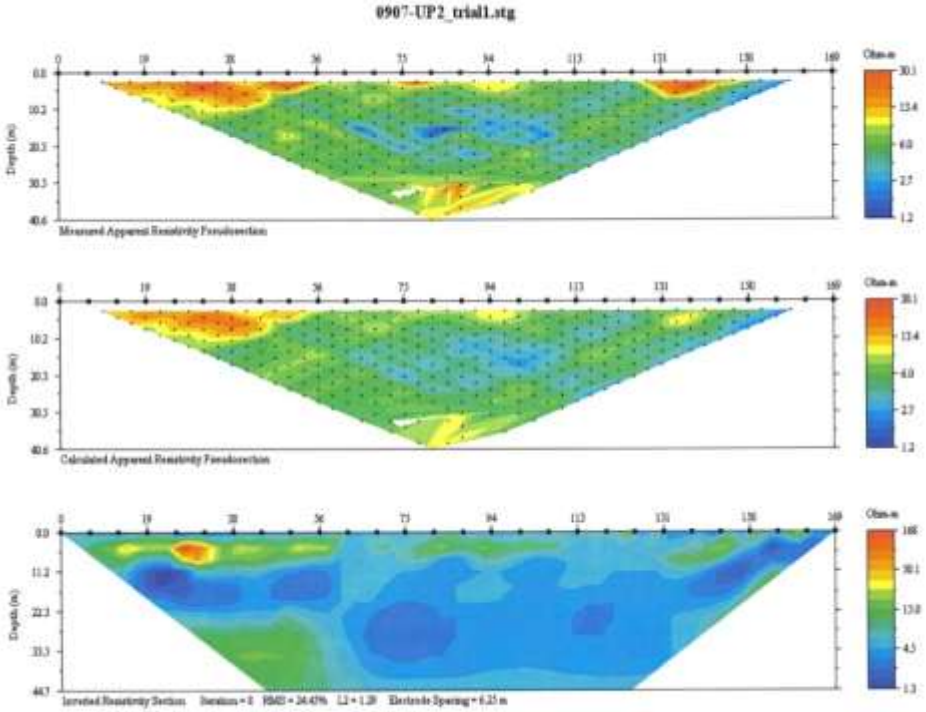
Ayrıca "İzmir Metropolü ile Aliağa ve Menemen İlçelerinde Güvenli Yapı Tasarımı İçin Zeminin Sismik Davranışlarının Modellenmesi" konulu ve 106G159 sayılı TÜBİTAK-1007 projesi kapsamında Demircili Mevkiinde elektrik tomografi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 2.3). Bu çalışmalar ışığında SP sürekli gözlem istasyonlarının Demircili Köyü'nün kuzey batısındaki alana kurulmasına karar verilmiştir (Şekil 2.7).



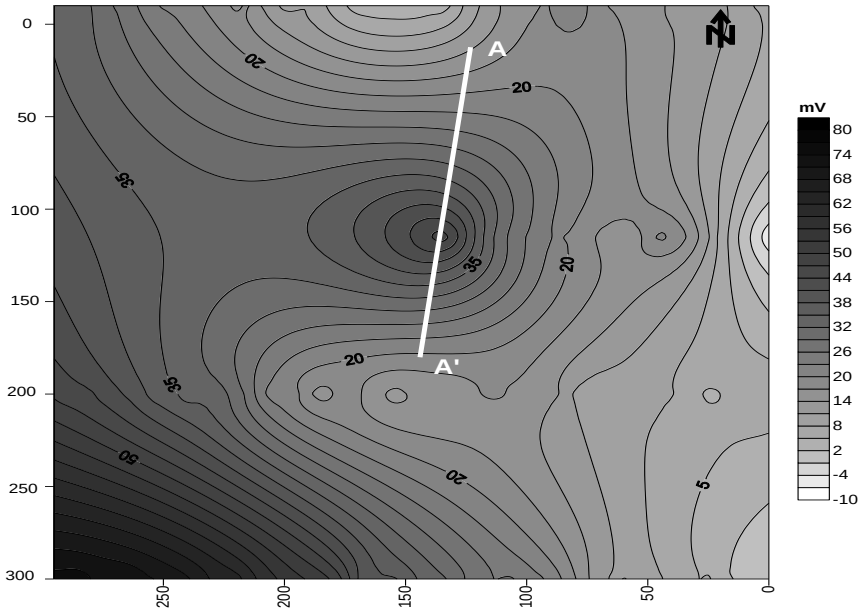
Şekil 2.2 Demircili Köyü'nde uygulanan SP profil çalışması (A, B, C, D profilleri)



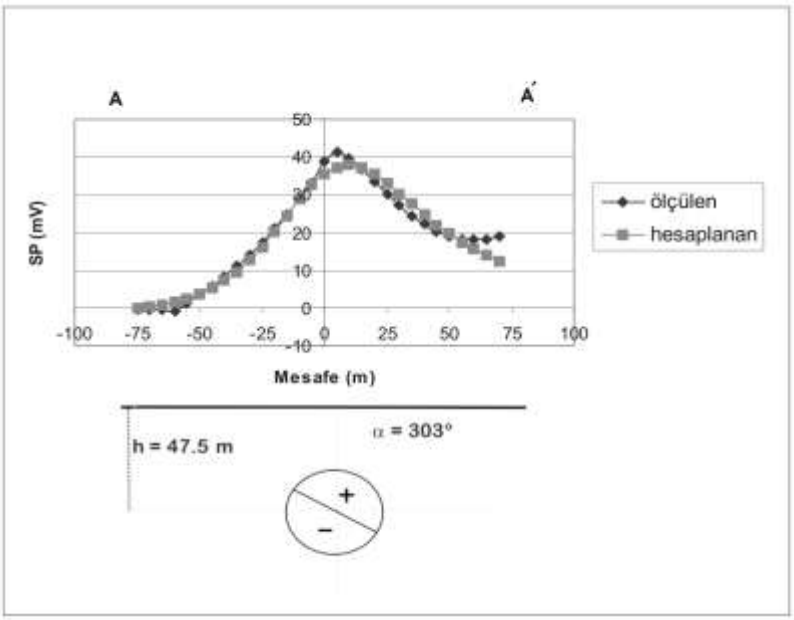
Şekil 2.3 Demircili Köyünde uygulanan elektrik tomografi çalışmaları



Şekil 2.4 Demircili Köyünde uygulanan elektrik tomografi yöntemine ait kesitler



Şekil 2.5 Demircili Köyü SP kontur haritası ve AA' kesiti



Şekil 2.6 AA' kesitinin değerlendirilmesi

2.2 İstasyonların Kurulumu

10.10.2010 tarihinde dört adet polarlanmayan potansiyel elektrodu boyutları yaklaşık 120x60 metre olarak belirlenen dikdörtgen şeklindeki profilin köşelerine yerleştirilmiştir (Şekil 2.7). Sistem kapalı devre oluşturma esasına göre kurulmuştur. Boyları yaklaşık 40 cm olan elektrotların gömüleceği çukurlar yaklaşık 1 metre derinliğinde açılarak, kum-kil karışımı doldurulmuş ve elektrotlar bu karışımın içine

sabitlenmiştir (Şekil 2.8). Bu elektrotların bağlı olduğu gerilim kayıtçıları sıcaklık kayıtçıları ile birlikte 1 ve 3 noktalarına konumlandırılmıştır. Şekil 2.9'da bir sıcaklık probunun toprak içine yerleştirilişi fotoğraflanmıştır. Sıcaklıklar 1 ve 3 noktalarında 10 dakikada bir ölçülmektedir. Kayıtçılar polyester pano içine yerleştirilerek metal ayaklar üzerinde durmaktadır (Şekil 2.10). Gerilim kayıtçılarının her bir kanalı iki potansiyel elektrodu arasındaki farkı kaydetmektedir. Örneğin 1'deki kayıtçının ilk kanalı 1-2 arasındaki gerilim farkını, diğer kanalı ise 1-4 arasındakini ölçer. Elektrodlar ve kayıtçılar birbirlerine yeraltından yaklaşık 30 cm derinlikte yerleştirilmiş elektrik kabloları ile bağlanmıştır. Bu kablolar kemirgenler ve çeşitli tahribatlara karşı spiral borular içinden geçirilerek döşenmiştir (Şekil 2.9).

Kurulum 10.10.2010 tarihinde yapılmış ancak aşırı yağış nedeni ile kayıtçılarda nem problemi oluşmuştur. Gerekli önlemler alınarak kayıtlar 01.11.2010 tarihinde tekrar toplanmaya başlamıştır.

T&D marka 8000 veriyi depolayabilen kayıtçılar 10 dakikada bir kayıt yaparak yaklaşık 55 günde hafızalarını doldurmaktadır. Bu süre sonunda veriler, kayıtçılardan bir arayüz programı ile diz üstü bilgisayara aktarılarak hafızaları temizlenir ve yeniden kayıt almaya hazır hale getirilirler. Proje teklifinde 16 ay veri toplanması hedeflenmiştir. Ancak alana yerleştirilecek ekipmanın yurtdışından temin edilmesinin uzun süreç alması ve arazideki fiziki sorunlar nedeni ile sürekli olarak 8 aylık veri toplanabilmiştir.



Şekil 2.7 İzmir-Urla Demircili Köyü kuzeydoğusundaki sürekli doğal gerilim ve sıcaklık ölçüm istasyonları (1, 2, 3 ve 4)



Şekil 2.8 Sürekli doğal gerilim ölçümü için potansiyel elektrotlarının yerlerine sabitlenmesi süreci



Şekil 2.9 3 nolu noktada sıcaklık probunun yerleştirilmesi



Şekil 2.10 Sürekli doğal gerilim ve sıcaklık ölçümü için kurulan istasyonlardan bir örnek

BÖLÜM ÜÇ
DOĞAL POTANSİYEL YÖNTEMİ

3.1 Doğal Potansiyeli Oluşturan Nedenler

Yer içinde doğal uçlaşma oluşturacak birçok etken vardır. Fiziksel ve kimyasal tepkimelerle, doğal akımlar oluşur. Kayaçlar çeşitli özelliklerinden dolayı arayüzeylerinde doğal uçlaşma tepkimeleri verirler. Genellikle 100 mV'a kadar (+) ve (-) uçlaşma yaratırlar. Doğal potansiyel yönteminde ölçülen doğal potansiyeli oluşturan etkenler şunlardır (Çağlar, 1991).

3.1.1 Elektrokinetik Potansiyel (Akma Potansiyeli)

Bir çözelti geçirimli bir ortamdan basınç zoruyla geçirilirse, bu ortam üzerinde ölçülen potansiyel elektrokinetik veya akma potansiyeli olarak isimlendirilir. Örneğin doğal potansiyel kuyu logu ölçümlerinde, kuyu içine basınç yardımı ile çamur gönderilir. Kuyu cidarında çatlak ve gözeneklilik varsa, çamur buralara sızacak ve akma potansiyeli oluşturacaktır. Bu potansiyelin büyüklüğü ölçülerek, kuyunun belirli derinliklerinde çatlaklık ve gözeneklilik derecesi belirlenir.

Yeraltı suyu, gözenekli kayaçlardan geçerken akma potansiyeli oluşur. Doğal potansiyel yöntemi ile bu potansiyel değeri ölçülerek suyun yeri ve akım yönü belirlenebilir.

Ortama uygulanan basıncın başlangıç ve bitiş noktaları arasında oluşan gerilim farkı:

$$Ek = - (\varphi \Delta P \varepsilon \rho) / (4\pi\eta)$$

Ek : Elektrokinetik gerilim (mV)

φ : Absorbsiyon (Zeta) gerilimi

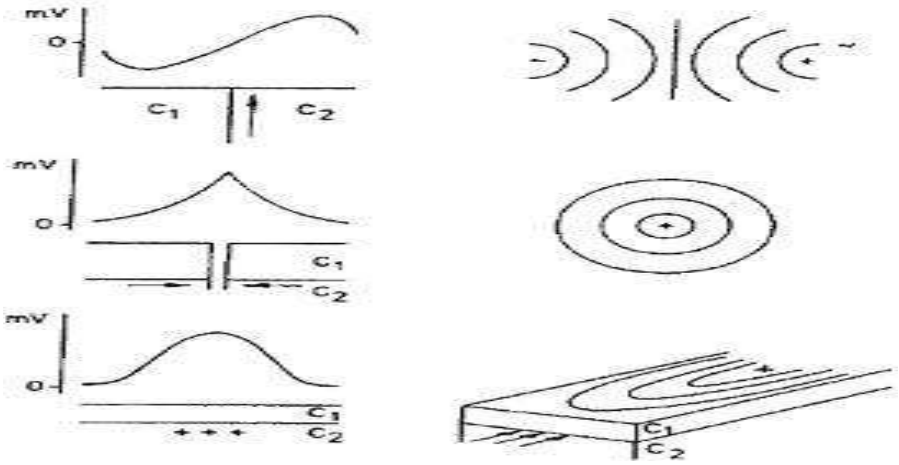
ΔP : Basınç farkı

ε : Çözelti dielektrik sabiti

ρ : Çözelti özdirenci (Ωm)

η : Çözelti viskositesi

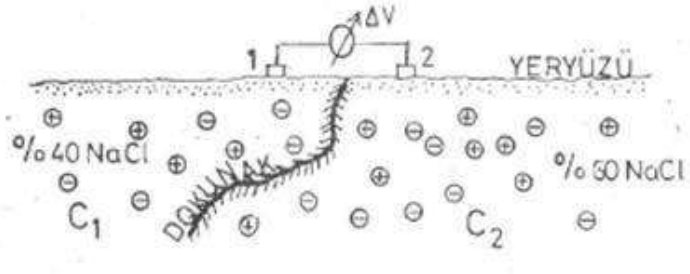
Kayaç içindeki basınç farkı nedeniyle su akışının oluşturduğu gerilim "akma" gerilimi diye adlandırılır. C1 ve C2 streaming gerilim katsayılarına sahip iki farklı jeolojik formasyonun konumlarına göre oluşturabilecekleri SP anomalileri ve konturları Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Ok işaretleri su akış yönünü işaret eder (Çağlar,1991).



Şekil 3.1 C1 ve C2 gerilim katsayılarının ait olduğu iki farklı jeolojik formasyonun bazı konumlarına göre yeryüzünde meydana gelen SP konturlaşmaları (sağda) ve bunlardan elde edilen SP anomalileri (solda) (Çağlar,1991).

3.1.2 Diffüzyon (Sıvı Dokanak) Potansiyeli

Bu potansiyel farklı konsantrasyonlu çözeltilerdeki Anyon (-) ve Katyon (+) ların hareketlerinden dolayı oluşur. Çözeltilerdeki '-' ve '+' yükler eşit olmak için çözeltiler arasındaki ara yüzeyinden geçeceklerdir.Yük miktarının eşitlenmesi için oluşacak yük hareketi Ed gerilimini oluşturur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Diffüzyon geriliminin oluşumu (Çağlar, 1991)

3.1.3 Nernst Potansiyeli

Tekdüze bir çözelti içerisine batırılan iki metal elektrod arasında bir elektriksel potansiyel farkı ölçülmez. Fakat bu iki elektrod iki farklı çözelti içine batırılırsa aralarında bir potansiyel farkı milivolt seviyesinde ölçülür. Bu potansiyel Nernst Potansiyeli olarak bilinir.

Doğada örnek verilirse; petrol ve su arayüzeylerinde, nehirlerle denizlerin karıştığı dokanaklar civarında bu potansiyel ölçülebilir.

Nernst ve Diffüzyon potansiyellerinin toplamı herhangi bir cevherleşmenin bulunmadığı ortamlarda, yukarıda anlatılan nedenlerle oluşan ve ölçülebilecek sabit elektrokimyasal doğal potansiyeldir.

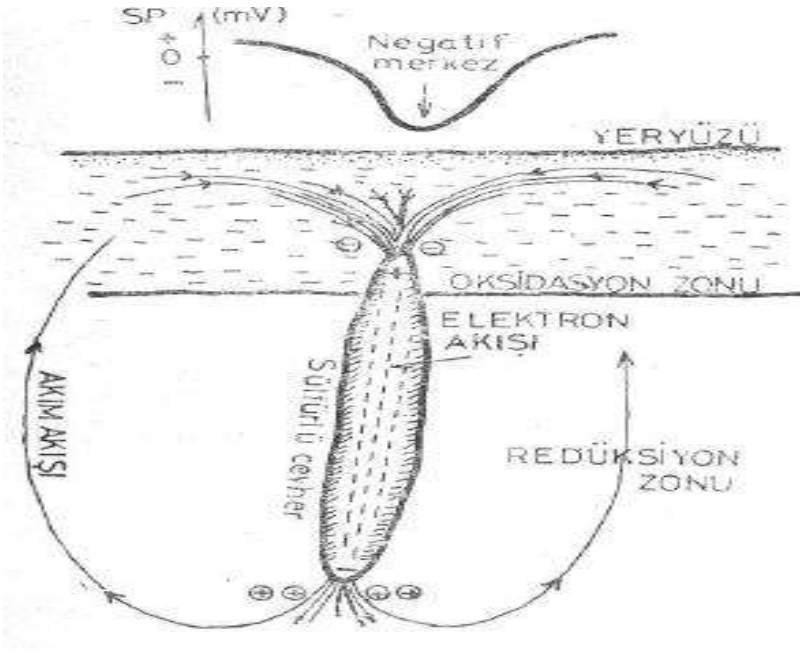
3.1.4 Elektrokimyasal Potansiyel (Mineralizasyon Potansiyeli)

Sülfürlü metalik cevherleşme sahalarında ölçülen doğal potansiyeldir. İletken cevher kapanlarında, tuz miktarına, sıcaklığa ve ıslaklık koşullarına bağlı oluşan elektrokimyasal olaylar bu sahalarda oluşan doğal potansiyeli oluşturur. Pirit, kalkopirit, galenit, sfelarit, grafit gibi sülfürlü ve oksitli cevherleşmeler, genellikle birkaç yüz milivolt değerlerinde doğal potansiyel değerleri oluştururlar. Mineralizasyon potansiyelleri hemen her zaman cevherleşmenin üst yüzeyinde negatif merkezli olacak şekilde değerler üretirler.

Mineralizasyon potansiyelinin elektrokimyasal kökenini açıklamak için bazı doğal potansiyel oluşum mekanizmaları aşağıda verilmiştir.

3.1.5 Galvanik Yapı

Üst kısmı oksidasyon zonu içinde alt kısmı oksijence fakir redüksiyon zonu içinde olan cevherin iki kısmı arasında oksijen dengesinin kurulması sırasında bir gerilim oluşur (Şekil 3.3).



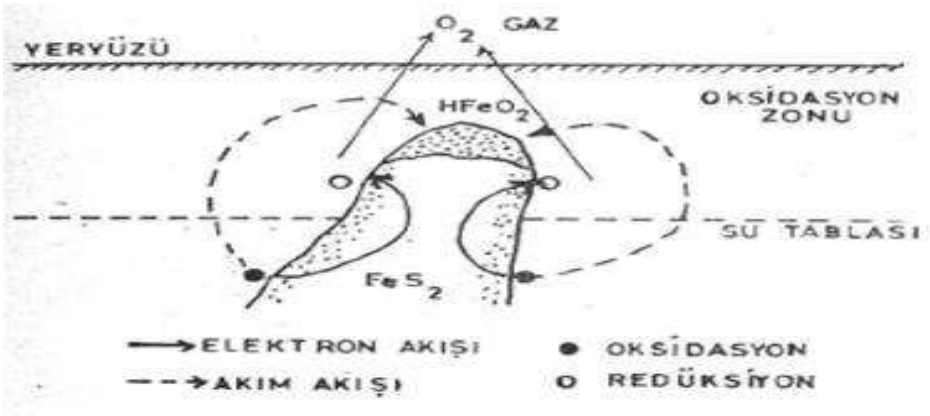
Şekil 3.3 Gerilimi oluşturan galvanik yapı (Çağlar,1991).

3.1.6 Asitlilik

Yüzeye yakın kısımlarla ve daha derindeki kısımlardaki çözeltiler içerisindeki pH değeri farklıdır ve bu fark bir akım akışına neden olur.

3.1.7 Sato & Money (1960) Görüşü

Ters işaretli iki hücreden birisi yeraltı su tablasının üzerinde (katod) diğeri ise derinde (anod) dur. Katod yarı hücresi elektron kazanırken anod yarı hücresi elektron kaybeder ve oluşan elektron akışı gerilime neden olur. Ancak bu mekanizma tüm SP olgularını açıklamakta yeterli kalmamıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Pirit cevheri için SP oluşum mekanizmması (Çağlar,1991).

3.2 Doğal Gerilimi Oluşturan Diğer Etkenler

Tellürik akımlar: Yerkürenin doğal elektromanyetik (EM) alanına bağlı olan tellürik akımların yeriçindeki akışı, cevherleşme zonu civarında doğal gerilim oluşturur.

Yapay akım kaçakları ve güç hatları: Elektrik jeneratörü, trafo merkezleri, çalışan büyük elektrikli aletler ve motorlu araçlar akım kaynağı oluşturabilir.

Yeraltındaki boru hatları: Gömülü su, petrol gibi malzemeleri taşıyan borular bir doğal gerilim kaynağı gibi davranırlar.

3.3 Doğal Potansiyel Ölçümlerini Etkileyen Faktörler

Doğal potansiyel ölçümlerini etkileyen etmenler şunlardır (Çağlar, 1991);

İklim: Yeraltı su yüzeyi doğal uçlaşma değişimini başlıca etkendir. Yeraltı su seviyesi yağışlarla ilgilidir.

a) Yağışlı ya da çok yağışlı iklimlerde; yeraltı su seviyesi yeryüzüne çok yakındır. Cevher yüzeye çok yakınsa oksidasyon bölgesi yok denecek kadar azdır. Yine de çevreye oranla bir belirti elde edilebilir. Cevher derinde ise doğal potansiyel doğuracak olanaklar yok olur.

b) Kurak ya da yarı kurak iklimlerde; yeraltı su seviyesi ile topoğrafya arasında bir derinlik farkı vardır. Cevherleşmenin bir kısmı su tablasının altında ise kuvvetli etkileşim oluşur.

Topoğrafya: Arazi engebeli değilse, topoğrafyaya bağlı doğal potansiyel değişimleri önemsizdir. Çok engebeli yerlerde doğal potansiyel değerlerini örtecek kadar yüksek değerlere varabilir. Topoğrafyanın oluşturduğu doğal potansiyel; suyun yerçekimi ile aşağı doğru süzülerek negatif değerler verir ve suyun buharlaşma gibi nedenlerle yukarı yükselmesi ve (+) değerler vermesidir.

Jeolojik koşullar ve diğer etkiler: Kayaçlar petrofizik etkilerden dolayı, birbirlerine doğal potansiyel tepkileri verirler. Ayrıca asitli ve tuzlu suların yerleştiği kontaklar, işletilmiş sülfür yataklarının alt ve kenar zonları, gömülü veya açık galeriler, kuyular, cüruf yığınları, metal su borularının bulunduğu kısımlar, trafo merkezleri civarı doğal potansiyel tepkileri verir. Bu etkiler genelde küçüktür. Fakat bazen belirti büyüklüğüne varabilir. Bunlar ayıklanmalıdır.

BÖLÜM DÖRT

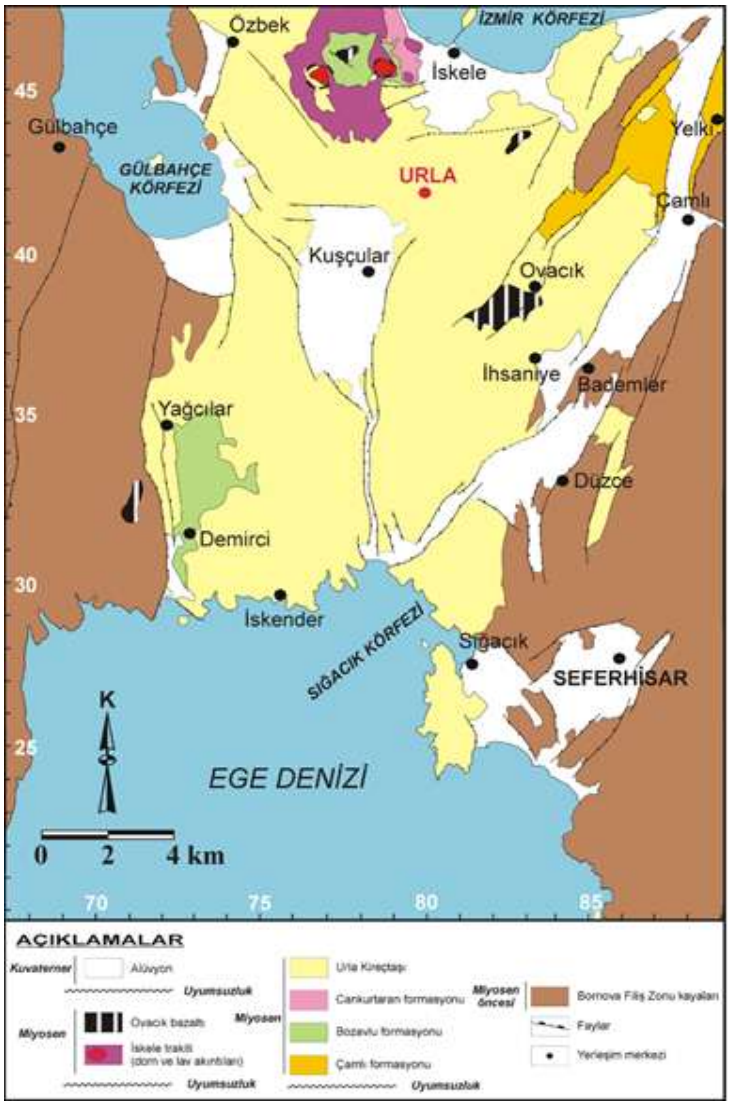
ÇALIŞMA ALANI VE ÇEVRESİNİN GENEL JEOLOJİSİ

Çalışma alanı ve yakın çevresinde Kuvaterner ve Miyosen yaşlı birimler yer almaktadır (Şekil 4.1).

Batı Anadolu'da geniş bir dağılıma sahip olan Bornova karmaşığı, fliş fasiyesinde genel olarak kırıntılı bir matriks ile değişik kaya türündeki bloklardan oluşmaktadır ve çalışma alanı ve çevresinde de bulunmaktadır.

Miyosen yaşlı, başlıca beyazımsı kireçtaşı, marn, kiltaşı, az olarak litarenit ve tüften yapılı birimi, Kaya (1979) çalışmasında Urla kireçtaşı adı altında açıklamıştır: Kireçtaşı; egemen olduğu düzeylerde başlıca beyazımsı, orta ile çok iyi arasında pekleşmiş, ince ile kalın arası tabakalıdır. Masif, içyapısız, yoğun veya bol çatlaklı ve boşluklu düzeyler kapsar. Marn ve kiltaşı, beyazımsı, yeşilimsi, grimsi, turuncu renklerde olağan olarak karbonatlıdır; değişik kalınlık ve bollukta ara tabaka ve ara katkılar şeklinde bulunur. Birim, çalışma alanın Urla ve çevresinde geniş bir alanı kapsar. Kaya (1979) ayrıca Urla kireçtaşınını, bölgesel yayılımı içinde, temel kayaları ve yaşlı Miyosen birimleri üstlediğini, volkanik kayaçlar (Ovacık Bazaltı, Menteş Trakiti) tarafından kesildiğini ve üstlendiğini belirtmiştir.

Çalışma alanında Kuvaterner alüvyon, alüvyon yelpazesi, yamaç molozu şeklindedir.



Şekil 4.1 Çalışma alanının genel jeoloji haritası (İnci ve Sözbilir, 2004)

4.1 Urla ve Çevresinin Depremselliği

İzmir ve yakın çevresinde depremsellikle ilgili yerbilimleri çalışmaları oldukça azdır. İzmir ve çevresinde deprem üretmesi beklenen ana faylar, ilk kez Kaya (1979, 1981) de yayınlanmıştır. Yazar bu makalelerinde, K-G ve KD-GB uzanımlı fayların Paleosen yaşlı eski zayıflık zonlarının yeniden aktif hale geçmesiyle oluştuğunu belirtmektedir.

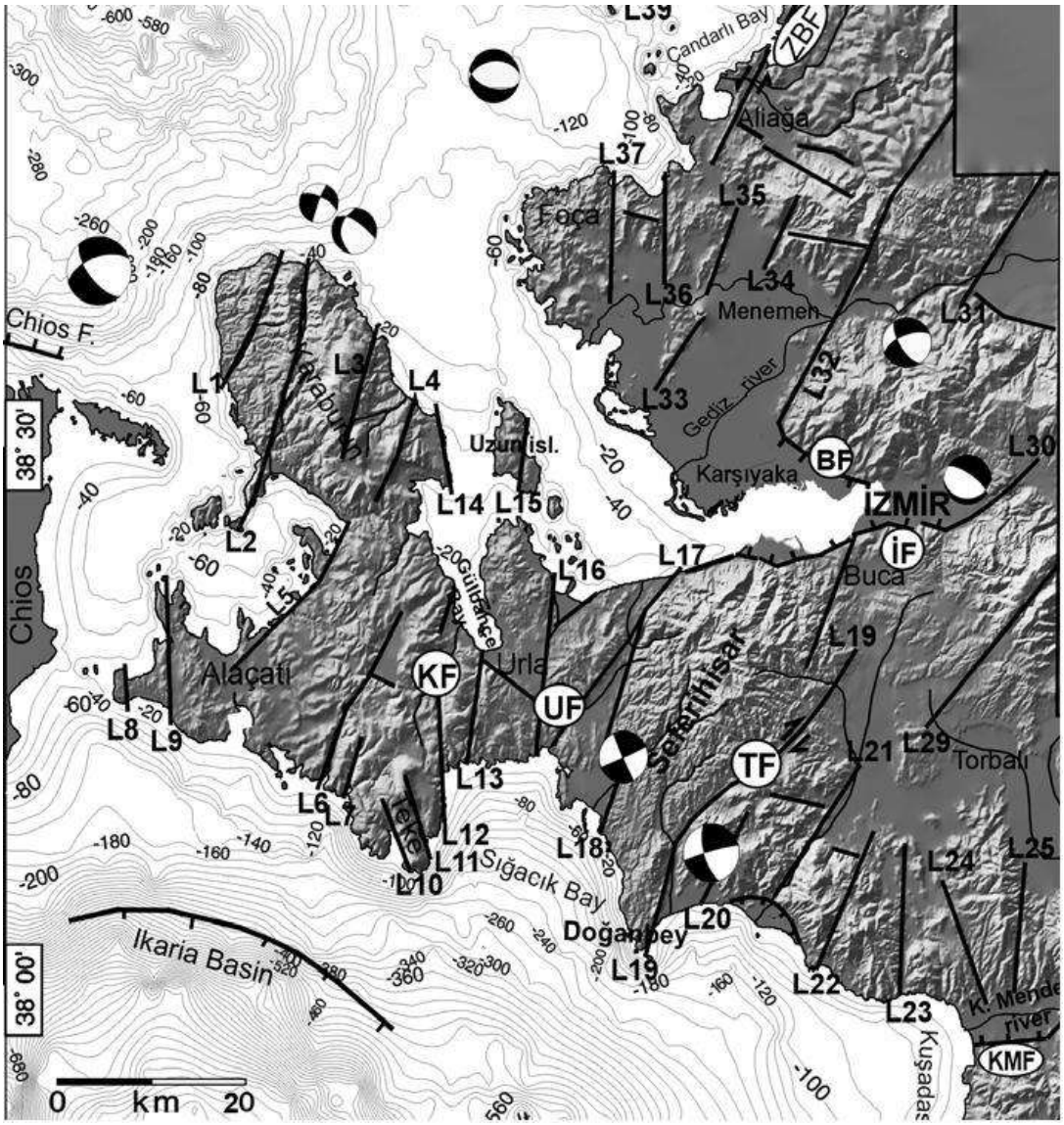
17-20 Ekim 2005 Sığacık depremlerinin meydana geldiği Sığacık Körfezi'nin kara kısmındaki Urla ilçesi ve çevresinde Urla-2003 depreminden önce yapılan haritalama çalışmaları sonucunda bölgede çok sayıda KD-GB, KB-GD ve K-G

uzanımlı doğrultu atımlı fay haritalanmıştır (Sözbilir ve diğerleri, 2003). Ayrıca DEÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Piri Reis ve MTA Sismik-1 gemisinin İzmir ve Sığacık Körfezi açıklarında, Ege Denizinde yaptıkları çalışmalar bulunmaktadır. MTA Sismik-1 gemisinin verileri Ocakoğlu ve diğerleri (2004, 2005)'de yayınlanmıştır. Bu makalelerde Ege Denizi içinde gözlenen faylar ortaya konmuş, fakat bu fayların karadaki devamlılıklarıyla ilgili sorunlar çözülememiştir.

Depremlerden sonra Emre ve diğerleri (2005) depremlerin bölgedeki diri faylarla olan ilişkisini, Sözbilir ve diğerleri (2009) ise bunların sismo-jeomorfolojik özelliklerini değerlendirmiştir.

Urla ilçesi ve çevresi 2 milyon yıldan beri oluşmaya başlayan Urla Havzası adı verilen genç bir havza içinde yer alır. Urla Havzası, batıdan ve doğudan Bornova fliş zonu (Okay ve diğerleri 1996) veya Bornova karmaşığı (Erdoğan, 1990) adı verilen Üst Kretase-Paleosen yaşlı kaya topluluğuyla sınırlıdır.

Urla Havzası'nın batı kenarı, 11 km uzunluğunda ve 2 km genişliğindeki K-G doğrultulu Yağcılar-Demircili Fay Zonu'yla temsil edilir. Bu zon Demircili Köyü güneyinden başlar ve kuzeye doğru Yağcılar Köyü'nden geçerek Gülbahçe Körfezi'ne kadar uzanır ve Bornova fliş zonu kayalarını Miyosen birimlerinden ayırır. Seferihisar Fay Zonu ile Yağcılar-Demircili Fay Zonu güneye doğru Sığacık Körfezi içindeki K-G uzanımlı Gülbahçe Fay Zonu ile KB-GD uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylarla Sığacık Körfezine doğru uzanırlar.



Şekil 4.2 Ege Bölgesi aktif fayları ve depremleri

Drahor ve diğerlerinin 2013'te yaptığı çalışmada 2005 yılında oluşan ardışık depremlerden yola çıkarak, Demircili-Yağcılar Fay Zonunun uzanımı ve aktivitesini belirleme amaçlı yapılan bu proje kapsamında ilgili fay zonunun yaklaşık K-G doğrultulu olarak devam ettiği ve hendek sonuçlarına göre de aktif olduğu hakkında önemli veri sağlamıştır.

BÖLÜM BEŞ
VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

5.1 Tellürik Akımların Giderilmesi

İstatistikte bir veri grubu içinde ortalama değerden olan farkların standart sapmanın ±2, ±3 katı veya daha büyük olan veriler veri grubundan çıkartılarak işlemler yinelenebilir. Bu durumda veri kümesinin sınırları daraltılarak yanılgılar içerenler atılarak veri iyileştirilmiş olur. Bu sınır durağanlık sınırı olarak adlandırılır. Bu çalışmada durağanlık sınırı $|(x_i - \bar{x}_A)| \leq 3\sigma$ bağıntısıyla hesaplanarak daha büyük değerler atılmış ve veri kümesi daraltılmıştır. Bu sınır, ölçümdeki tellürik etki olarak verilerden giderilmiştir. Bu amaçla ilk olarak her kanal için günlük ortalama değerler ile standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Durağanlık sınırından büyük olanlar tellürik etki olarak kabul edilerek verilerinden çıkartılmıştır. 8 ay boyunca 10 dakikada bir toplanan SP verilerinin tümüne yöntem uygulanmıştır.

5.2 İstatistiksel Yöntemler

Toplanan verilerin istatistiksel özellikleri de çıkarılmıştır. SP verilerinin günlük ortalamaları alınarak elde edilen seri aylara bölünerek istatistikleri çıkarılmıştır. Her aya ait aritmetik ortalama, standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Günlük yağış miktarı ile günlük ortalama SP arasındaki ilişki için ilişki katsayıları ve kovaryans değerleri yine her ay için hesaplanmıştır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1 Günlük yağış miktarı-Günlük ortalama SP ilişkisi için hesaplanmış istatistik parametreler

TARİH	İSTATİSTİKSEL ÖZELLİK	SP (mV)	YAĞIŞ (mm)
	Ortalama	0.70694	1.01333
	S.S.	3.38052	2.93255
	Rxy		0.05331
Kasım	Cov		0.52844
	Ortalama	1.92047491	2.335483871
	S.S.	3.821080555	6.13659296
	Rxy		0.094647404
Aralık	Cov		2.219331715
	Ortalama	4.110162647	2.151724138
	S.S.	2.792768628	4.409912087
	Rxy		-0.360671007
Ocak	Cov		-4.441975116
	Ortalama	8.174362745	4.036
	S.S.	1.368964003	8.208818673
	Rxy		-0.119927863
Şubat	Cov		-1.347698627
	Ortalama	2.89788	0.433333
	S.S.	0.871205	1.093923
	Rxy		0.04028
Mart	Cov		0.038388
	Ortalama	6.714815	2.86
	S.S.	1.148729	5.411383
	Rxy		-0.09533
Nisan	Cov		-0.59259
	Ortalama	3.539237	0.229032
	S.S.	0.761034	0.785018
	Rxy		0.207575
Mayıs	Cov		0.124011

5.3 Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma (EAD) Analizi (Detrended Fluctuation Analysis (DFA)) Yöntemi

Bir zaman serileri analiz yöntemi olan EAD ilk olarak 1995 yılında Peng ve diğerleri tarafından uygulanmıştır. Dış etkenlerden oluşmuş durağan olmayan etkileri düşük dereceden polinomlar şeklinde tanımlayarak minimize eden bir yöntemdir. EAD, iki büyüklüğün arasında güç fonksiyonu şeklinde bir ilişki olup olmadığına ve ne tür bir güç fonksiyonu türü şeklinde olduğunu saptar. Zaman serileri analiz edilmek üzere n boyundaki N adet kutuya bölünür. x(i) zaman serisinin aritmetik ortalaması $\bar{x}$ olmak üzere,

$$y(k) = \sum_{i=1}^{k} \left[x(i) - \bar{x} \right] \tag{5.1}$$

olarak sinyal parçalara bölünür. Bölünmüş parçalardan biri olan y(k) eğrisine uydurulmuş en küçük kareler doğrusu olan $y_n(k)$ her bir bu kutunun trendini gösterir. Daha sonra her bir y(k) değerinden $y_n(k)$ değerleri çıkarılarak zaman serileri eğilimlerinden arındırılır. Eğilimden arındırılmış zaman serilerinin karekök ortalama dalgalanması (F(n)),

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} \left[y(k) - y_n(k) \right]^2} \tag{5.2}$$

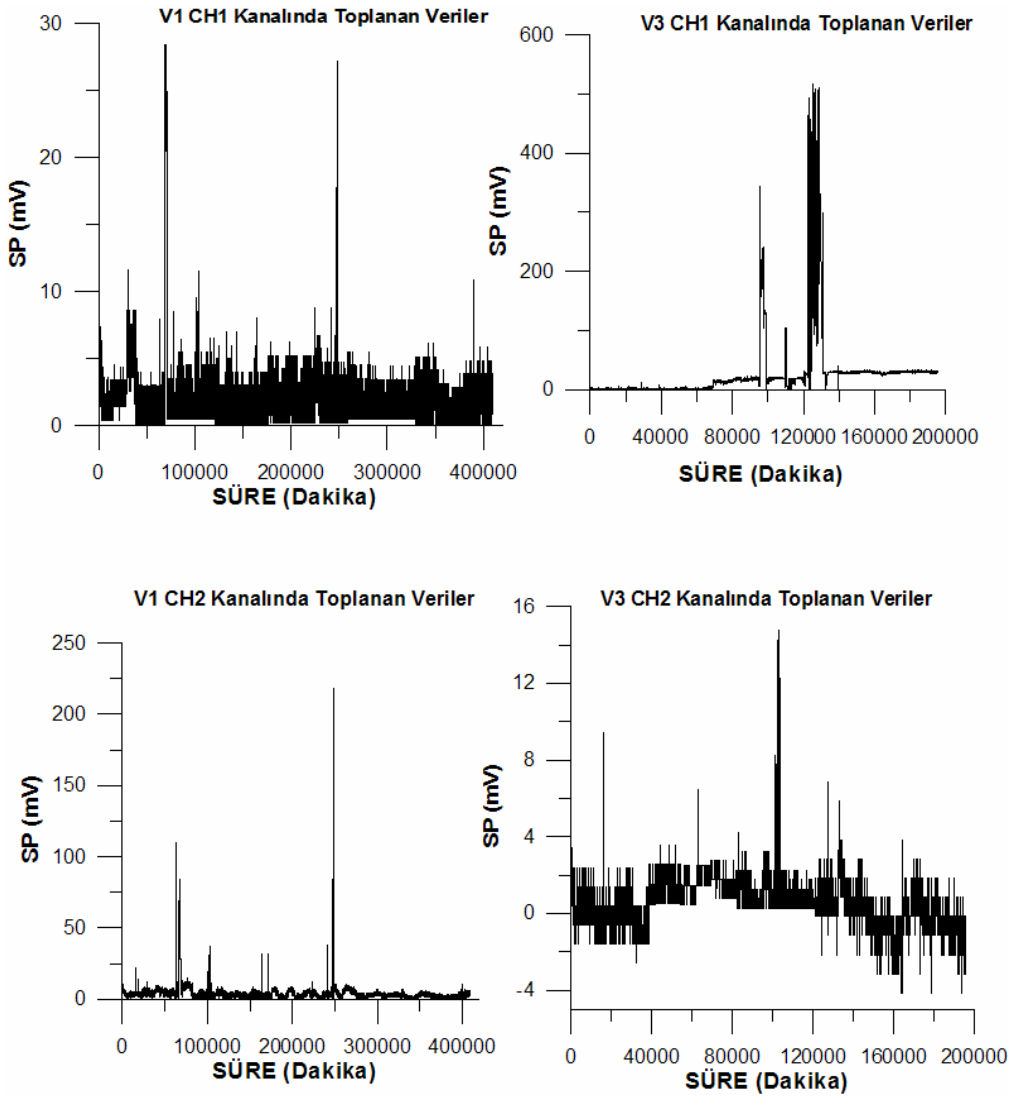
şeklinde hesaplanır, bu işlem tüm kutular için tekrarlanarak kutu boyu n ile F(n) fonksiyonunun ilişkisi elde edilir. Eğer F(n), n'nin bir güç fonksiyonu şeklinde davranıyorsa,

$$F(n) \propto n^{\alpha} \tag{5.3}$$

şeklinde gösterilir. F(n) ve n değerlerinin logaritmaları alınarak grafiklendiğinde uydurulan doğru eğimleri α ile gösterilir ve ölçekleme katsayısı olarak adlandırılır. Ölçekleme katsayısı; beyaz gürültü için 0,5, pembe (flicker) gürültü için 1, Brownian tipi gürültü için 1,5 değerini alır. $0,5 < \alpha < 1$ ise, devamlı uzun aralıklı ilişki vardır, bunun anlamı ortalamaya göre büyük değerler birbirini takip eder. $0 < \alpha < 0,5$ ise, geçici uzun vadeli ilişki vardır ve küçük değerler birbirini takip eder.

5.4 Verilerin Düzenlenmesi ve Değerlendirilmesi

Bölüm 5.1'de verilen manyetotellürik etkiler verilerden giderildikten sonra her kanalda kaydedilen SP verileri Şekil 5.1'de verilmiştir. Şekil 2.7'de gösterilen istasyonlardan 1 noktasındaki V1 SP kayıtçısının 1.kanalı (CH1) 2.nokta ile, 2. kanalı (CH2) ise 4. nokta ile aralarındaki potansiyel farkı kaydetmektedir. Benzer şekilde 3 noktasındaki V3 SP kayıtçısının 1.kanalı (CH1) 2.nokta ile, 2. kanalı (CH2) ise 4. nokta ile aralarındaki potansiyel farkı kaydetmektedir.



Şekil 5.1 V1 ve V2 istasyonlarına ait SP kayıtları (Sındırgı, 2013)

Şekil 5.1'den de görüldüğü üzere, 1-2 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V1 CH1 kanalı ve 3-4 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V3 CH2 kanalı Kuzey-Güney yönündeki farkları kaydetmektedir ve genlik bandı dardır (en çok 30 mV). 1-4 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V1 CH2 kanalı ve 3-2 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V3 CH1 kanalı ise Batı-Doğu yönündeki farkları kaydetmektedir ve genlik bandı oldukça geniştir (0-550 mV).

10 dakikada bir kaydedilen doğal gerilim verilerine EAD yöntemi iki ayrı şekilde uygulanmıştır. Önce, araziye yerleştirilmiş olan iki kayıtçının (V1, V3) her iki

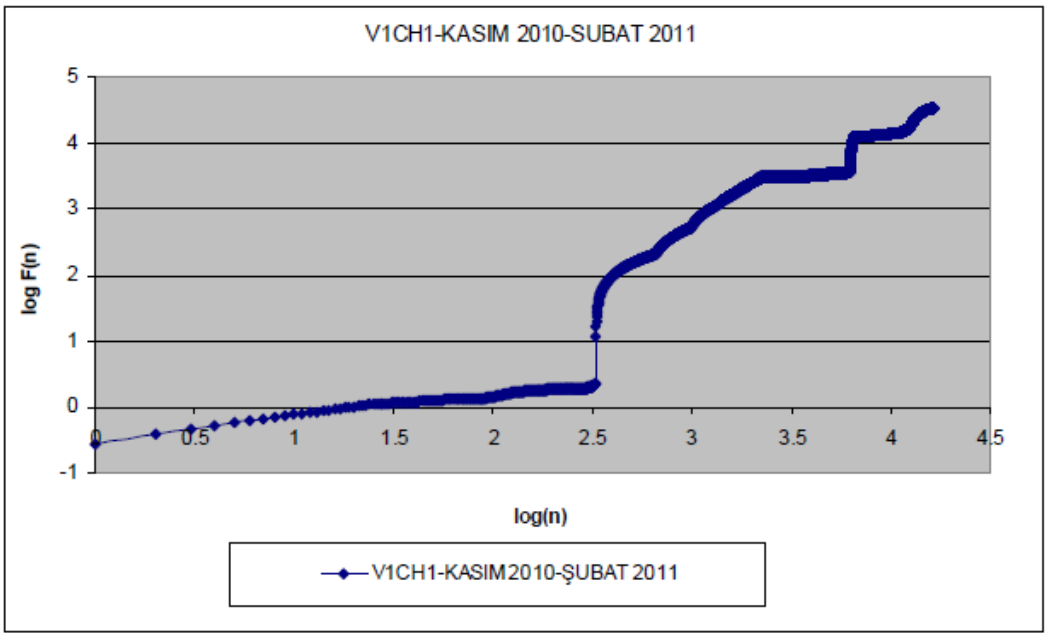
kanalında depolanan veriler, (V1-CH1, V1-CH2, ve V3-CH1, V3-CH2) EAD analizine hazırlanmak üzere parçalara bölünmüştür. Bu dönem verileri, uzun dönem SP verileri olarak adlandırılacaktır. Her bir parçada 329 veri olacak şekilde analiz uygulanmıştır (Şekil 5.2 – Şekil 5.13).

Örneğin, Kasım 2010-Şubat 2011 döneminde V1-CH1 kanalındaki 16450 veri 50 parçaya bölünerek ve her parça 329 veri içerecek şekilde EAD uygulanmıştır. EAD sonucunda bulunan ölçekleme katsayıları Tablo 5.3'te verilmiştir.

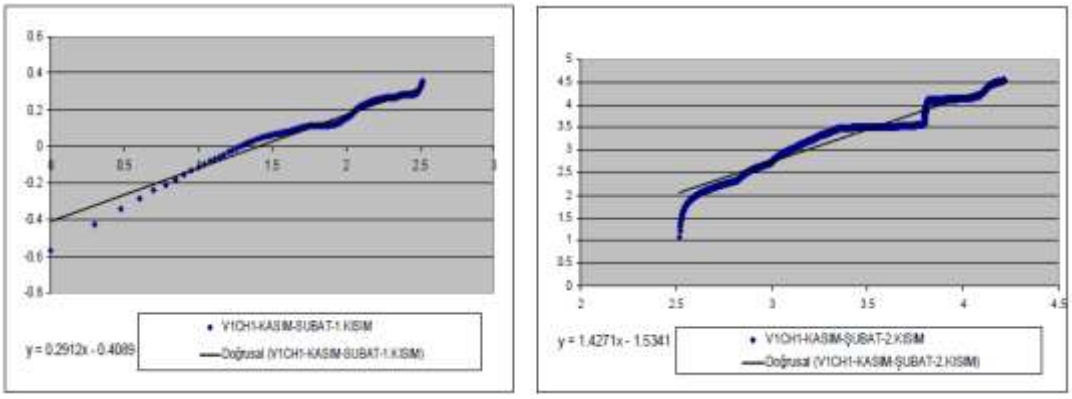
Tablo 5.3 incelendiğinde; $\alpha 1$ ölçekleme katsayısının her iki kayıtçı için de 0,27 ile 0,79 arasında değiştiğini, $\alpha 2$'nin ise 1,4 ile 2,12 arasında değerler aldığı görülmektedir. $\alpha 1$ ölçekleme katsayısı log(n) = 2,5'a kadar geçerlidir. Bu da ilk 2-3 günlük süreye denk gelmektedir. Bu nedenle $\alpha 2$ ölçekleme katsayıları daha büyük önem taşımaktadır. Diğer kanallardan farklı olarak V3 CH2 kayıtçısının Kasım 2010 – Şubat 2011 tarihleri arasında 0,7892 olan $\alpha 1$ ölçekleme katsayısı, bu dönemdeki SP verilerinin zamanla kalıcı uzun dönemli bir ilişkili bir sinyal şeklinde davrandığını göstermektedir. Bu da ortalamaya göre büyük değerlerinyine büyük değerleri izlediği şeklinde açıklanabilir. Diğer zamanlarda diğer kanalların Gauss gürültüsü şeklinde, kalıcı olmayan uzun aralıklı ilişkiye sahip bir sinyal şeklinde davrandığı söylenebilir. Ortalamaya göre büyük değerleri küçük değerler izler. $\alpha 2$ ölçekleme katsayısı ise 1'den büyüktür, Brownian hareketini tanımlar. Yani elektrik yükleri rastgele hareket etmektedir.

İkinci uygulama şekli ise ölçülen doğal gerilim ve toprak sıcaklıklarının günlük ortalamaları hesaplanarak aylara göre EAD analizi yapılmıştır.

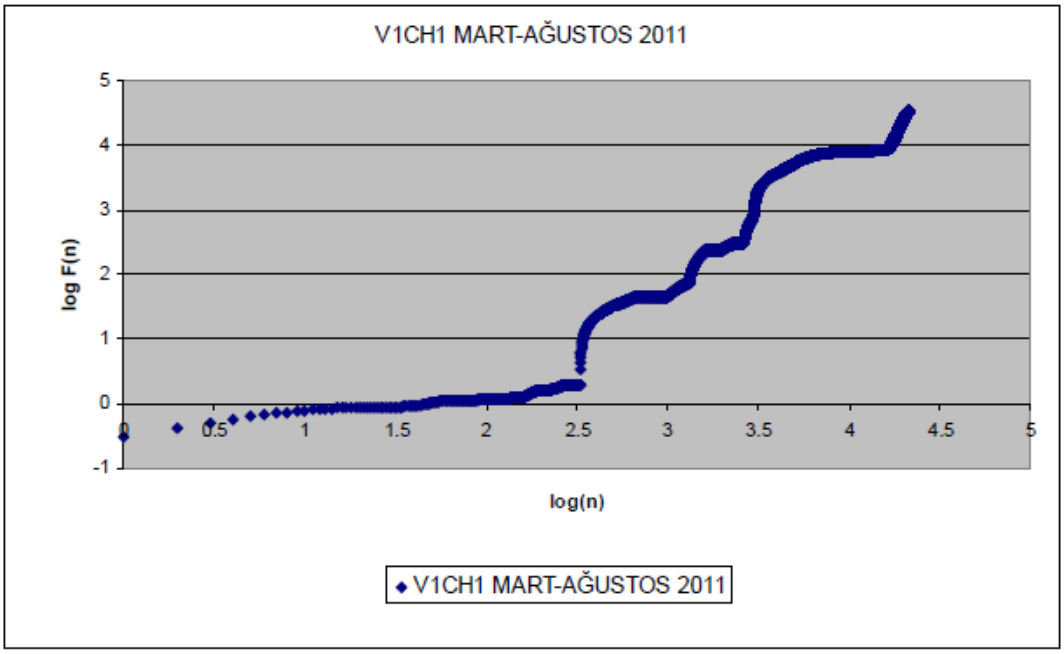
5.4.1 UzunDönem SP Verilerine EAD Uygulamaları



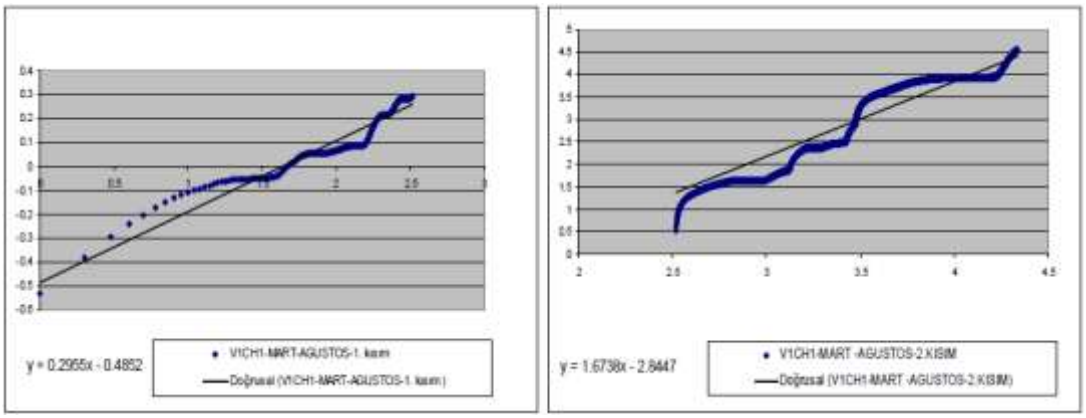
Şekil 5.2 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1.kanaldaki verilerine EAD yöntemi uygulaması



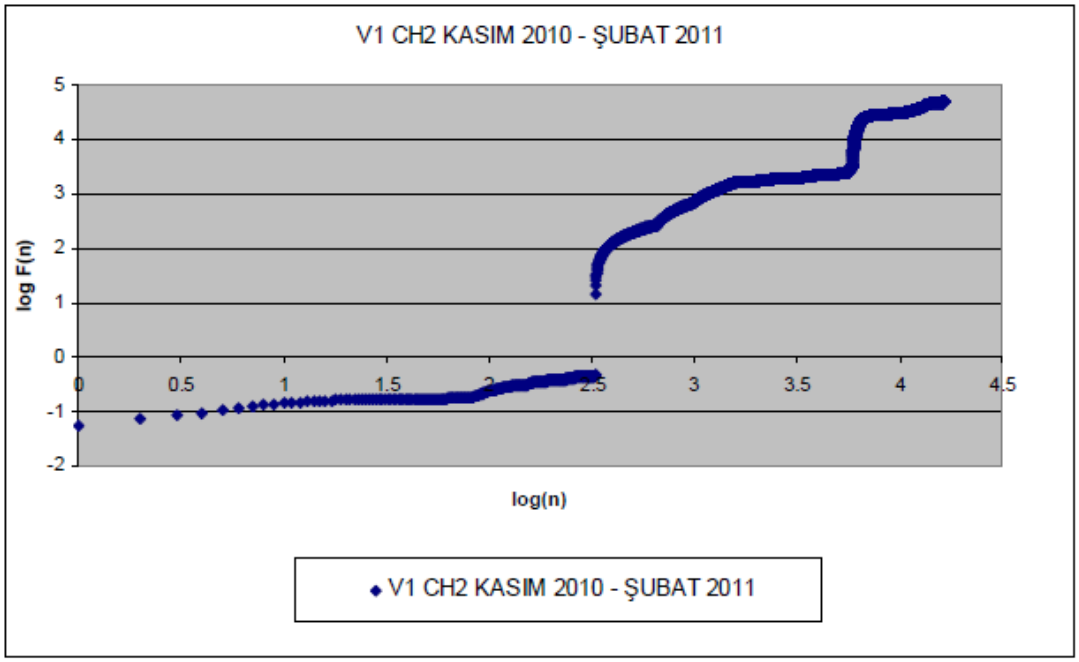
Şekil 5.3 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK'e göre hesaplanması



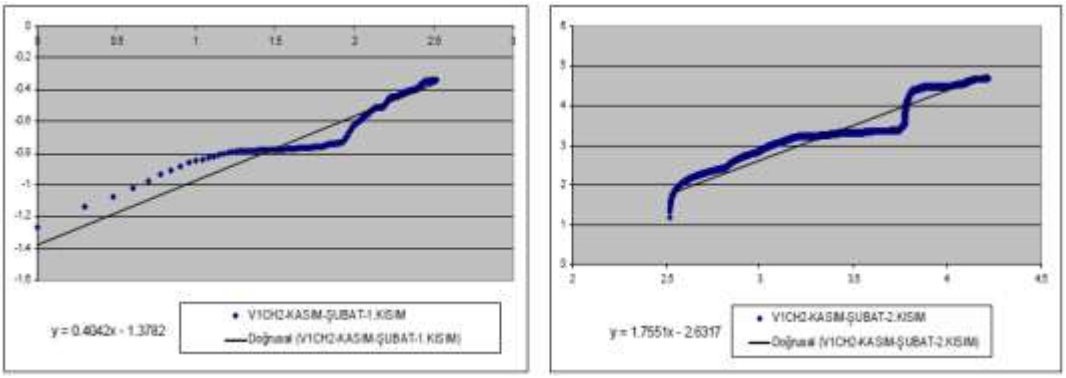
Şekil 5.4 Mart -Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1.kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulanması



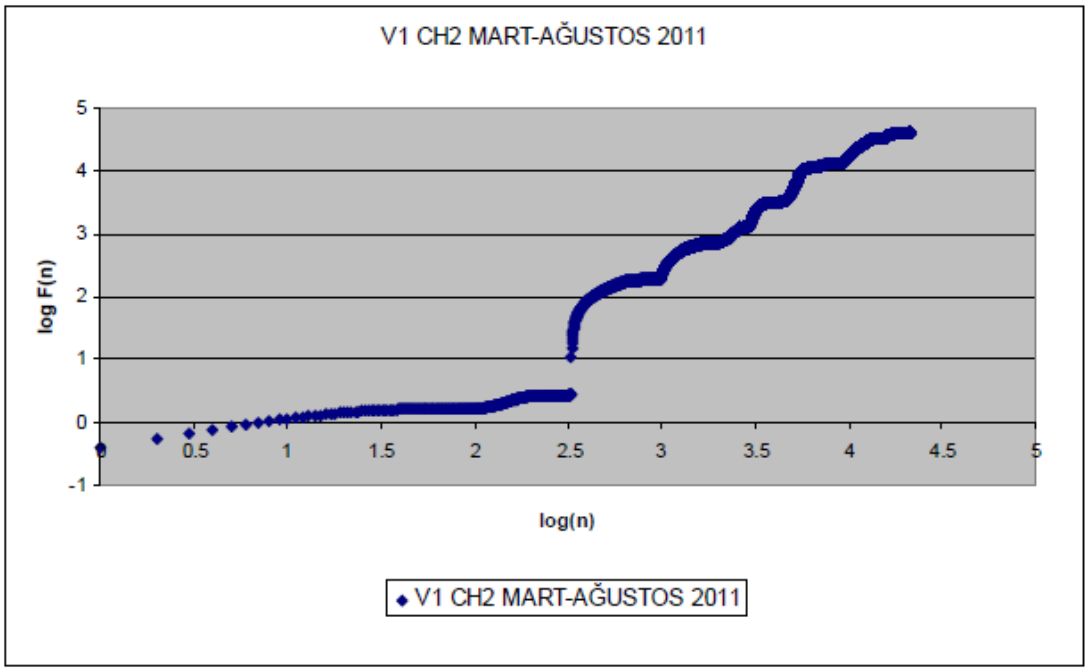
Şekil 5.5 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 1.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK'e göre hesaplanması



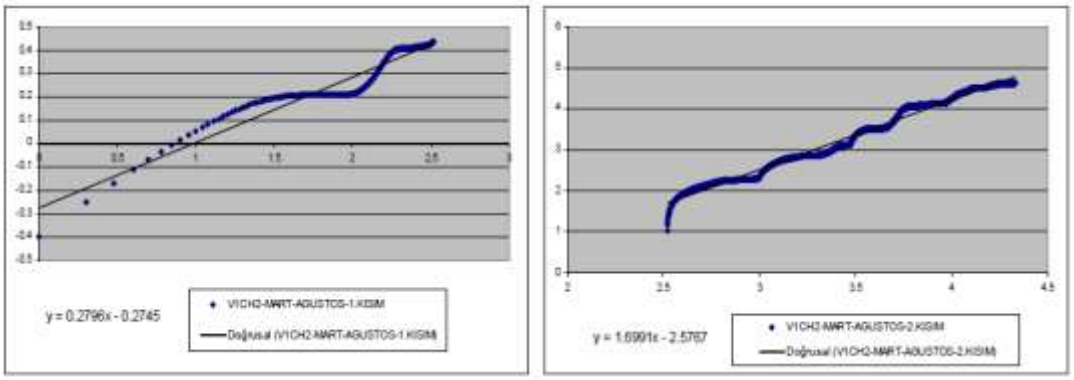
Şekil 5.6 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2.kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması



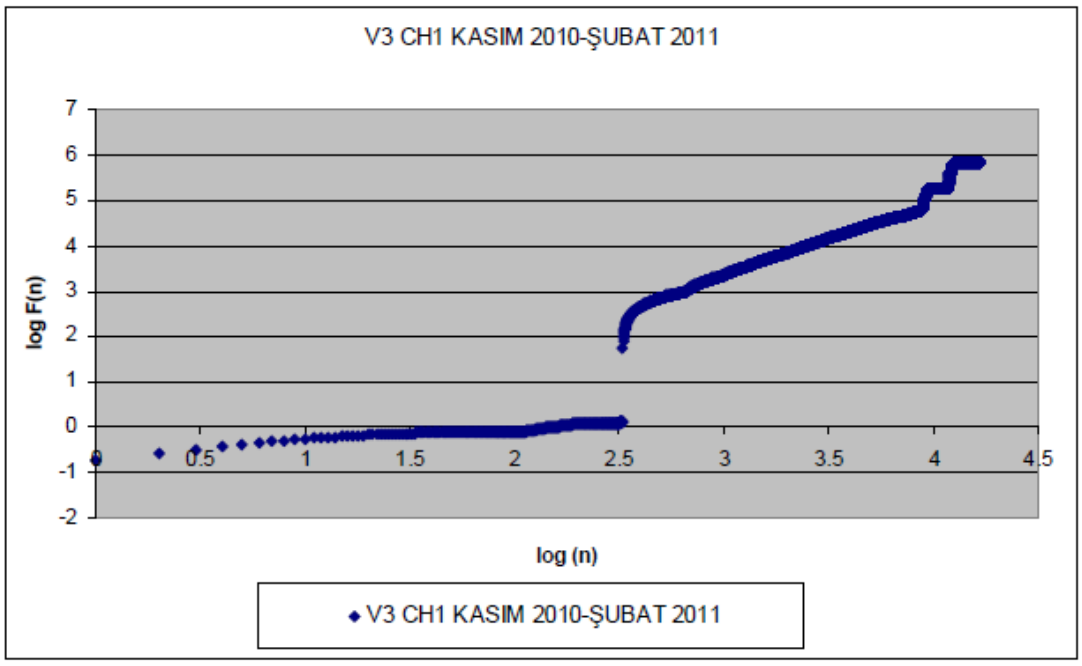
Şekil 5.7 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme katsayılarının EKK'e göre hesaplanması



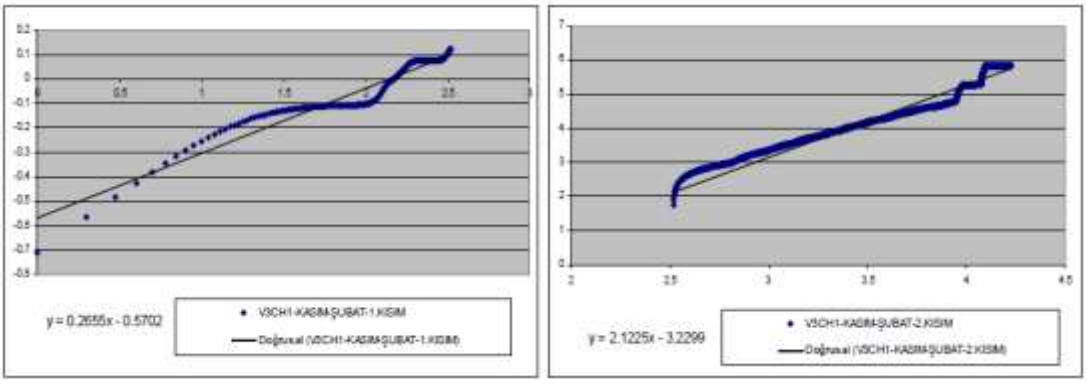
Şekil 5.8 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması



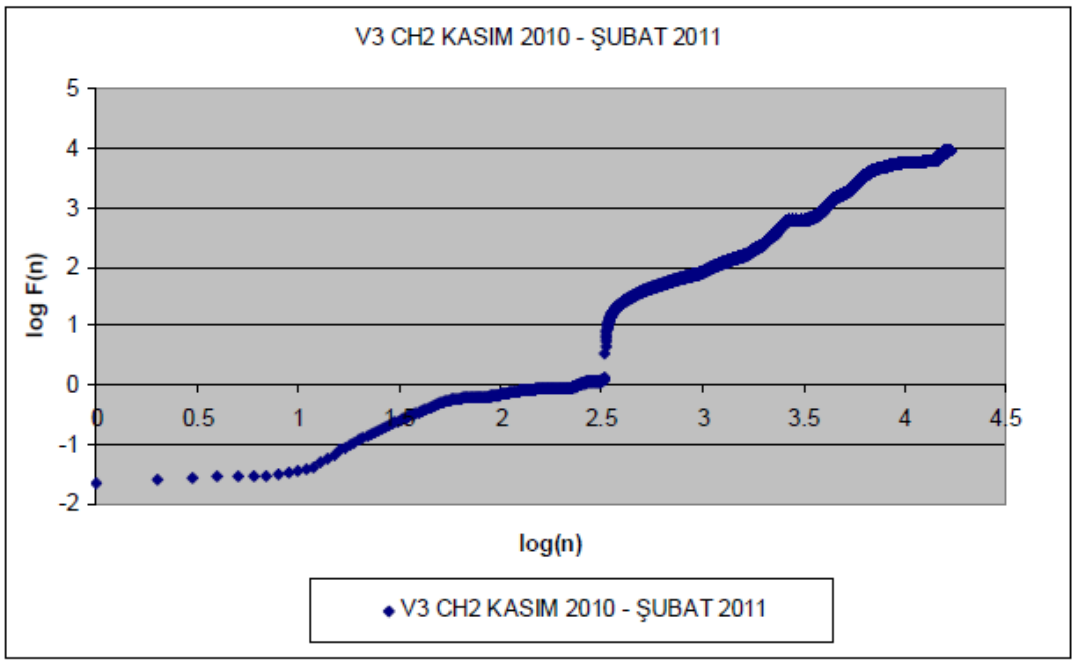
Şekil 5.9 Mart - Ağustos 2011 ayları arasında V1 kayıtçısının 2. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme katsayılarının EKK' e göre hesaplanması



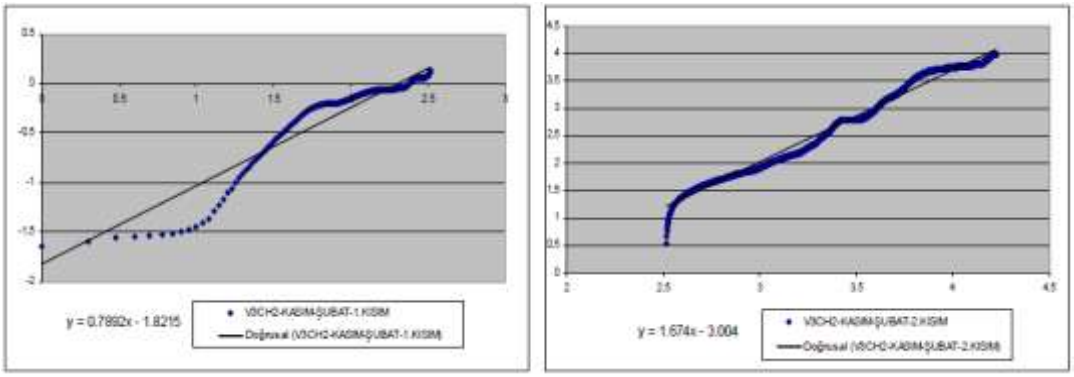
Şekil 5.10 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3kayıtçısının 1. kanalındaki verilere EAD yöntemi uygulaması



Şekil 5.11 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 1. kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK' e göre hesaplanması



Şekil 5.12 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 2. kanalındaki verilerine EAD yöntemi uygulaması



Şekil 5.13 Kasım 2010 - Şubat 2011 ayları arasında V3 kayıtçısının 2.kanalındaki EAD uygulanmış verilerin ikiye ayrılarak ölçekleme kat sayılarının EKK' e göre hesaplanması

Tablo 5.2 EAD uygulaması için V1 ve V3 SP kayıtçılarının CH1 ve CH2 kanallarına kayıtlı veri sayıları ve ortalamaları

	V1-CH1 Kasım 2010-Şubat 2011	V3-CH1 Kasım 2010-Şubat 2011	V1-CH1 Mart-Ağustos 2011	V1-CH2 Kasım 2010-Şubat 2011	V3-CH2 Kasım 2010-Şubat 2011	V1-CH2 Mart-Ağustos 2011
N	16450	16779	21385	16450	16779	21385
x_A	3.995745	-20.530782	3.014309	5.481641	0.733596	5.621277
Parça sayısı (n)	50	51	65	50	51	65

Tablo 5.3 V1 ve V3 SP kayıtçılarının CH1 ve CH2 kanallarına kayıtlı veriler için hesaplanan ölçekleme katsayıları

	V1-CH1 Kasım 2010-Şubat 2011	V3-CH1 Kasım 2010-Şubat 2011	V1-CH1 Mart-Ağustos 2011	V1-CH2 Kasım 2010-Şubat 2011	V3-CH2 Kasım 2010-Şubat 2011	V1-CH2 Mart-Ağustos 2011
α_1	0.2912	0.2655	0.2955	0.4042	0.7892	0.2796
α_2	1.4271	2.1225	1.6738	1.7551	1.674	1.6991

5.4.2 Aylık SP Verilerine EAD Uygulamaları

Bölüm 5.3'te kuramsal gelişimi açıklanan eğilimden arındırılmış zaman serilerinin karekök ortalama dalgalanması (F(n)) her ay için her bir kanalda depolanan SP verilerinin günlük ortalamaları için logaritmaları hesaplanarak ölçekleme katsayılarını belirlemek üzere tezin ekler bölümünde Şekil 1 – Şekil 28 arasında grafiklenmiştir.

V1 CH1 kanalı için hesaplanan F(n) ve n değerlerinin logaritmaları grafikler halinde tezin ekler bölümünde Şekil 1 - Şekil 28 arasında verilmiştir. V1 CH2 kanalı için hesaplanan F(n) ve n değerlerinin logaritma grafikleri Şekil 10 – Şekil 18, V3

CH1 kanalı için hesaplananlar Şekil 19- Şekil 23, V3 CH2 kanalı için hesaplananlar ise Şekil 24 – Şekil 28 arasında verilmiştir. Bu grafiklerde uydurulan doğruların eğimleri ölçekleme katsayısını verir. Bu katsayı yardımıyla ölçülen değerlerin zamanla ilişkisi tanımlanır.

Günlük ortalama SP verilerine EAD uygulamaları yukarıda verilmiştir. Uygulamada; hem bir aylık ortalama veriye uygulanmış EAD yöntemi sonucu elde edilen ölçekleme katsayıları (α), hem de bu eğriyi iki parçaya ayrılarak iki adet ölçekleme katsayısı ($\alpha 1$, $\alpha 2$) hesaplanmıştır. Her bir istasyona ait kayıtçılar için hesaplanan ölçekleme katsayıları Tablo 5.4 ve 5.5'te verilmektedir. V3 kayıtçısı 14 Mart 2011 tarihi itibariyle veri toplayamamıştır.

Bu tablolarda hesaplanan hesaplanan α ölçekleme katsayısı incelendiğinde, hemen hemen tüm kayıtçılarda Kasım - Aralık ve Ocak ayları ölçekleme katsayılarının diğer aylardakilere göre büyük olduğu göze çarpmaktadır. Bu aylar için SP verilerinin zamanla ilişkili bir sinyal şeklinde, diğer zamanlarda diğer kanalların ise kalıcı olmayan uzun aralıklı ilişkiye sahip bir sinyal şeklinde davrandığı söylenebilir.

Tablo 5.4 V1 SP kayıtçısının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları

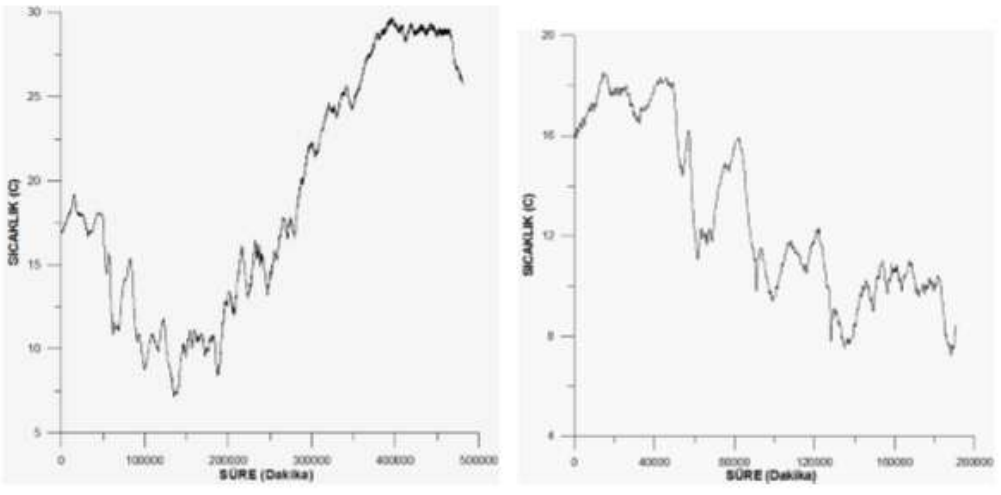
Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2	Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2
V1 CH1	Kasım	0.48	0.32	0.84	V1 CH2	Kasım	0.28	0.24	0.30
	Aralık	0.66	0.22	0.91		Aralık	0.62	0.17	0.68
	Ocak	0.61	0.35	1.45		Ocak	2.55	0.20	0.45
	Şubat	0.26	0.17	0.38		Şubat	0.32	0.17	0.35
	Mart	0.36	0.18	0.41		Mart	0.46	0.22	0.43
	Nisan	0.22	0.30	0.28		Nisan	0.74	0.62	0.82
	Mayıs	0.32	0.22	0.40		Mayıs	0.24	0.18	0.35
	Haziran	0.37	0.16	0.52		Haziran	0.34	0.23	0.51
	Temmuz	0.25	0.20	0.36		Temmuz	0.28	0.19	0.47

Tablo 5.5 V3 SP kayıtçısının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları

Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2	Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2
V3 CH1	Kasım	0.22	0.17	0.25	V3 CH2	Kasım	0.42	0.18	1
	Aralık	0.30	0.16	0.39		Aralık	0.58	0.55	0.94
	Ocak	0.86	0.93	1.30		Ocak	0.21	0.23	0.26
	Şubat	0.90	0.62	1.14		Şubat	0.47	0.42	0.74
	Mart	0.98	1.08	0.99		Mart	0.25	0.13	0.34

5.5 Toprak Sıcaklıkları Ham Verileri

1 ve 3 nolu istasyonlarda 10 dakikada bir ölçülen toprak sıcaklıkları da Şekil 5.14'de verilmiştir. 1 nolu istasyonda 11 ay boyunca kayıt yapılırken, 3 nolu istasyonda 14 Mart 2012 tarihine kadar kayıt alınabilmiştir. Her iki istasyonun bu tarihe kadarki verileri birbirine çok benzerdir. Toprak sıcaklıkları yaklaşık olarak 5-19 ˚C arasında değişmiştir. Bu tarihten sonra, bahar ve yaz ayları ile birlikte, 1 nolu istasyonda toprak sıcaklığının arttığı açıkça görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 5.14 (a) 1 ve (b) 3 nolu istasyonlarda ölçülen toprak altı sıcaklıkları

10 dakikada bir kaydedilen toprak sıcaklıklarının günlük ortalamaları alınarak her ay için EAD uygulamaları yapılmıştır. TC1 ve TC3 kanallarında kaydedilen verilerin EAD analizleri aylık SP verileri uygulamasına benzer şekilde yapılarak ekler bölümünde Şekil 29 – Şekil 42'de verilmiştir.

1 ve 3 nolu toprak sıcaklığı kayıtçılarının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları Tablo 5.6'da verilmiştir. $\alpha 1$, $\alpha 2$ ölçekleme katsayılarının 0,46-2,01 aralığında değişmekte olduğu ve genellikle 0,5 ile 1 arasında değerler aldığı görülmektedir. Nisan ayından sonra mevsim değişimiyle birlikte, katsayıların ($\alpha 1$, $\alpha 2$) küçüldüğü gözlenmektedir. Tek başına α değerlerinin yanıltıcı olacağından bunun yerine $\alpha 1$, $\alpha 2$ ölçekleme katsayıları dikkate alınmalıdır.

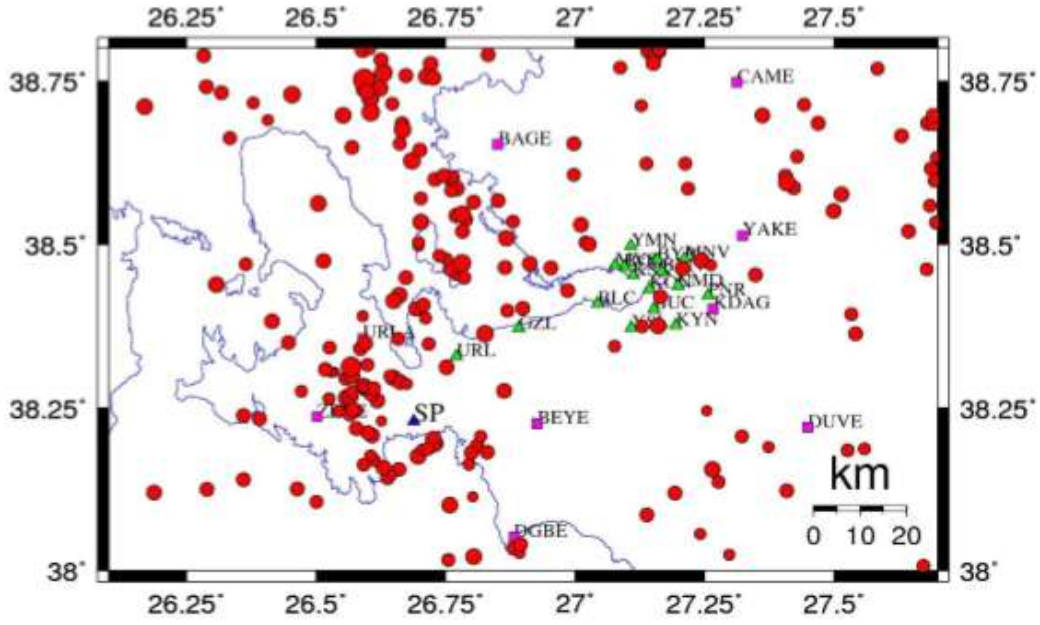
Tablo 5.6 1 ve 3 nolu toprak sıcaklığı kayıtçılarının aylara göre hesaplanmış ölçekleme katsayıları

Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2	Kayıtçı	Tarih	α	α_1	α_2
1	Kasım	1.40	0.76	0.68	3	Kasım	1.39	0.77	0.68
	Aralık	1.57	0.70	0.59		Aralık	1.58	0.59	0.69
	Ocak	1.47	0.70	0.71		Ocak	1.55	0.68	0.59
	Şubat	0.59	1.79	0.79		Şubat	0.60	2.01	0.70
	Mart	1.61	0.57	0.68		Mart	1.61	0.58	0.72
	Nisan	1.62	0.81	0.57					
	Mayıs	1.70	0.58	0.60					
	Haziran	1.83	0.46	0.63					
	Temmuz	1.70	0.59	0.61					

5.6 Günlük Ortalama Yağış -SP Değerleri ve Depremlerin İlişkileri

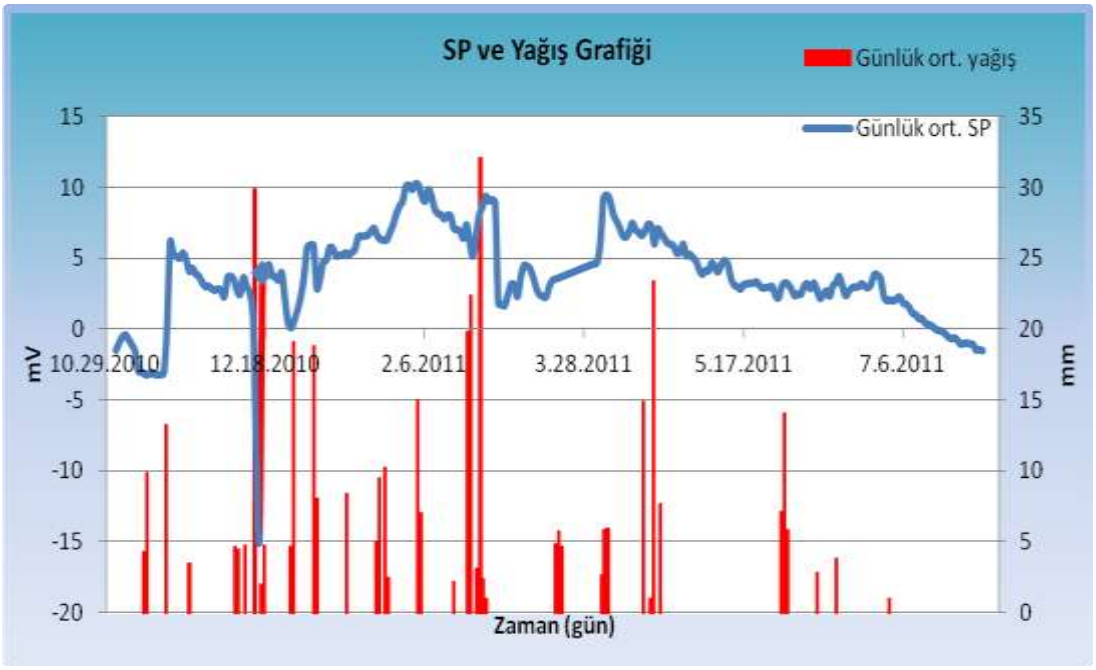
Kasım 2010 - Temmuz 2011 döneminde SP istasyonları çevresinde meydana gelen depremler Şekil 5.15'de haritalanmıştır. Bu dönemde kayıtlı depremler, ortalama günlük yağış miktarları ve ortalama günlük doğal gerilim değerleri arasındaki ilişkiler grafiklenerek incelenmiştir. Önce tüm SP verileri yağış ve depremlerle birlikte her bir kanal için (Şekil 16 – Şekil 5.23), daha sonrada aylara bölünerek (Şekil 5.24 – Şekil 5.41) değişimleri grafiklenmiştir ve ekler bölümünde verilmiştir.

Grafikler incelendiğinde; günlük ortalama SP eğrilerinin artan ya da azalan yönde yaptığı değişimler (pikler); ya yağış varken, ya yağış yokken deprem olduğunda, ya da her ikisi de varken oluşmaktadır. Özellikle Aralık 2010, Ocak ve Şubat 2011 aylarında V3CH1 ve V3CH2 kayıtçılarında SP verilerinde çok sayıda yağış dışı deprem etkileri görülmektedir. Örneğin 23 Aralık 2010'da 3,6 büyüklüğündeki Urla depreminden sonra SP anomalisindeki hızlı yükseliş dikkat çekmektedir. Bu yükseliş, diğerlerinden oldukça büyük olan bu depremin iyon dengesini bozarak yükselme eğilimini ortaya çıkarması şeklinde yorumlanabilir.

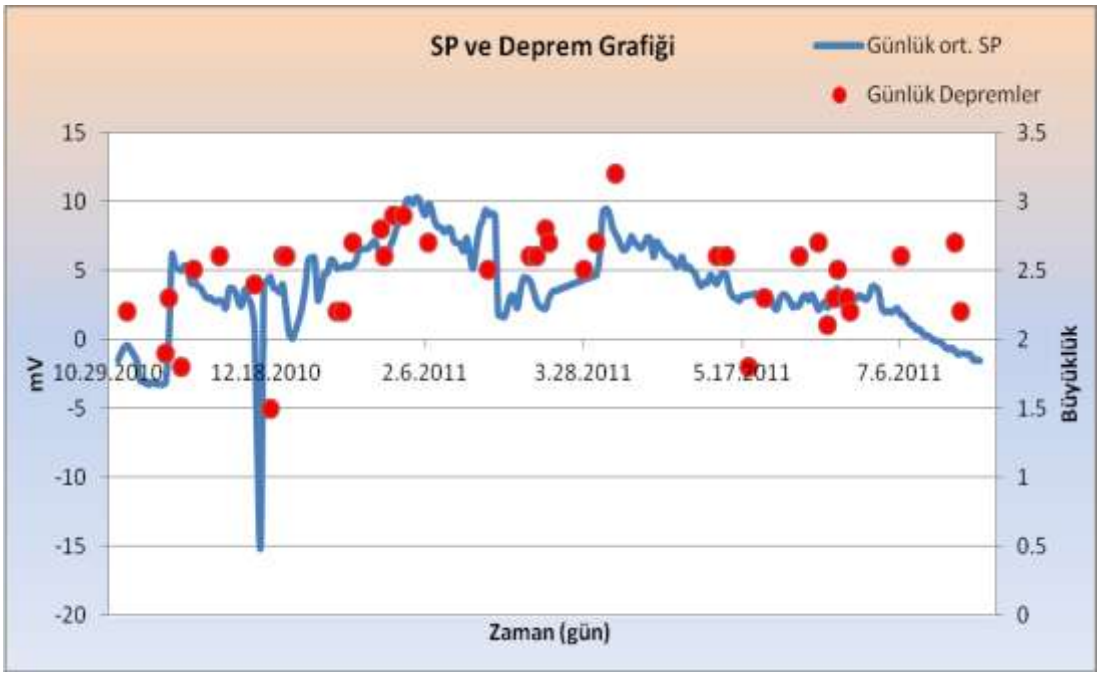


Şekil 5.15 Çalışma alanı çevresi depremleri

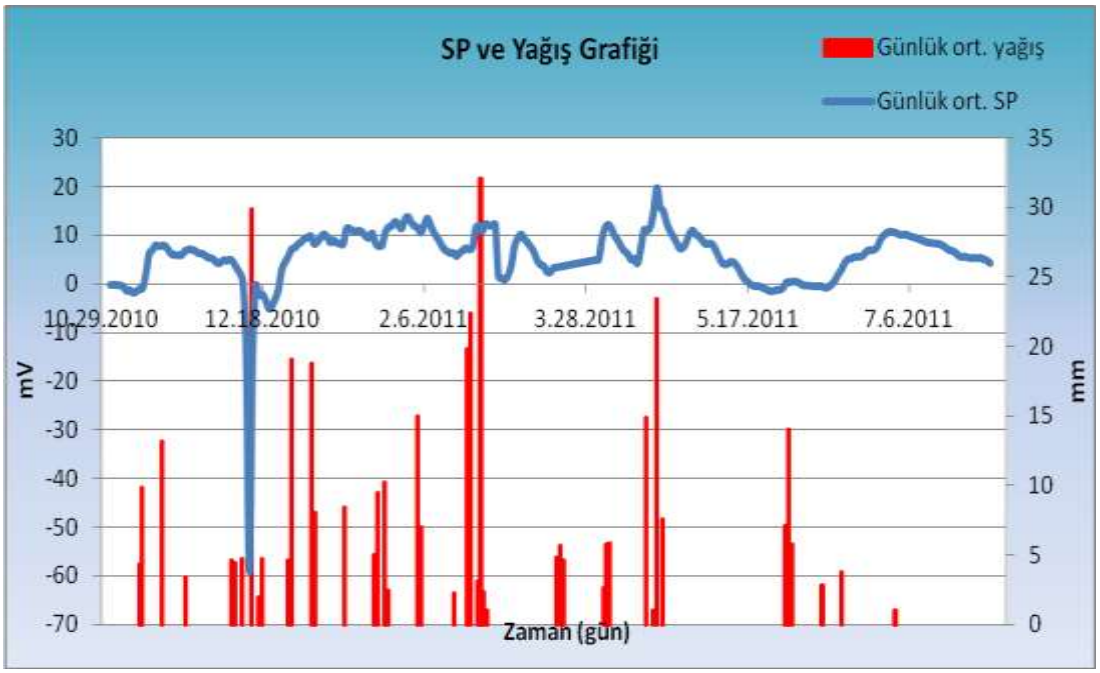
5.6.1 Kasım 2010 – Ağustos 2011 Dönemi İçindeki Tüm Kanallara Ait SP – Yağış ve SP – Deprem İlişkileri



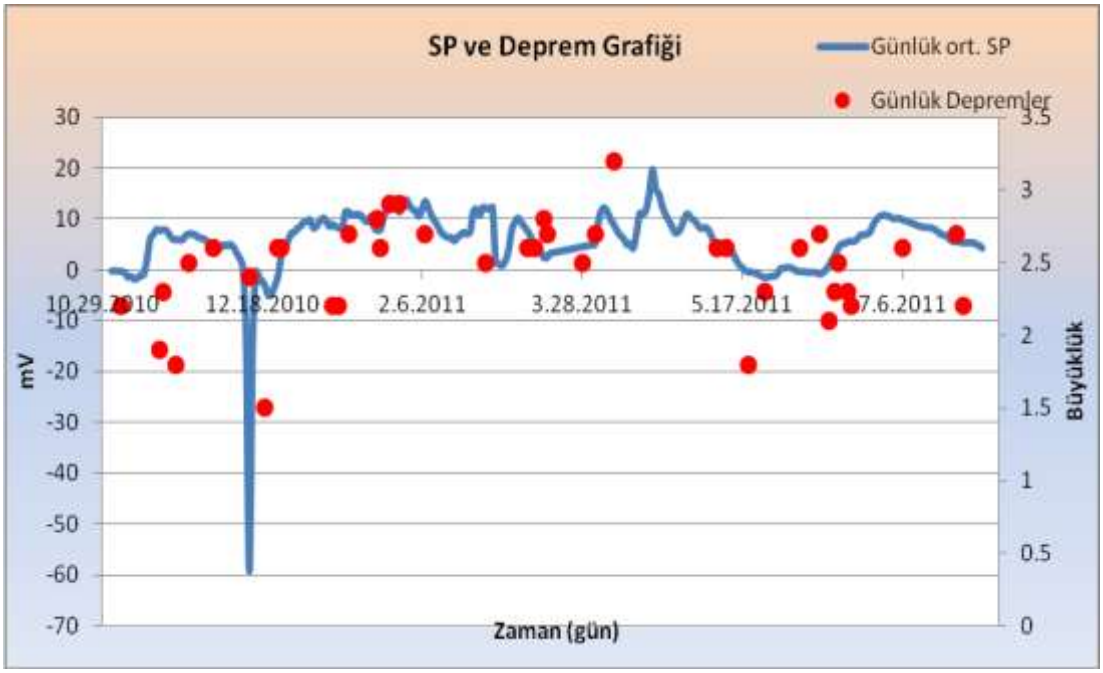
Şekil 5.16 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Yağış ilişkisi



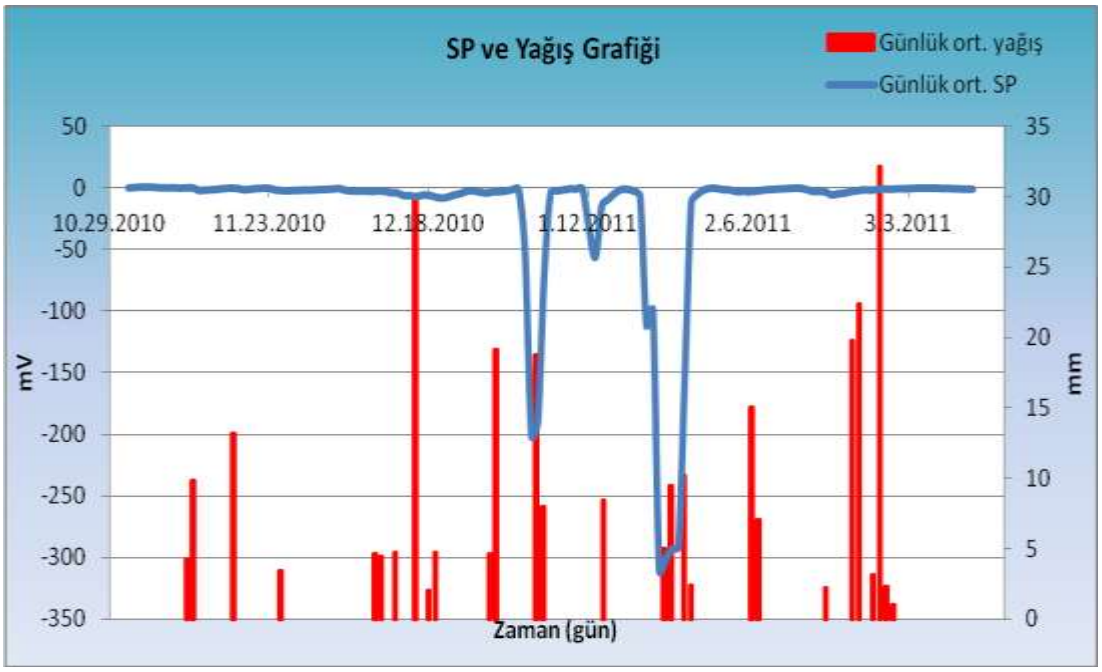
Şekil 5.17 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – Deprem ilişkisi



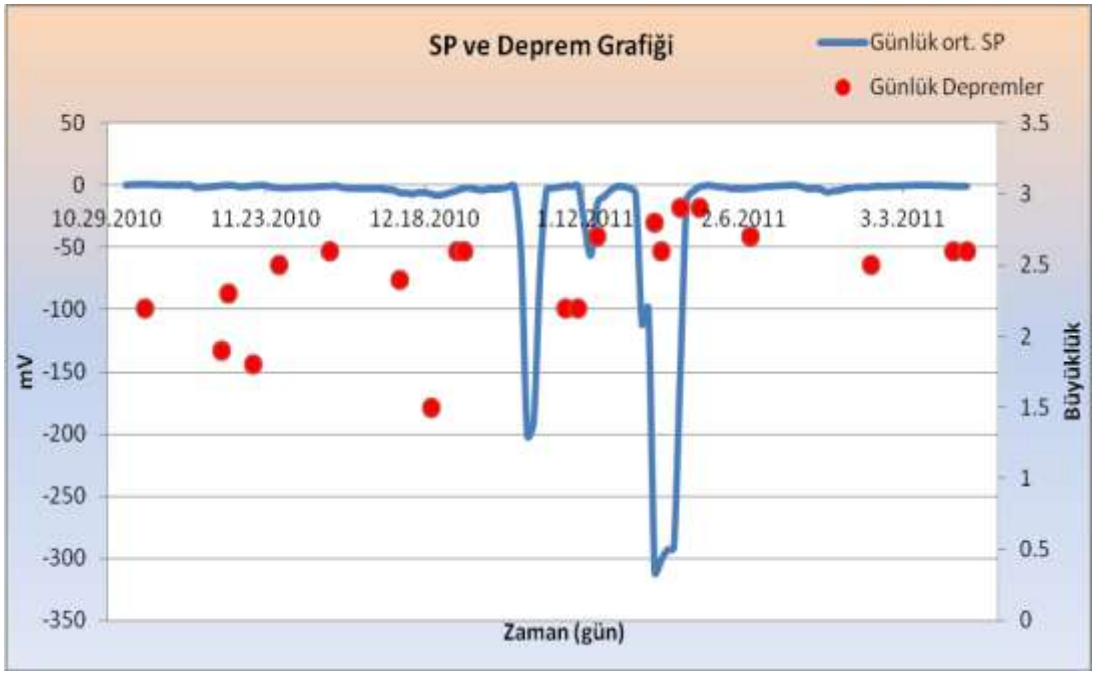
Şekil 5.18 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – yağış ilişkisi



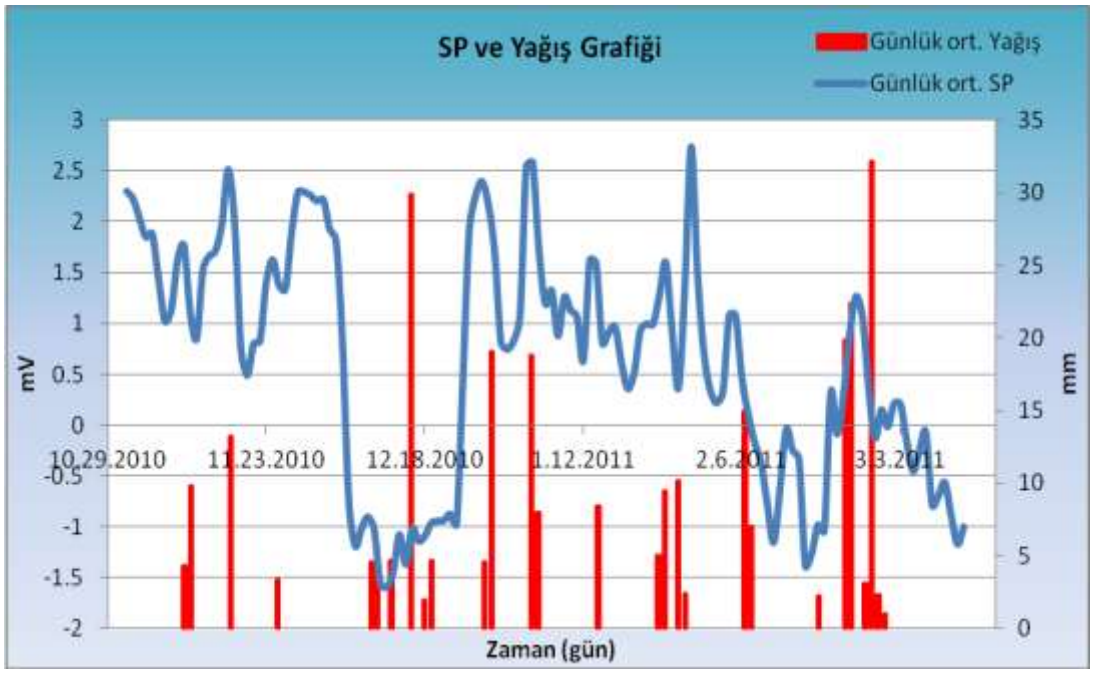
Şekil 5.19 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Temmuz 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – deprem ilişkisi



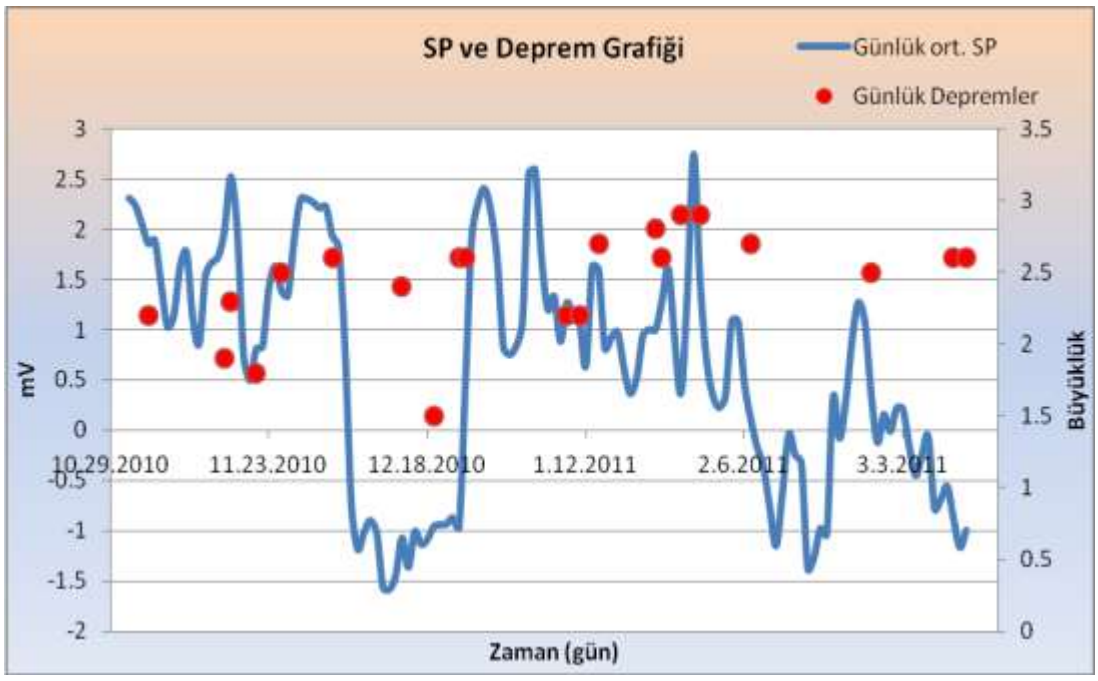
Şekil 5.20 V3 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – yağış ilişkisi



Şekil 5.21 V3 CH1 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – deprem ilişkisi

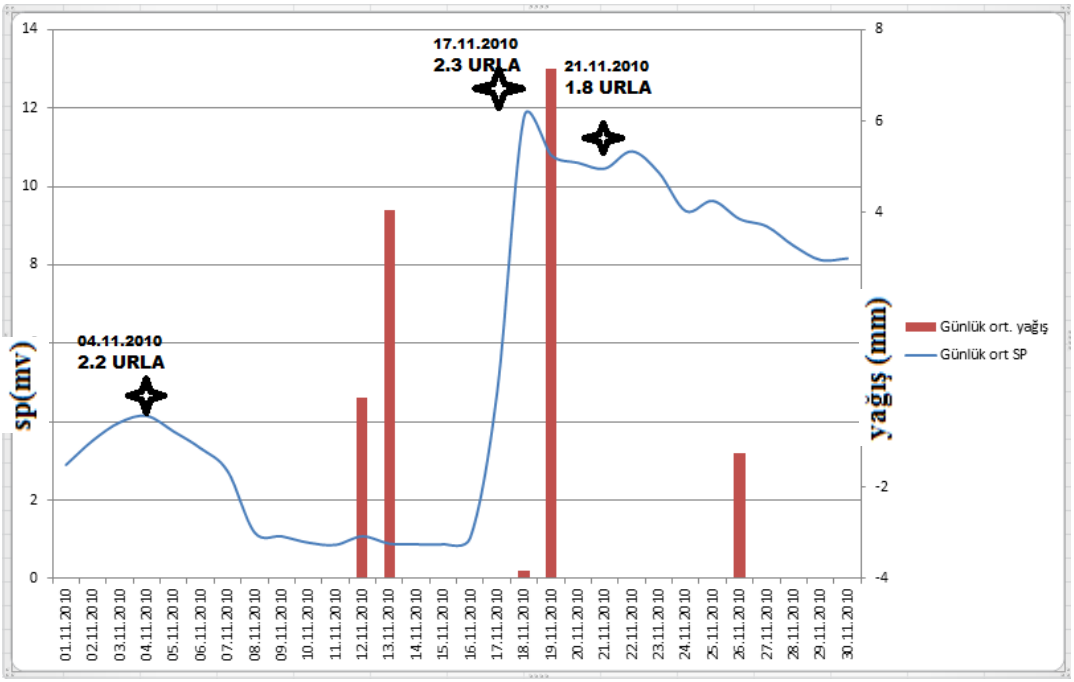


Şekil 5.22 V3 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – yağış ilişkisi

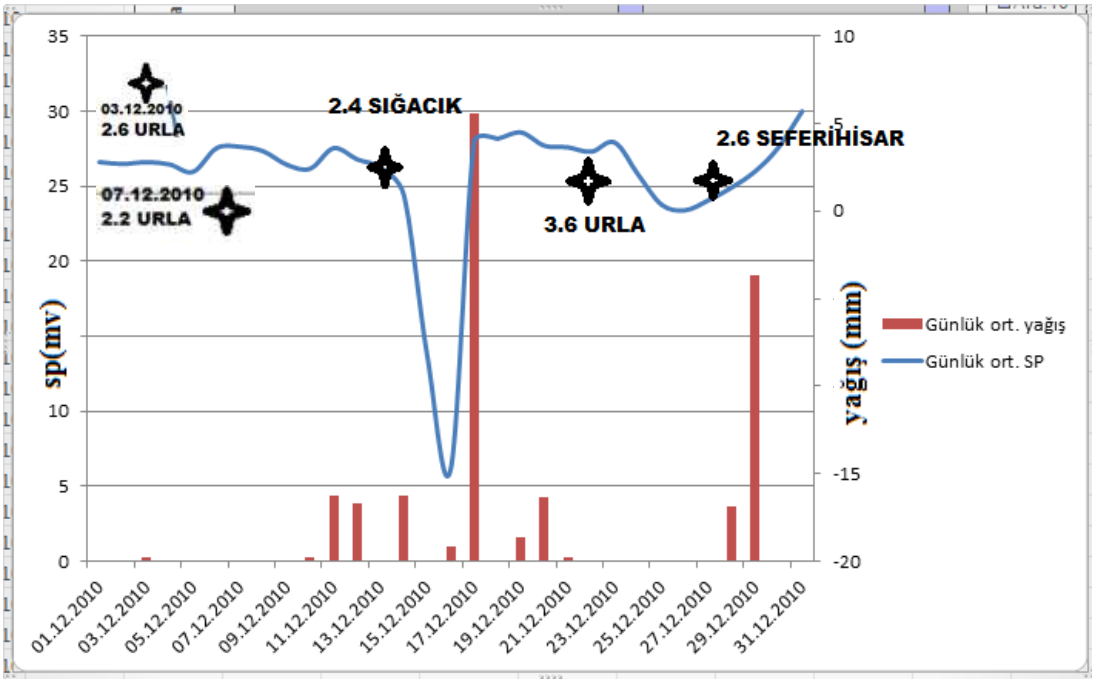


Şekil 5.23 V3 CH2 Kanalı Kasım 2010 – Mart 2011 dönemi içindeki tüm verilere ait SP – deprem ilişkisi

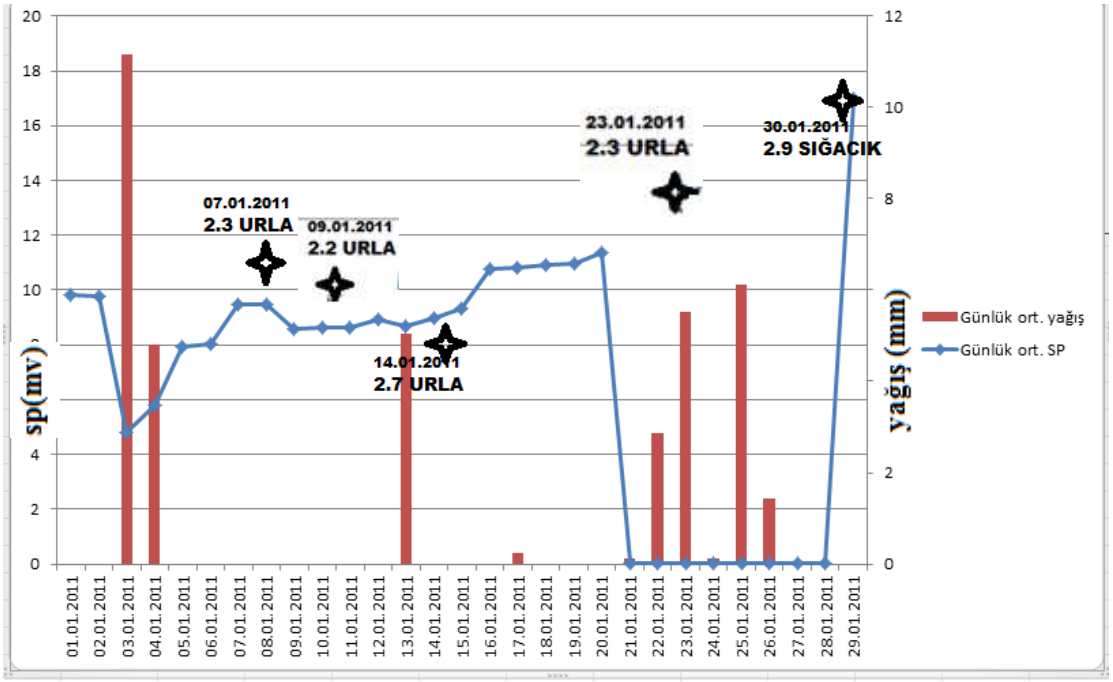
5.6.2 V1 CH1 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri



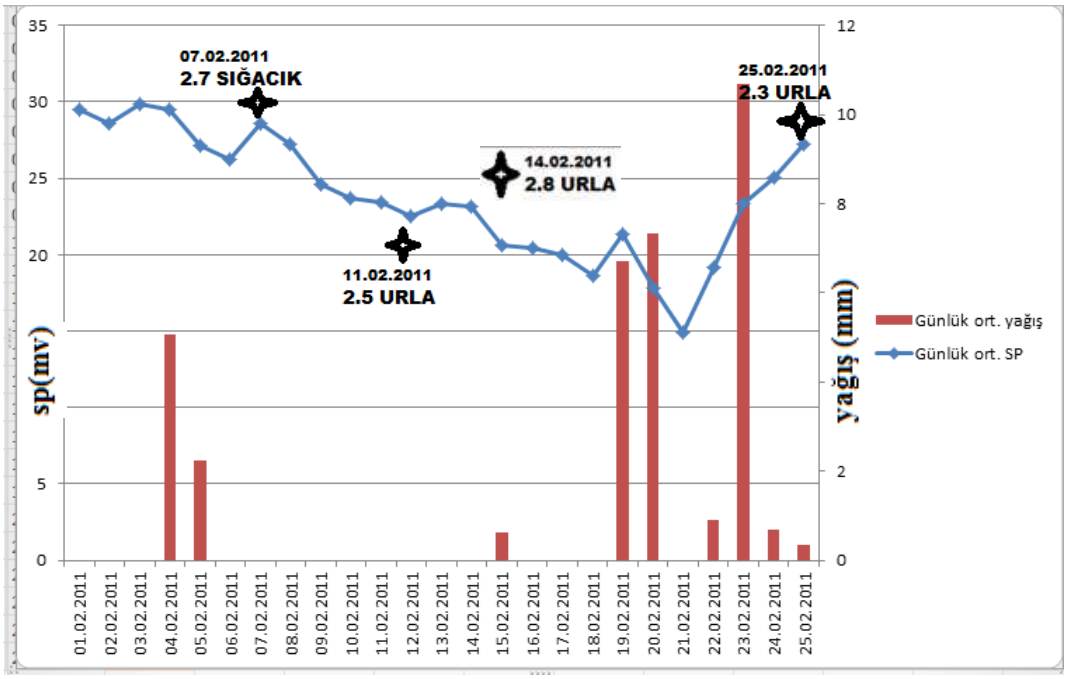
Şekil 5.24 V1 CH1 Kanalı Kasım 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



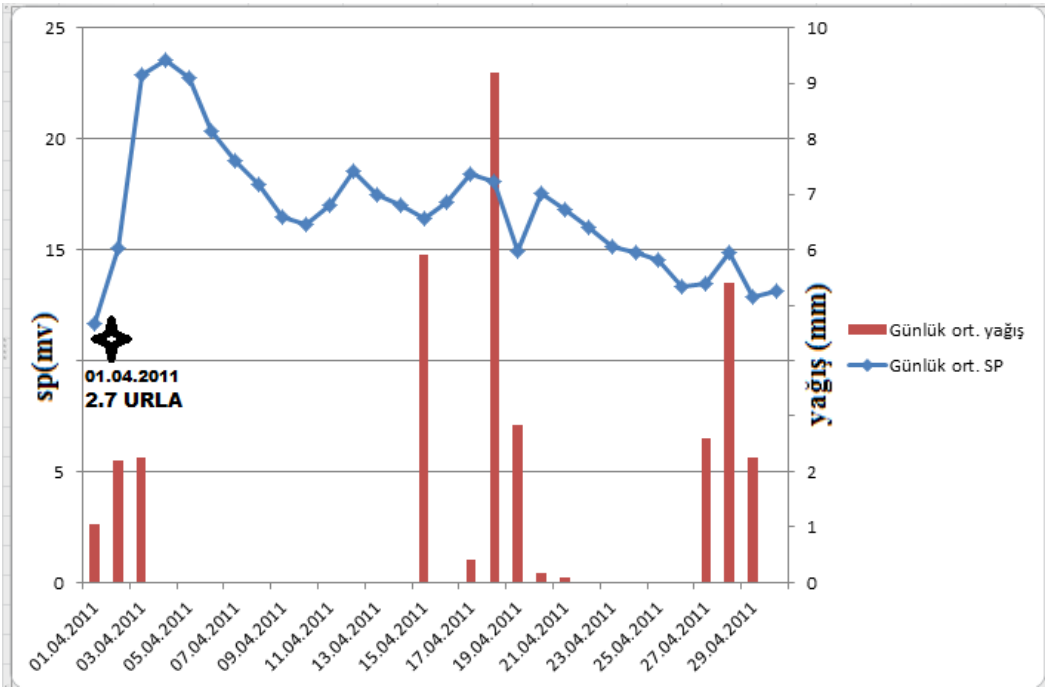
Şekil 5.25 V1 CH1 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



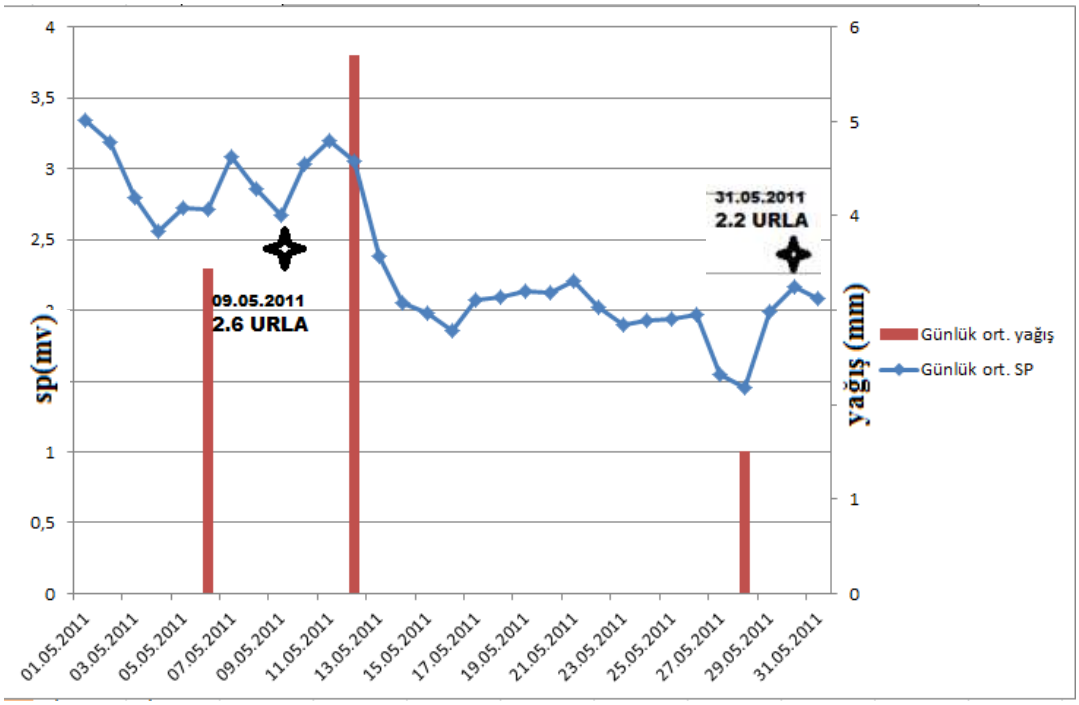
Şekil 5.26 V1 CH1 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



Şekil 5.27 V1 CH1 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

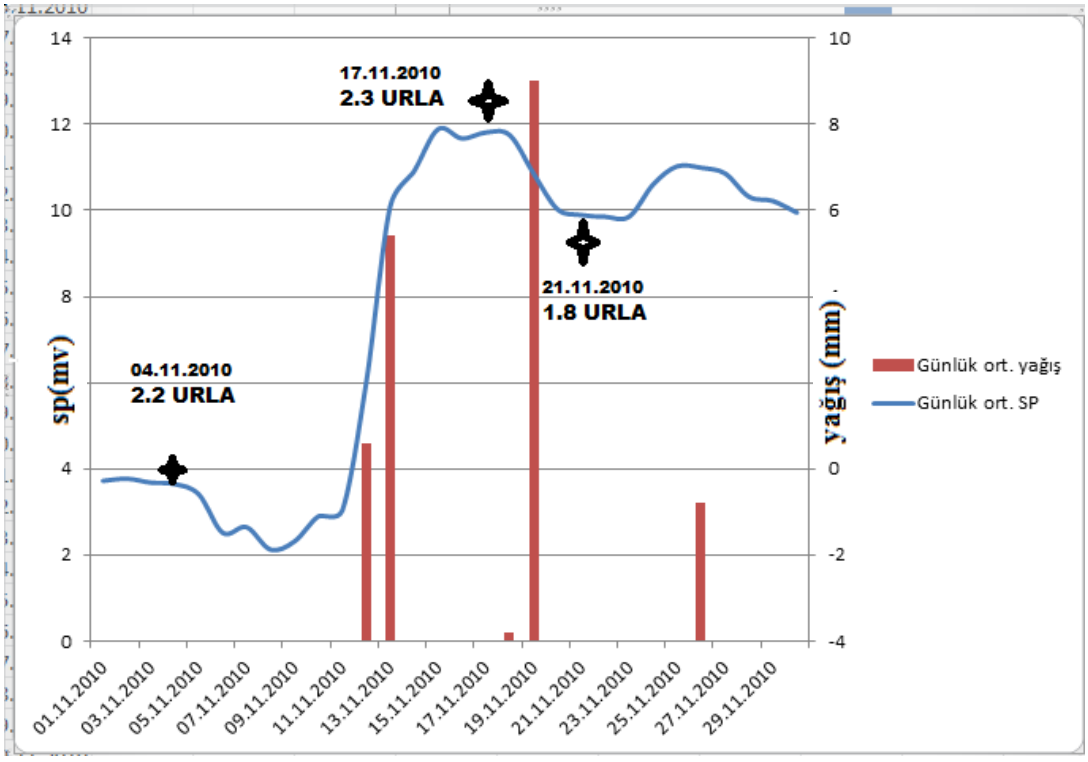


Şekil 5.28 V1 CH1 Kanalı Nisan 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

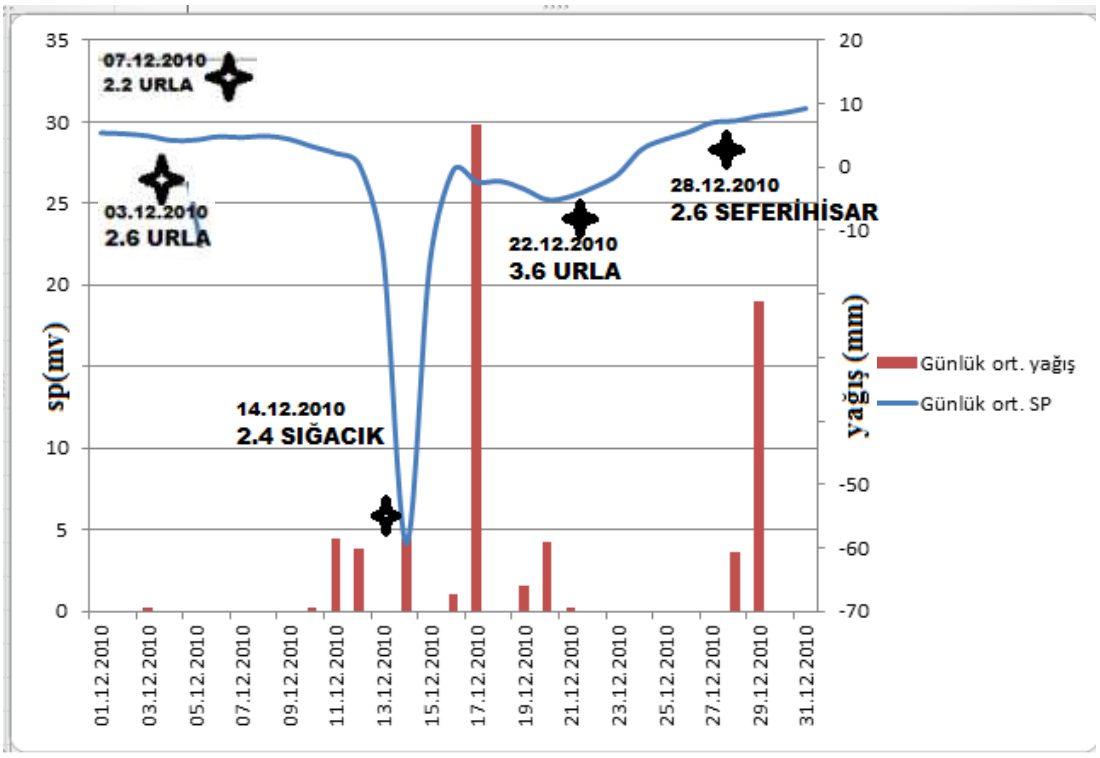


Şekil 5.29 V1 CH1 Kanalı Mayıs 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

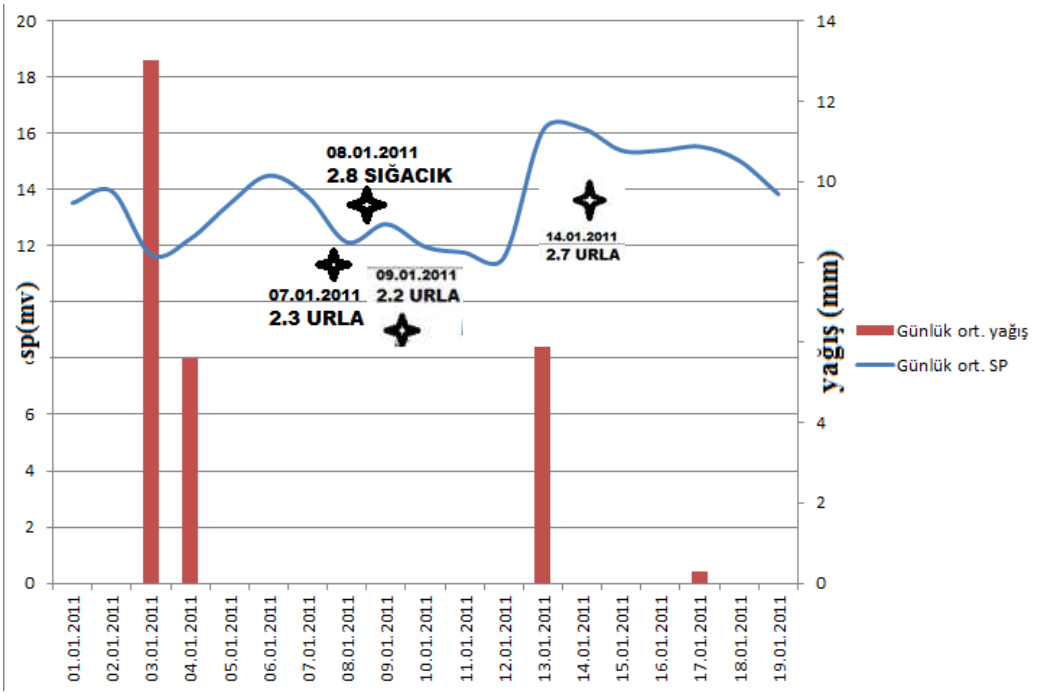
5.6.3 V1 CH2 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri



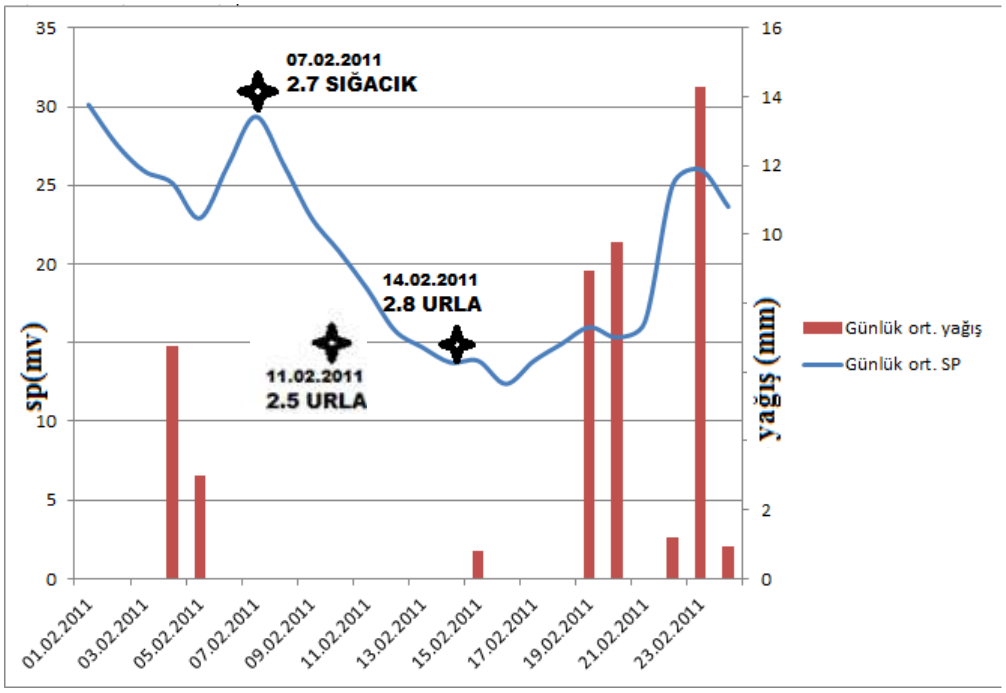
Şekil 5.30 V1 CH2 Kanalı Kasım 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



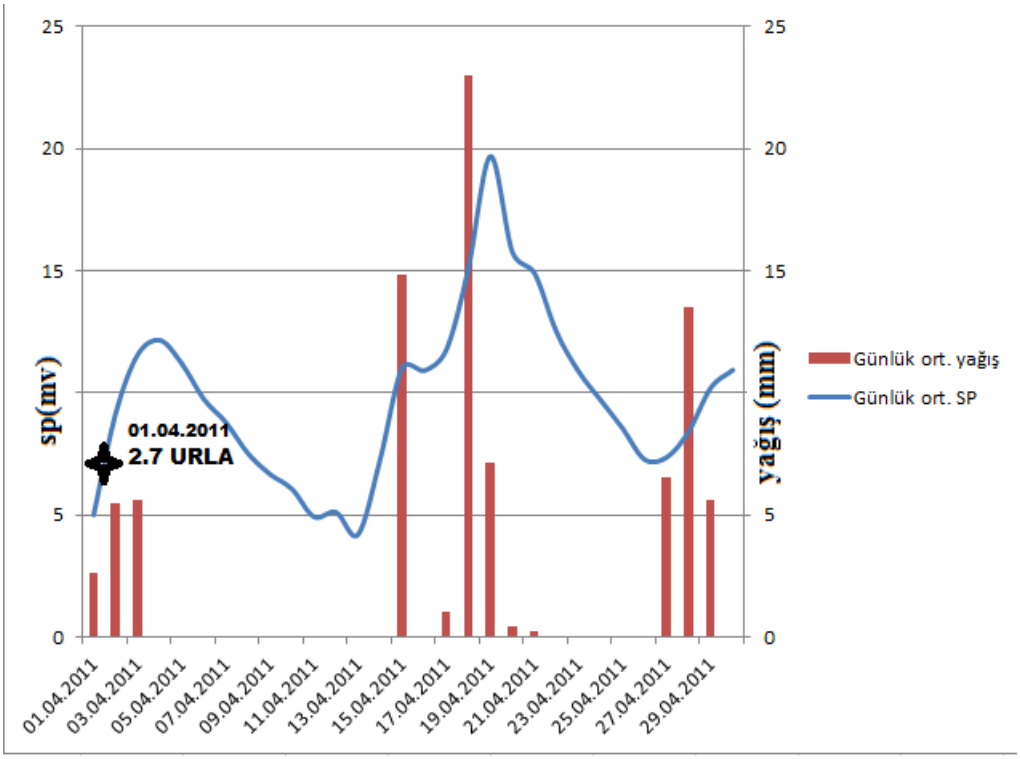
Şekil 5.31 V1 CH2 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



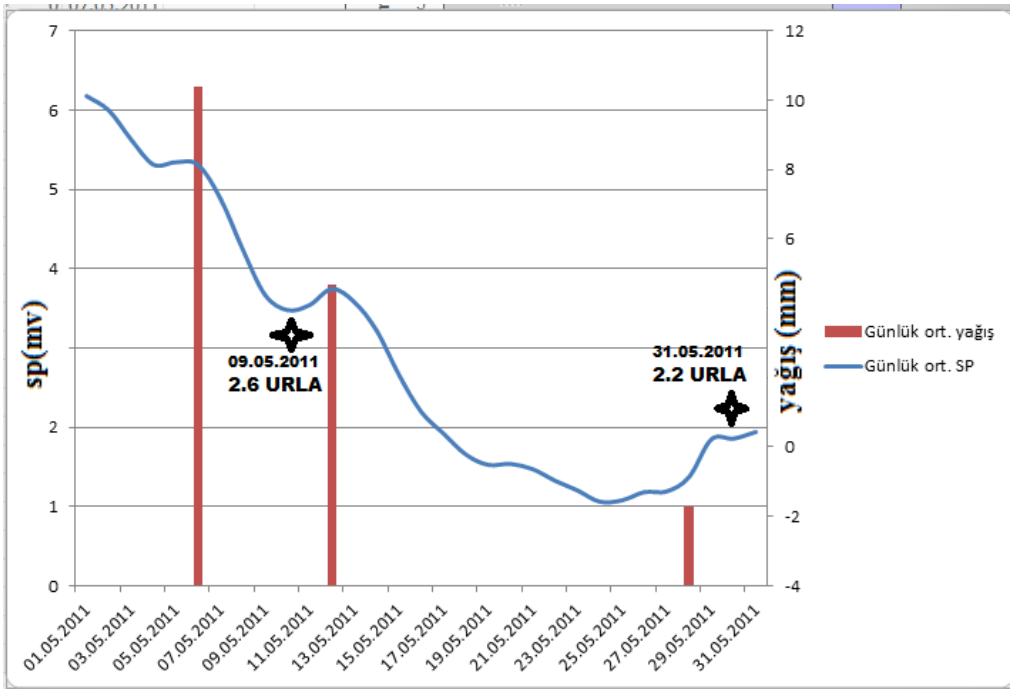
Şekil 5.32 V1 CH2 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



Şekil 5.33 V1 CH2 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

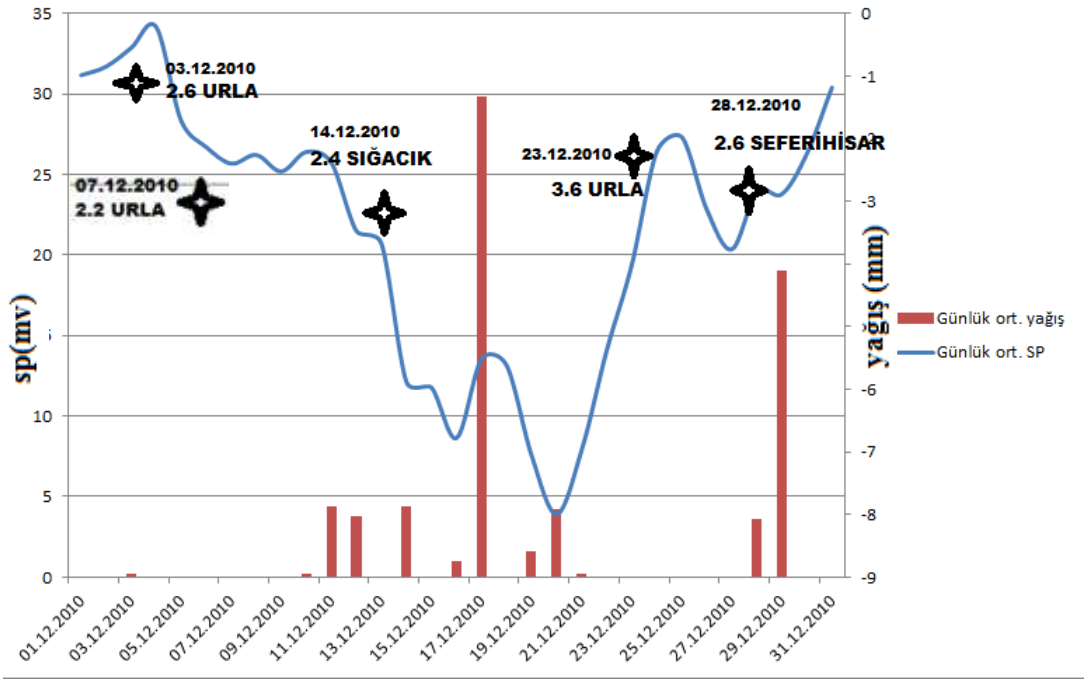


Şekil 5.34 V1 CH2 Kanalı Nisan 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

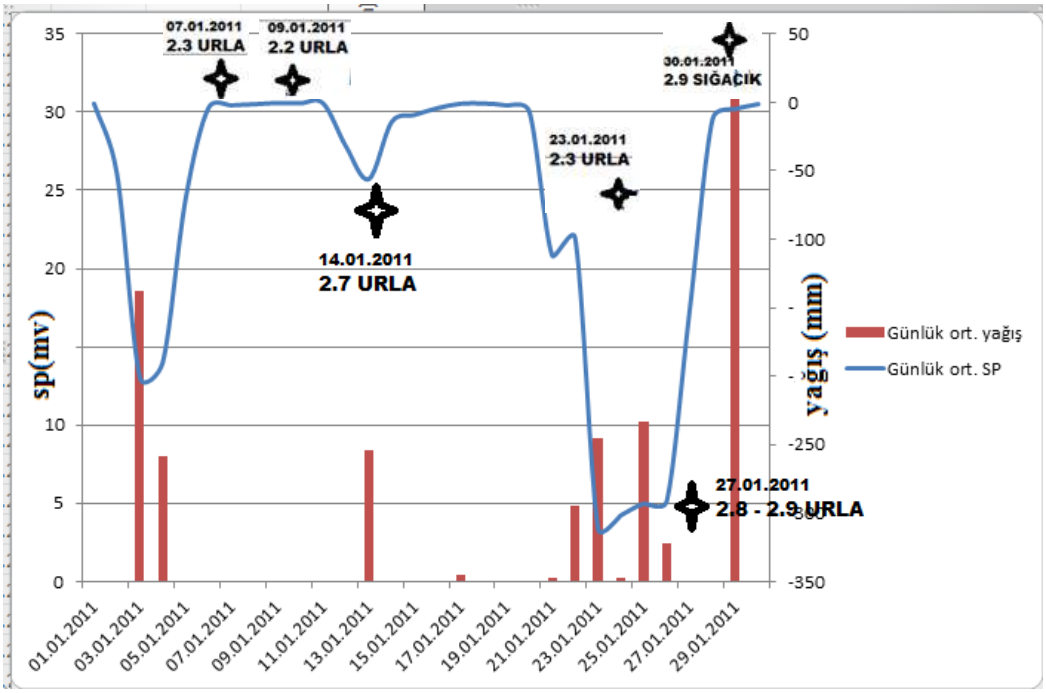


Şekil 5.35 V1 CH2 Kanalı Mayıs 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

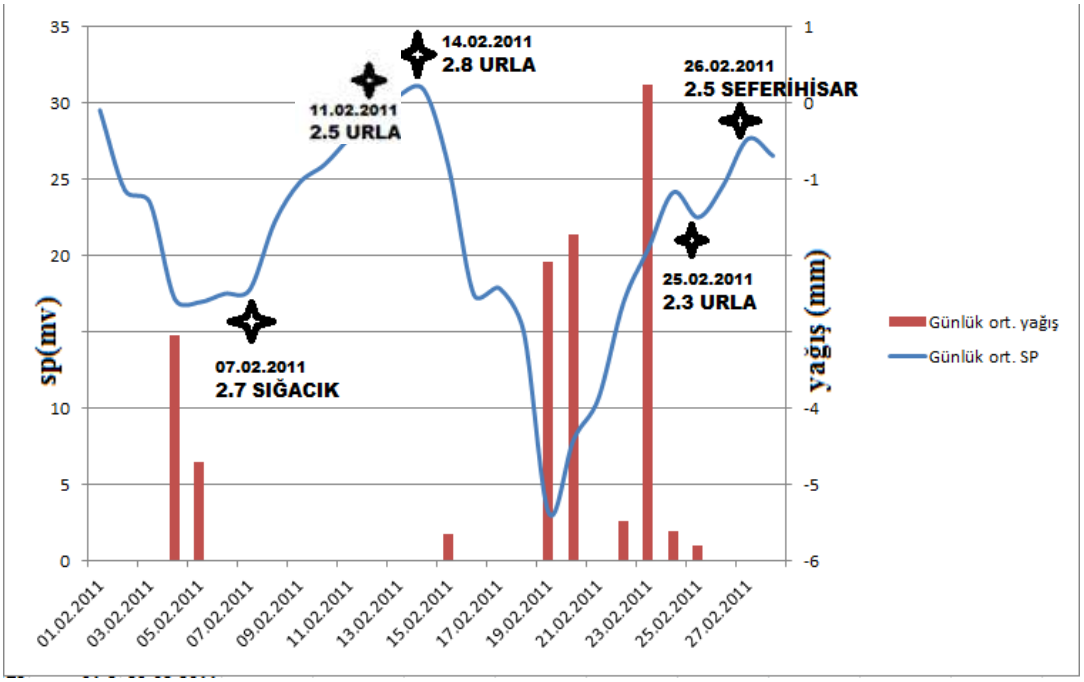
5.6.4 V3 CH1 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri



Şekil 5.36 V3 CH1 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

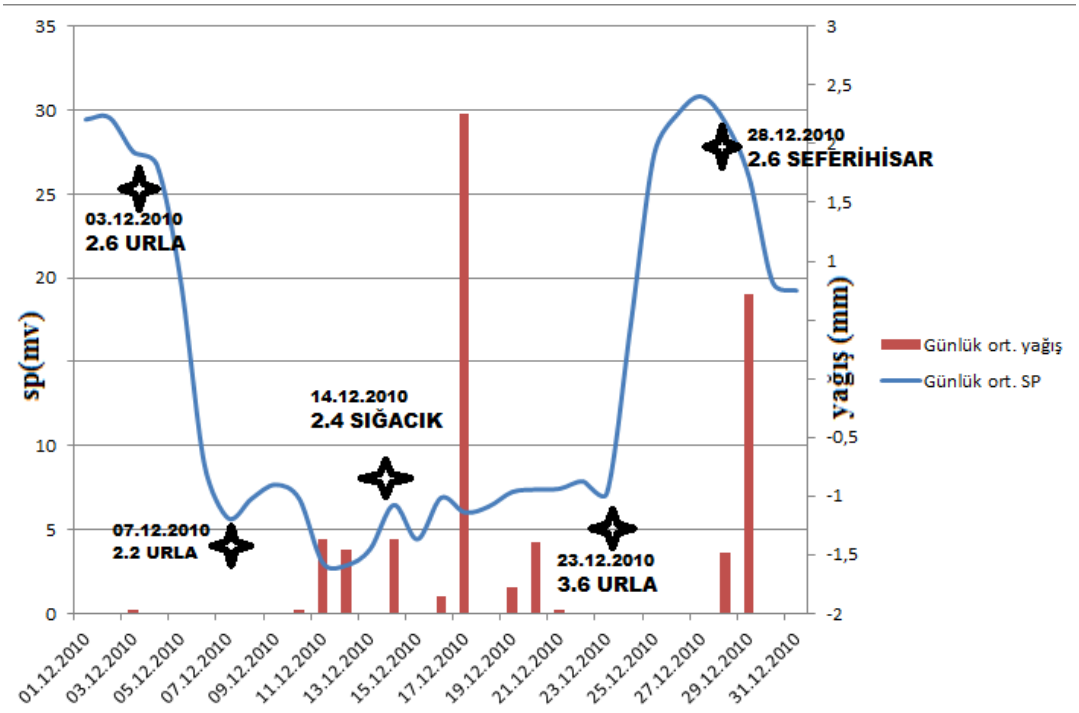


Şekil 5.37 V3 CH1 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

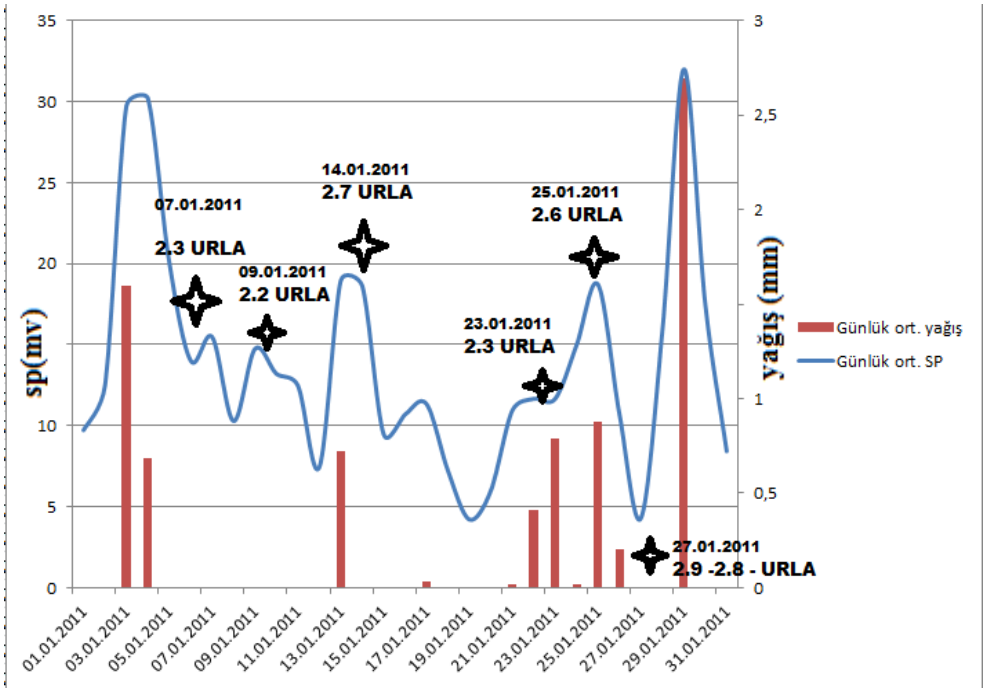


Şekil 5.38 V3 CH1 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

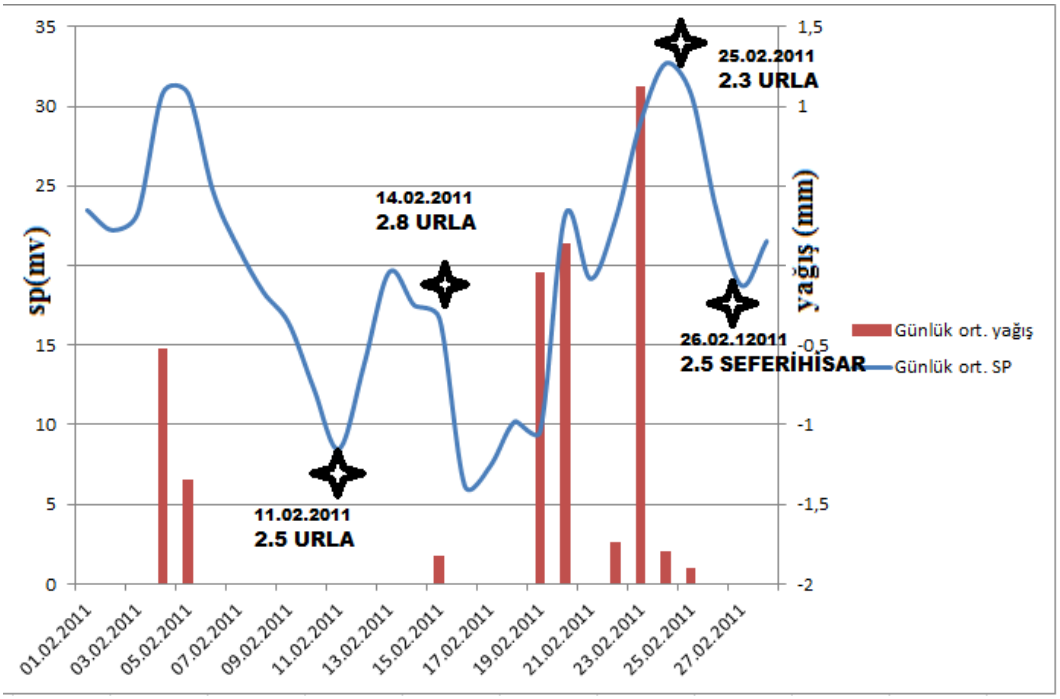
5.6.5 V3 CH2 Kanalına Ait Aylara Göre SP – Yağış ve Deprem İlişkileri



Şekil 5.39 V3 CH2 Kanalı Aralık 2010 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



Şekil 5.40 V3 CH2 Kanalı Ocak 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi



Şekil 5.41 V3 CH2 Kanalı Şubat 2011 ayı içindeki tüm verilere ait SP-yağış-deprem ilişkisi

5.7 Minitab Uygulamaları

Bu Yüksek lisans tezi çalışmasında günlük ortalamaları alınmış SP verilerinin günlük yağış ve günlük ortalama toprak sıcaklıkları ile olan çapraz ilişkileri de MINITAB yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Yapılan denemelerde yağışın doğal potansiyelle doğrudan olan ilişkisinden daha çok günlük SP gradyenti ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Günlük ortalamaları alınmış SP verilerinin değişim miktarları ile günlük yağış arasında çapraz ilişki fonksiyonu hesaplanırken, yağış ile aynı gün oluşan SP değişimi arasındaki ilişki düşey eksendeki sıfır değerinin karşısına denk gelmektedir. Çapraz ilişkisi hesaplanacak n adet veri çifti için $-(\sqrt{\mathbf{n}} + 10)$ 'den $+(\sqrt{\mathbf{n}} + 10)$'a kadar gün kaydırmalı ilişki hesaplanabilir. Aşağıdaki çapraz ilişkilerin gösterimlerinde ilk sütunlar bu kayma miktarlarını göstermektedir. Bunun yanındaki sütun ise çapraz ilişki değerleridir. Üst yatay eksen ise (-1,+1) aralığındaki çapraz ilişki eksenidir.

Günlük ortalama SP ile günlük yağış ve toprak sıcaklıkları arasındaki çapraz ilişki fonkiyonları Ekler Bölüm III – a ve b'de verilmiştir.

BÖLÜM ALTI

SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir ili Urla ilçesi Demircili Köyünde, Kasım 2010 Temmuz 2011 tarihleri arasında zamana bağlı doğal gerilim verileri, bölgedeki yağış rejimi, toprak sıcaklıkları ve meydana gelen depremler birlikte değerlendirilmiştir.

Toplanan tüm veriler göz önüne alındığında, 1-2 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V1 CH1 kanalı ve 3-4 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V3 CH2 kanalı Kuzey-Güney yönündeki farkları kaydetmektedir ve genlik bandı dardır (maksimum 30 mV). 1- 4 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V1 CH2 kanalı ve 3-2 istasyonları arasındaki potansiyel farkını kaydeden V3 CH1 kanalı ise Batı - Doğu yönündeki farkları kaydetmektedir ve genlik bandı oldukça geniştir (0- 550 mV) (Sındırgı, 2013).

1 ve 3 nolu istasyonlarda kaydedilen toprak sıcaklıkları incelendiğinde; sıcaklığın 5 - 19 ˚C arasında değiştiği, sıcak mevsimlerde (bahar ve yaz aylarında), 1 nolu istasyonda toprak sıcaklığının arttığı görülmüştür (3 nolu istasyonda yaz aylarında kayıt alınamamıştır).

Yağış ve doğal gerilim verileri hem istatistiksel hemde deprem verileri ile birleştirilerek yorumlanmıştır. Tablo 1 incelendiğinde SP ve yağış miktarı arasında Ocak ayında kuvvetli, Şubat ve Nisan aylarında ise zayıf ters ilişki (Rxy) saptanmıştır, buradan da anlaşılıyor ki yağışlardaki artış SP değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Diğer aylarda ise zayıf doğrusal ilişki söz konusudur. Ocak ve Şubat ayları yağış-SP ve deprem grafikleri incelendiğinde, depremlerin yağışa bağlı olmayan SP dalgalanmaları yarattığı görülmektedir. Yağışların SP gerilimlerinde genelde arttırıcı etki yarattığı depremlerin ise azalan ya da artan yönde küçük pikler yarattığı görülmüştür. Yağış ve toprak sıcaklıklarının SP değişimine etkisini daha iyi analiz etmek için SP verilerinin günlük ortalamaları alınarak günlük yağış ve günlük toprak sıcaklığı ortalamaları ile arasındaki çapraz ilişki incelenmiştir. Yağış değerleri mevsimsel ve günlük olarak değişim sunduğundan yeraltı iyon derişimine olan etkisini anlayabilmek için SP değerlerinin günlük değişimleri arasındaki farklara olan etkisi incelenmiştir. SP değerlerinin günlük değişimleri arasındaki farklarla yağışlar

arasındaki çapraz ilişki fonksiyonları da incelenmiştir. Uzun dönem kayıt alınan V1CH1 kanalı için hesaplanan çapraz ilişki gün farkı olmaksızın 0,314, benzer şekilde V3CH2 kanalı için de 0,307 dir. V1CH2 kanalına ait çapraz ilişki yağıştan 2-3 gün sonra 0,242, V3CH1 kanalı için ise yağıştan 5 gün sonra -0,216 olarak hesaplanmıştır. Yağışlarla günlük SP değişimleri arasında hesaplanan çapraz ilişki fonksiyonları iki büyüklüğün mevsimsel olarak ilişkili olduğunu göstermektedir.

Toprak sıcaklıkları ile SP değerleri arasındaki çapraz ilişki fonksiyonları incelendiğinde mevsimsel etki en çok uzun dönemde kaydedilen V1CH1 kanalı verilerinde gözlenmektedir. Diğer kanallarda mevsim değişimi olmadığından çapraz ilişki fonksiyonu yoruma yeterli bilgi vermemektedir. Çapraz ilişki uygulamalarının sonucunda SP değerlerinin yağış ve toprak sıcaklıklarıyla mevsimsel olarak ilişkili olduğu görülmüştür, ancak bu ilişkinin yıllar bazında incelenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Eğilimden Arındırılmış Dalgalanma (EAD) analizleri ise hem doğal gerilim hem de toprak sıcaklıklarına ayrı ayrı uygulanmıştır. Doğal gerilim verilerine uygulanması da iki şekilde gerçekleşmiştir. Önce her kayıtçı kanalına ait veriler (329 veride bir) parçalara ayrılarak yöntem uygulanmıştır (Tablo 5.2 ve 5.3). Ayrıca günlük ortalamalar alınarak 30 günlük (aylık) parçalarda EAD analizi de yapılmıştır (Tablo 5.4 ve 5.5). Toprak sıcaklıklarına uygulanmış EAD sonuçları ise Tablo 5.6'da verilmektedir (Sındırgı, 2013).

Tablo 5.3 incelendiğinde; $\alpha 1$ ölçekleme katsayısının her iki kayıtçı için de 0,27 ile 0,79 arasında değiştiğini, $\alpha 2$'nin ise 1,4 ile 2,12 arasında değerler aldığı görülmektedir. $\alpha 1$ ölçekleme katsayısı log(n) = 2,5'a kadar geçerlidir. Bu da ilk 2-3 günlük süreye denk gelmektedir. Bu nedenle $\alpha 2$ ölçekleme katsayıları daha büyük önem taşımaktadır. Diğer kanallardan farklı olarak V3 CH2 kayıtçısının Kasım 2010 – Şubat 2011 tarihleri arasında 0,7892 olan $\alpha 1$ ölçekleme katsayısı, bu dönemdeki SP verilerinin zamanla kalıcı uzun dönemli bir ilişkili bir sinyal şeklinde davrandığını göstermektedir. Bu da ortalamaya göre büyük değerlerin yine büyük değerleri izlediği şeklinde açıklanabilir. Diğer zamanlarda diğer kanalların Gauss gürültüsü şeklinde, kalıcı olmayan uzun aralıklı ilişkiye sahip bir sinyal şeklinde davrandığı söylenebilir. Ortalamaya göre büyük değerleri küçük değerler izler. $\alpha 2$

ölçekleme katsayısı ise 1'den büyüktür, Brownian hareketini tanımlar. Yani elektrik yükleri rastgele hareket etmektedir.

Aylara göre SP değerlerinin EAD analizi yapılarak hesaplanan $\alpha 1$, $\alpha 2$ α ölçekleme katsayıları V1 kayıtçısı için Tablo 5.4'te V3 kayıtçısı için Tablo 5.5'te verilmiştir.

Süreler aylar bazında olduğundan tüm ayı ifade edebilecek tek bir ölçekleme katsayısı da (α) hesaplanmıştır. Hemen hemen tüm kayıtçılarda Kasım - Aralık ve Ocak ayları ölçekleme katsayılarının diğer aylardakilere göre büyük olduğu göze çarpmaktadır. Bu aylar için SP verilerinin zamanla ilişkili bir sinyal şeklinde, diğer zamanlarda diğer kanalların ise kalıcı olmayan uzun aralıklı ilişkiye sahip bir sinyal şeklinde davrandığı söylenebilir.

Tablo 5.6'da aylara göre toprak sıcaklıklarının EAD analizi yapılarak hesaplanan $\alpha 1$, $\alpha 2$ ve α ölçekleme katsayıları her iki kayıtçı için verilmiştir. $\alpha 1$, $\alpha 2$ ölçekleme katsayılarının 0,46-2,01 aralığında değişmekte olduğu ve genellikle 0,5 ile 1 arasında değerler aldığı görülmektedir. Nisan ayından sonra mevsim değişimiyle birlikte, katsayıların ($\alpha 1$, $\alpha 2$) küçüldüğü gözlenmektedir. Tek başına α değerlerinin yanıltıcı olacağından bunun yerine $\alpha 1$, $\alpha 2$ ölçekleme katsayıları dikkate alınmalıdır.

Günlük ortalamaları alınmış SP değerleri, günlük yağış miktarları ve bölgede meydana gelmiş depremler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için grafikler hazırlanmıştır. Bu arada önce Ege Denizi ve İç Ege depremleri de katılmış, ancak çok uzak depremler olduğu ve sistemdeki yük dengelerini değiştirecek kadar etkileri olmadığı için yalnızca Sığacık, Sığacık Körfezi, Urla ve Seferihisar çevrelerinin depremleri alınmıştır. Mart ayında bölgede hiç deprem olmamıştır, bu nedenle yalnızca SP – yağış grafiği verilmektedir.

Grafikler incelendiğinde; günlük ortalama SP eğrilerinin artan ya da azalan yönde yaptığı değişimler (pikler); ya yağış varken, ya yağış yokken deprem olduğunda, ya da her ikisi de varken oluşmaktadır. Özellikle Aralık 2010, Ocak ve Şubat 2011 aylarında V3CH1 ve V3CH2 kayıtçılarında SP verilerinde çok sayıda yağış dışı deprem etkileri görülmektedir. Örneğin 23 Aralık 2010'da 3,6 büyüklüğündeki Urla depreminden sonra SP anomalisindeki hızlı yükseliş dikkat çekmektedir. Bu

yükseliş, diğerlerinden oldukça büyük olan bu depremin iyon dengesini bozarak yükselme eğilimini ortaya çıkarması şeklinde yorumlanabilir. Tüm uygulanan yöntemler ışığında, çalışma alanı aktif bir fay zonu seçildiğinde, sürekli doğal potansiyel verilerinin analizi ile yağışlar, toprak sıcaklıkları, depremler gibi pek çok fay ve fay sistemlerini etkileyebilecek parametreler birbiriyle ilişkilendirilebilinir.

KAYNAKLAR

Anderson, L. A. (1984). Self-potential investigations in the Puhimau thermal area, Ilauea Volcano, Hawaii, *54th Annual International Meeting, Society of Exploration Geophysicists, Expanded Abstracts. Society of Exploration Geophysicists*, Tulsa.

Balasco, M., Chianese, D., Lapenna, V. ve Di Bello, G. (2002). A new prototype of a remote station for the monitoring of geoelectrical parameters in seismic active areas. *Subsurface Sensing Technologies and Applications, 3*(1), 35-57.

Balasco, M., Lapenna, V. ve Telesca, L. (2002). $1/f^a$ Fluctuations in geoelectrical signals observed in a seismic area of Southern Italy, *Tectonophysics, 347,* 253-268.

Colangelo, G., Balasco, M., Lapenna, V. ve Telesca, L. (2004). Design and installation of a monitoring network to investigate the correlation between geoelectrical fluctuation and seismicity of Basilicata region (southern Italy), *Physics and Chemistry of the Earth, 29,* 313-320.

Colangelo, G., Lapenna, V. ve Telesca, L. (2005). Vertical dipoles to detect self potential signals in a seismic area of southern Italy: Tito station, *Natural Hazards and Earth System Sciences, 5,* 667-671.

Cuomo, V., Lapenna, V., Macchiato, M., Serio, C. ve Telesca, L. (1998). Linear and nonlinear dynamics in electrical precursory time series: implications for earthquake prediction, *Tectonophysics, 287,* 279- 298.

Corwin, R.F. (1984). The self-potential method and its engineering applications; an overwiew, 54th *Annual International Meeting, Society of Exploration Geophysicists, Expanded Abstracts. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.*

Corwin, R.F. ve Hoower, D.B. (1979).The self-potential method in geothermal exploration, *Geophysics, 44*, 226-245.

Çağlar, İ. (1991). *Jeofizikte doğal potansiyel yöntemi*, İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

Dobrovolsky, I.P. (1992): Analysis of the preparation of a strong tectonic earthquake, *Physics of Solid Earth, 28 (6)*, 481-493.

Drahor, M. (2013). Urla ve çevresinin aktif faylarının kara ve deniz jeofiziği çalışmalarıyla incelenmesi. 17 – 20 Ekim 2005 depremlerinin izlerinin jeofizik sonuçlar doğrultusunda açılacak hendeklerle araştırılması, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Proje no: 2010.KB. FEN.022*

Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F. (2005). İzmir çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri. *Maden Tetkik Arama Rapor No:107,* 80.

Erdoğan, B. (1990). İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, *2* (1), 1-20.

Fitterman, D.V. ve Corwin, R.F. (1982). Inversion of self-potential data from the Cerro-Prieto geothermal field Mexico, *Geophysics, 47*, 938-945.

Friedel, S., Byrdina, S., Jacobs, F. ve Zimmer, M. (2004). Self-potential and ground temperature at Merapi volcano prior to its crisis in the rainy season of 2000-2001,*Journal of Volcanology and Geothermal Research, 134,* 149-168.

Higuichi, T. (1988). Approach to an irregular time series on the basis of the fractal theory. *Physica D 31:* 277-283

İnci, U. ve Sözbilir, H. (2004). Urla (İzmir) çevresinin Miyosen – Kuvaterner sedimentolojisi ve tektoniği, *Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Fon SaymanlığıProjesi. Proje no: 0908.01.06.02*.

Kaya, O. (1979). Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 22*, 35-58.

Markiewicz, R.D., Davenport, G.C. ve Randall, J.A. (1984). The use of self-potential surveys in geotechnical investigations, 54th *Annual International Meeting, Society of Exploration Geophysicists, Expanded Abstracts. Society of Exploration Geophysicists,* Tulsa.

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşcu, İ. (2004). Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. *Tectonophysics, 391*, 67-83.

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ. (2005). Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology, 219*, 155-171.

Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S. (1996). Paleoand Neo- Tethyan events in Northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints: In: Yin, A. ve Harrison, M. (eds) *Tectonics of Asia. Cambridge University Press*, 420-441.

Peng, C.K., Havlin, S., Stanley, H.E. ve Goldberger, A.L. (1995). Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series, *Chaos, 5*, 82-87.

Schiavone, D. ve Quarto, R. (1992). Cavities detection using the self potential method, *54th Meeting, European Association of Societyof Exploration*

Geophysicists, Abstracts. European Association of Society of Exploration Geophysicists, 362-363.

Sındırgı, P. (2013). Sürekli jeofizik gözlemlerle mevsimsel ve sismolojik değişimlerin yeraltına etkilerinin incelenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Proje no: 2009.KB.FEN.16.*

Sözbilir, H., Uzel, B., Sümer, Ö., İnci, U., Ersoy, E.Y., Koçer, T., Demirtaş, R. ve Özkaymak, Ç. (2008). D-B uzanımlı İzmir Fayı ile KD uzanımlı Seferihisar Fayı'nın birlikte Çalıştığına dair veriler: İzmir Körfezi'ni oluşturan aktif faylarda kinematik ve paleosismolojik çalışmalar, Batı Anadolu, *Türkiye Jeoloji Bülteni, 52* (2), 91-114.

Sözbilir, H., İnci, U., Erkul, F. ve Sümer, Ö. (2003). An active intermitten transform zone accommodating N–S extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian fault system, international workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea fault systems: *recent progress in tectonics and paleoseismology, and field training course in paleoseismology,* 31 Augst to 12 September 2003, Poster session P: 2/2, Ankara.

Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Ersoy, Y., Erkül, F., İnci, U., Helvacı, C. ve Özkaynak, Ç.(2009). 17-20 Ekim 2005 Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu, *Türkiye Jeoloji Bülteni, 52* (2), 217-238.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey; A plate tectonic approach. *Tectonophysics, 75,* 181-241.

Telesca, L., Cuomo, V., Lapenna, V. ve Macchiato, M. (2001). A new approach to investigate the correlation between geoelectrical time fluctuations and earthquakes in aseismic area of Southern Italy, *Geophysical Research Letters, 28,* 4375–4378.

Telesca, L., Colangelo, G., Hattori, K. ve Lapenna, V. (2004). Principal component analysis of geoelectrical signals measured in the seismically active area of basilicata region (southern Italy), *Natural Hazards and Earth System Sciences, 4,* 663–667.

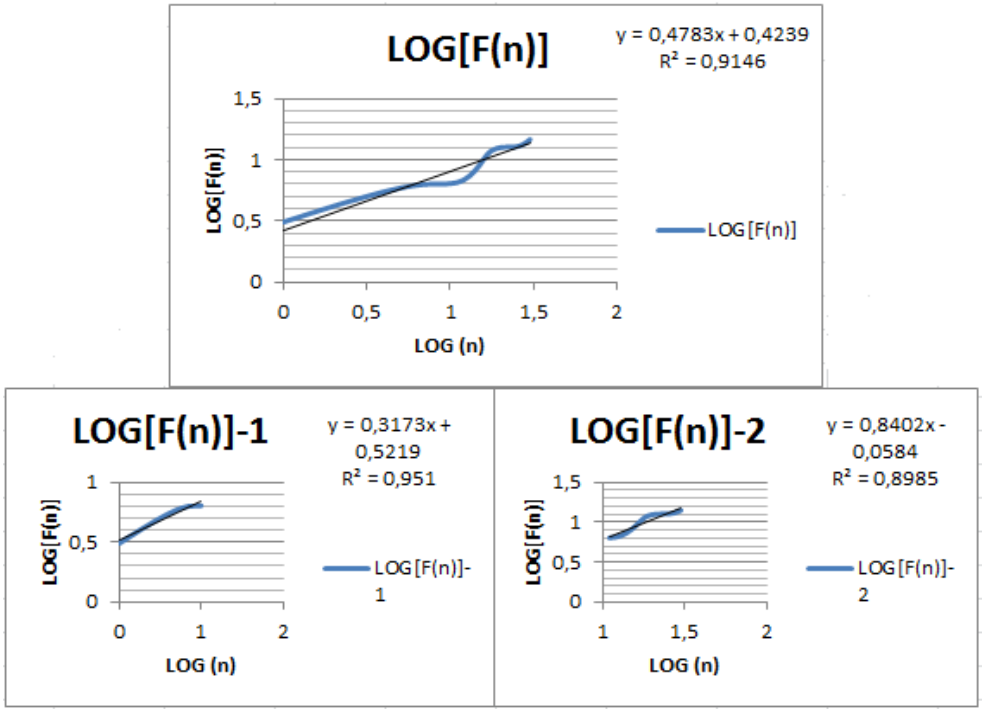
Telesca, L., Balasco, M., Colangelo, G., Lapenna, V. ve Macchiato, M. (2004). Investigating the multifractal properties of geoelectrical signals measured in southern Italy, *Physics and Chemistry of the Earth, 29,* 295–303.

Varotsos, P., Alexopolulos, K. ve Lazaridou, M. (1993). Latest aspects of eartquake prediction in Greece based on seismic electric signals. *Tectonophysics, 224*, 1-39.

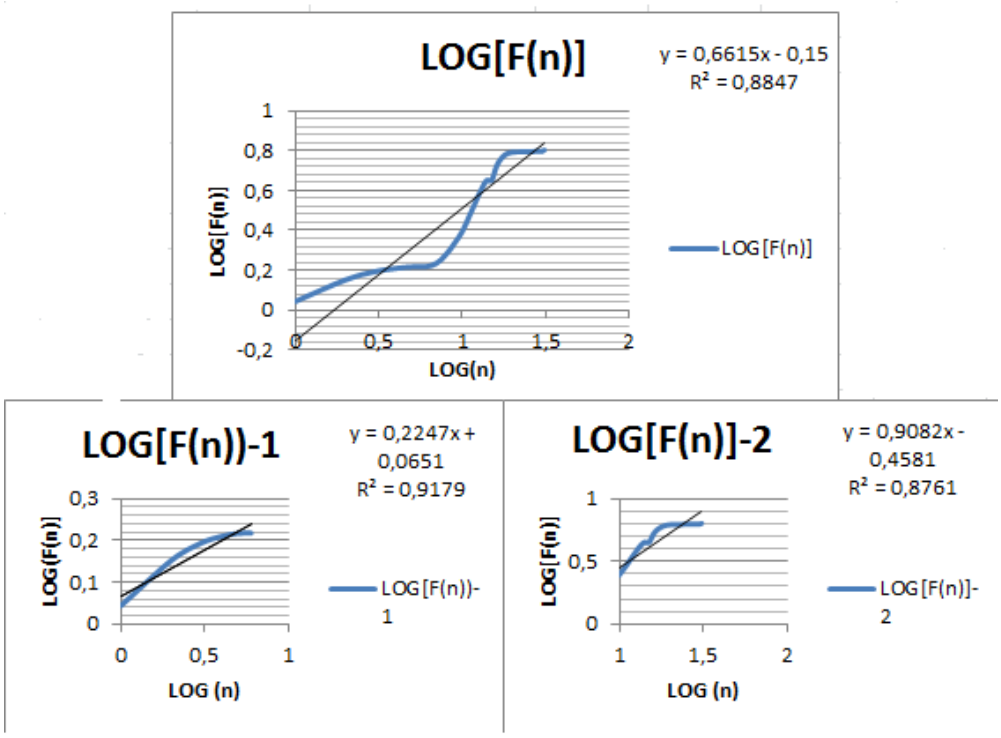
EKLER

EK – I

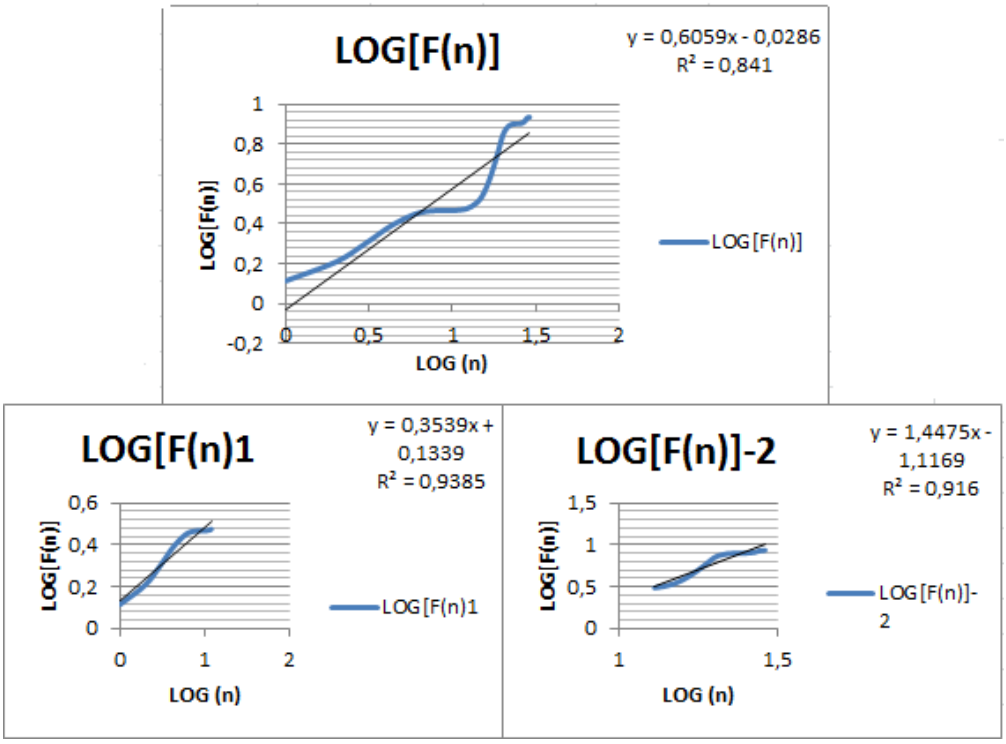
" 5.4.2 Aylık SP Verilerine EAD Uygulamaları'' Bölümünde oluşturulan EAD grafikleri



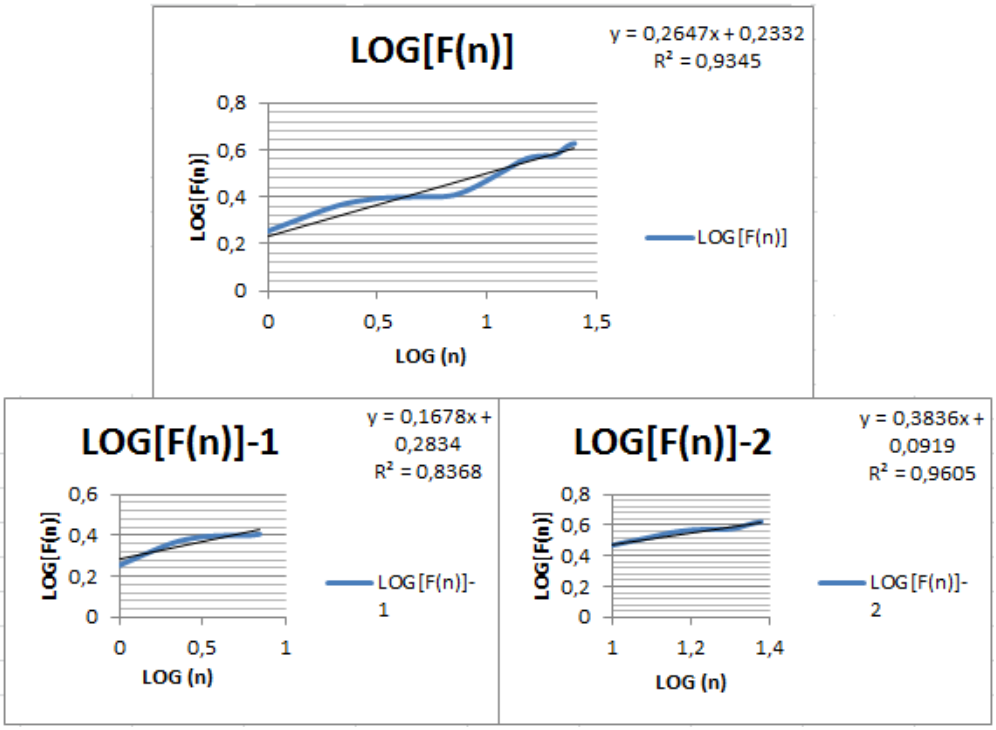
Şekil 1. V1 CH1 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



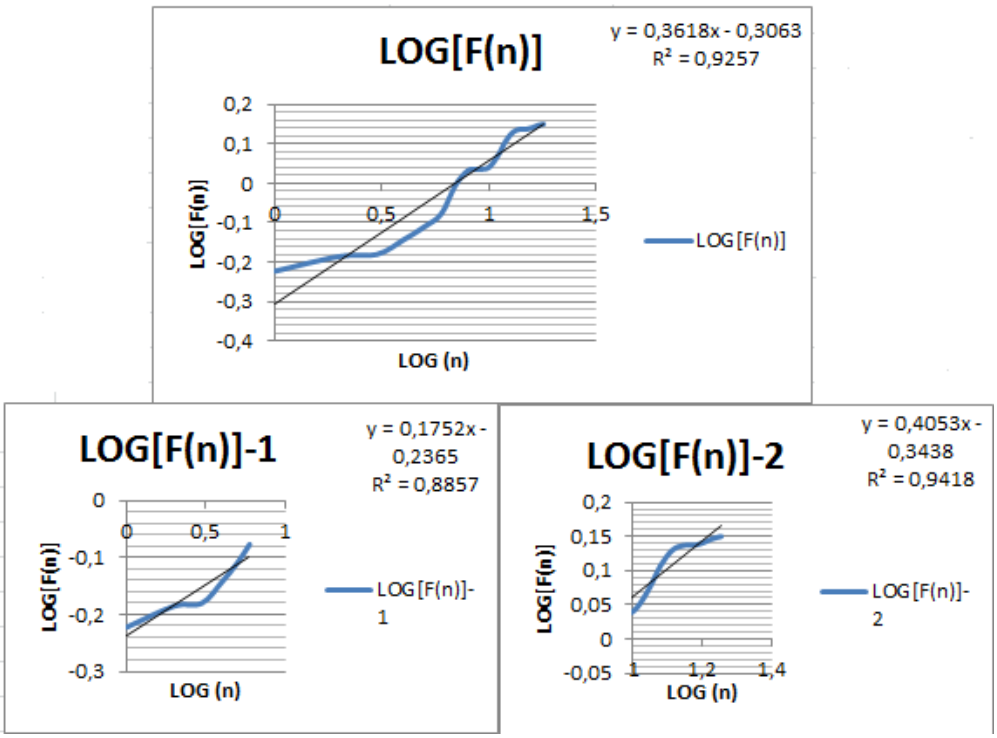
Şekil 2. V1 CH1 - Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



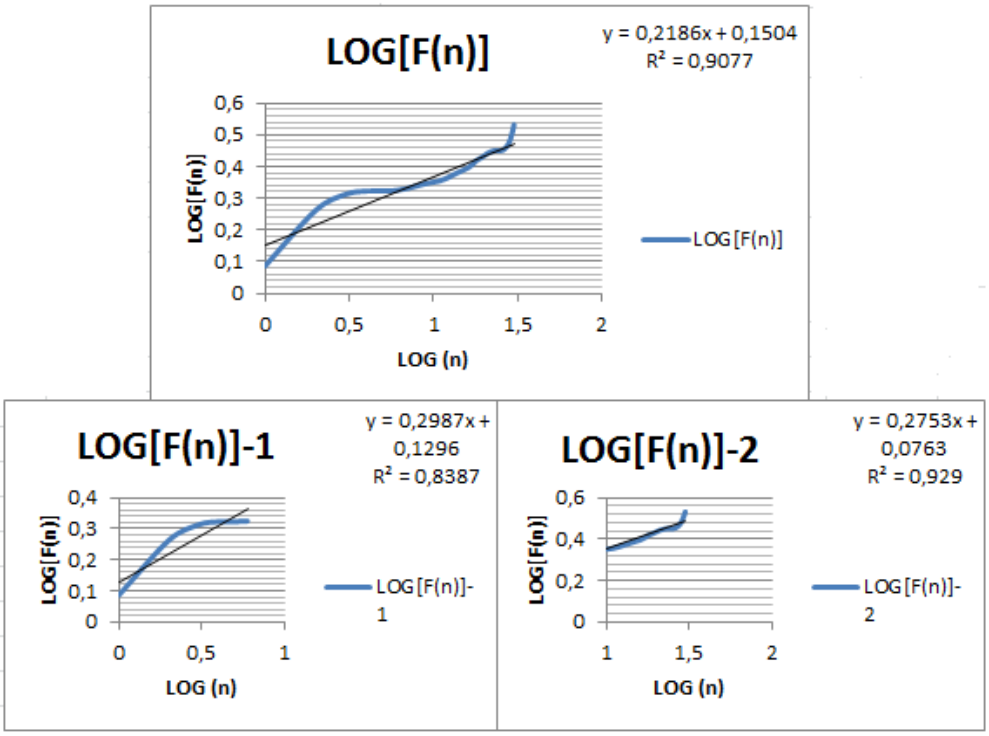
Şekil 3. V1 CH1 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



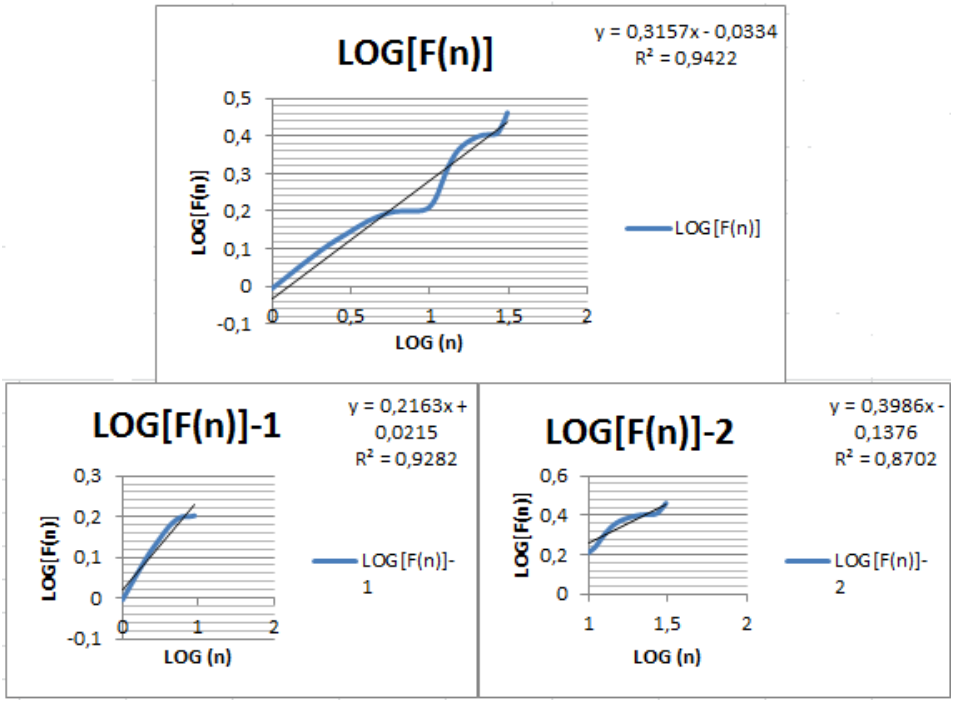
Şekil 4. V1 CH1 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



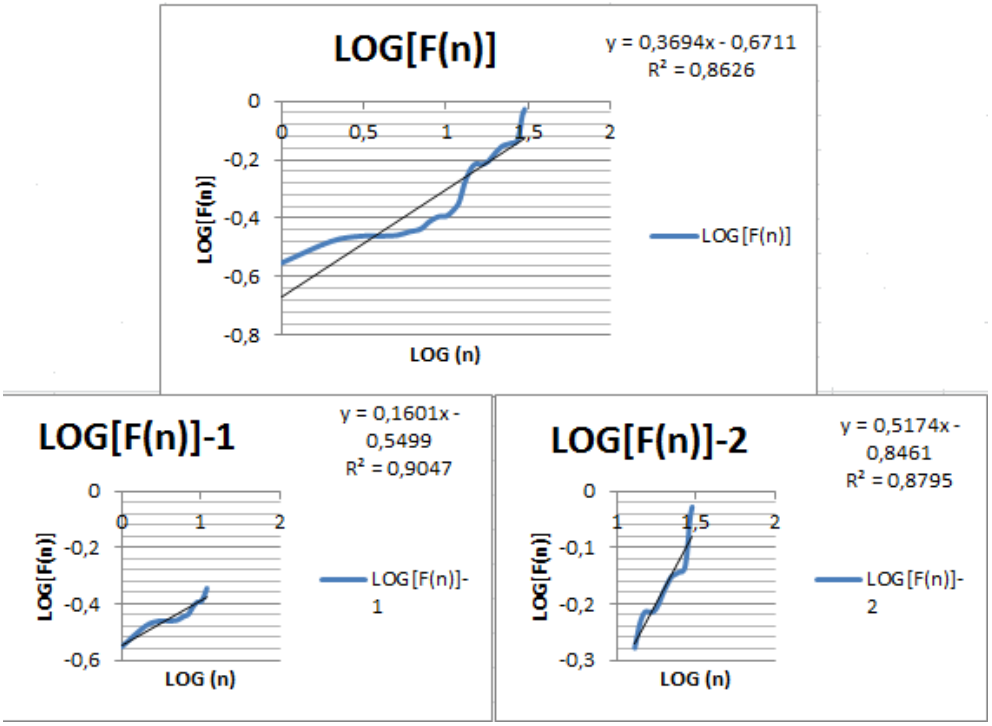
Şekil 5. V1 CH1 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



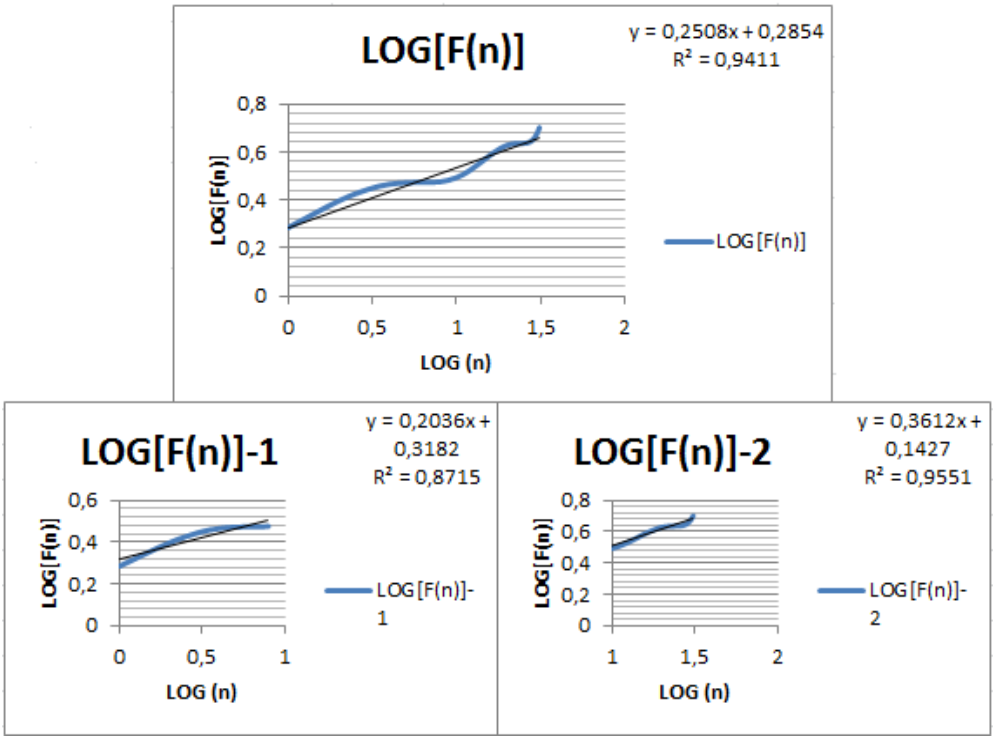
Şekil 6. V1 CH1 - Nisan 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



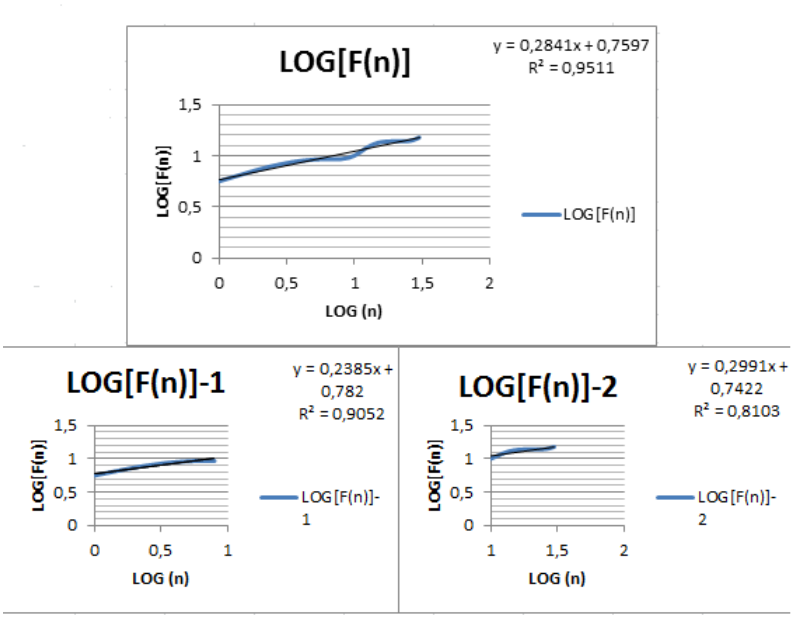
Şekil 7. V1 CH1 - Mayıs 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



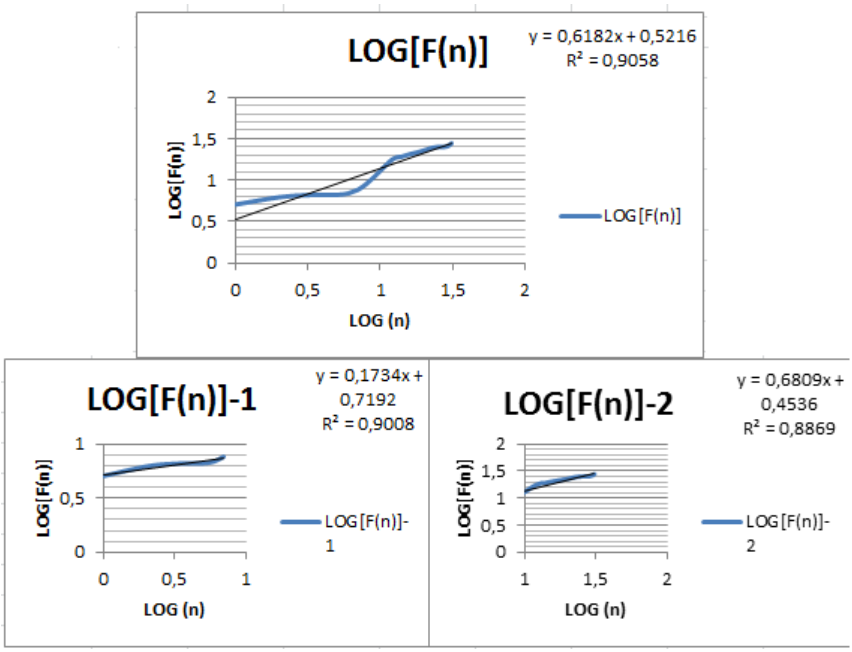
Şekil 8. V1 CH1 - Haziran 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



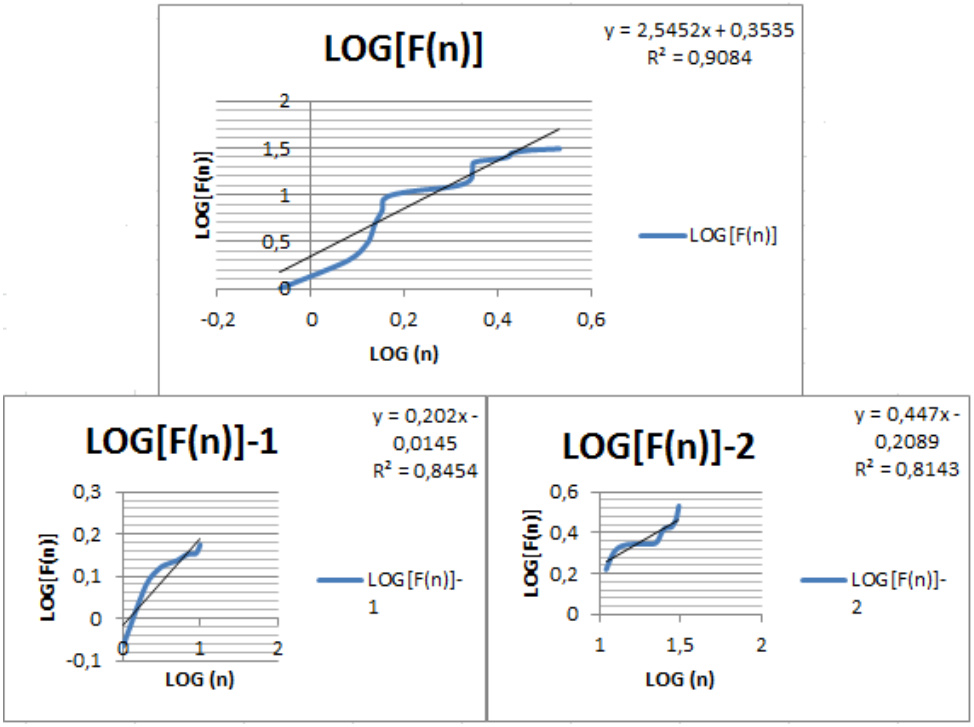
Şekil 9. V1 CH1 - Temmuz 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



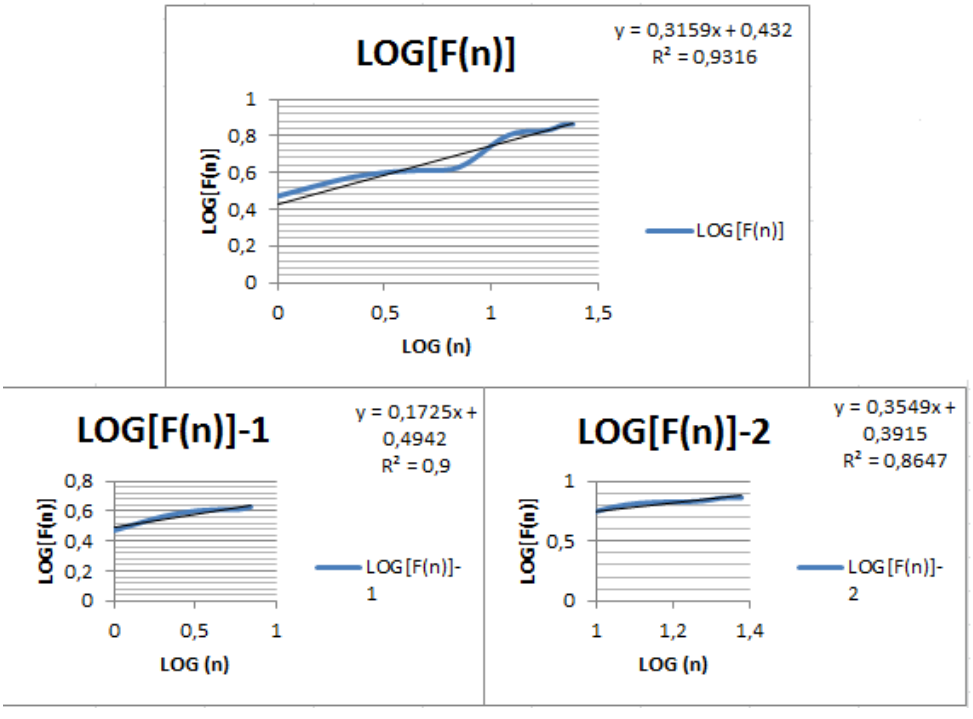
Şekil 10. V1 CH2 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



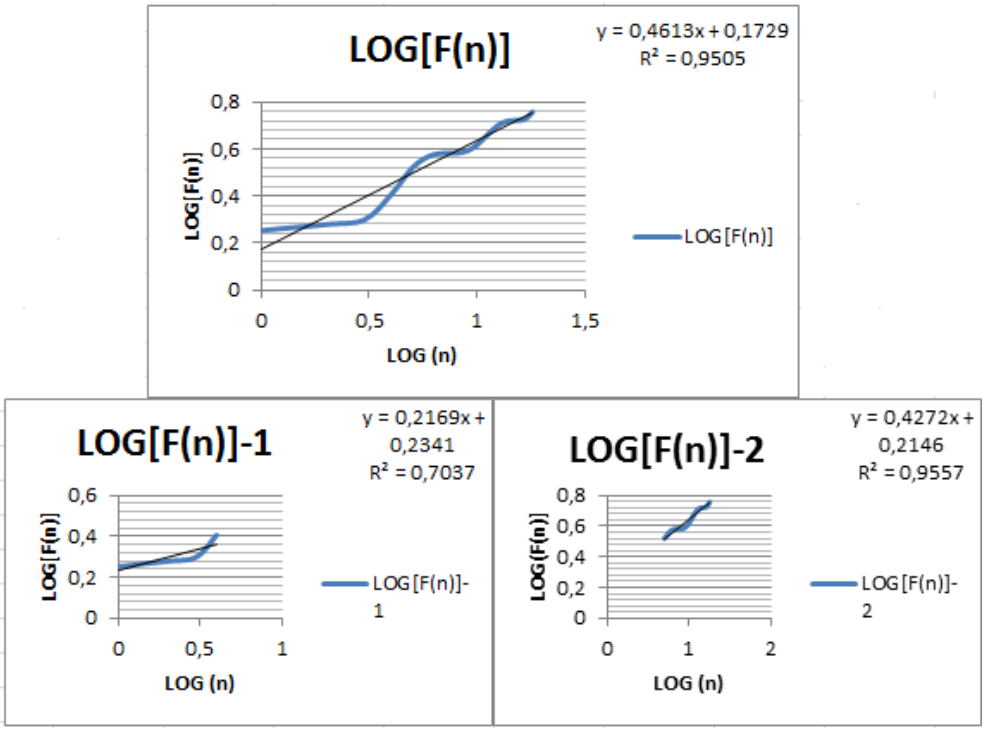
Şekil 11. V1 CH2 -Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



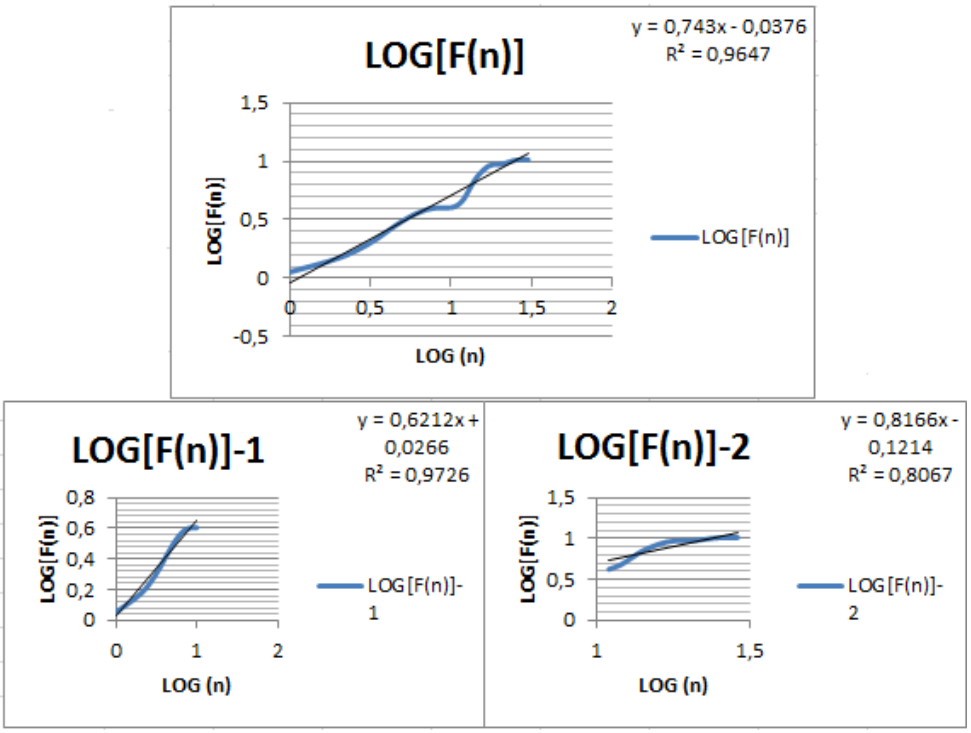
Şekil 12. V1 CH2 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



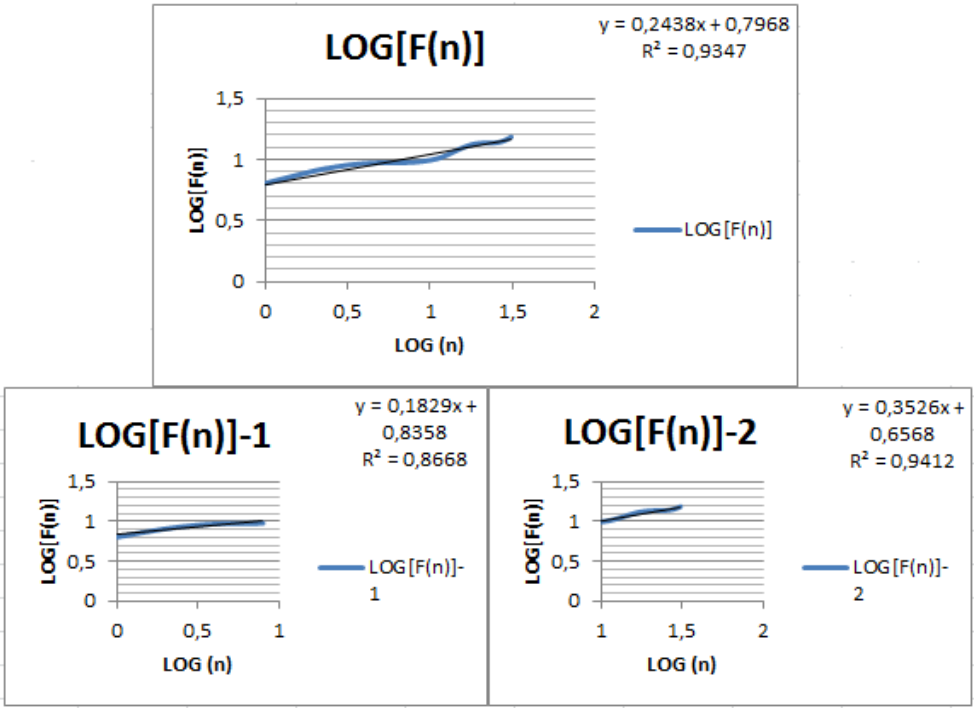
Şekil 13. V1 CH2 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



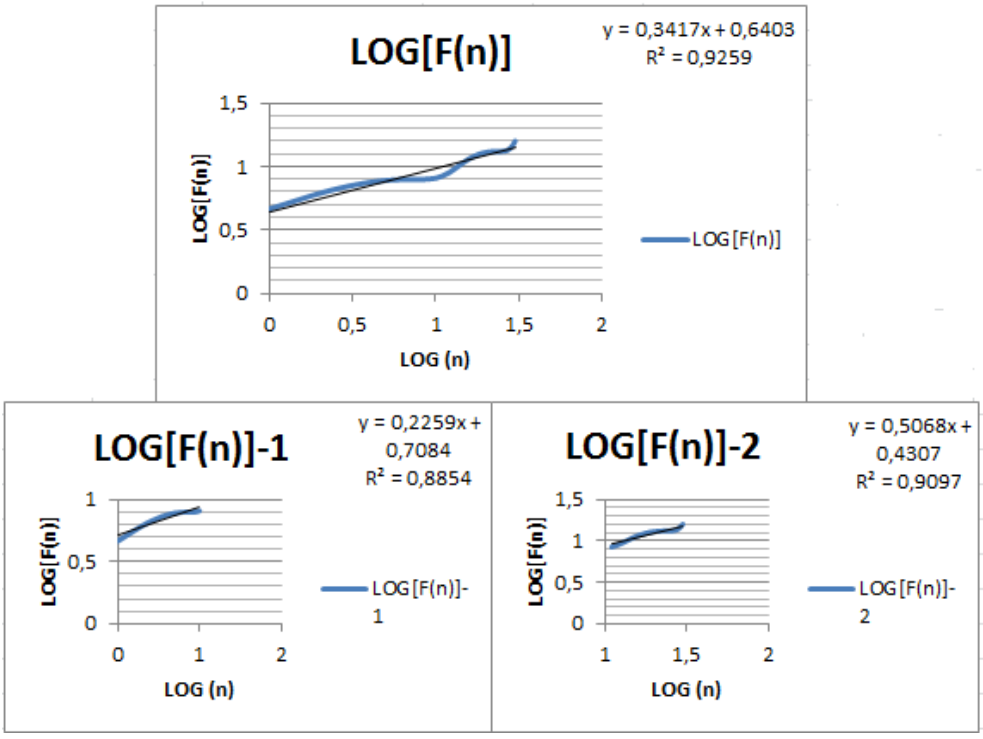
Şekil 14. V1 CH2 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



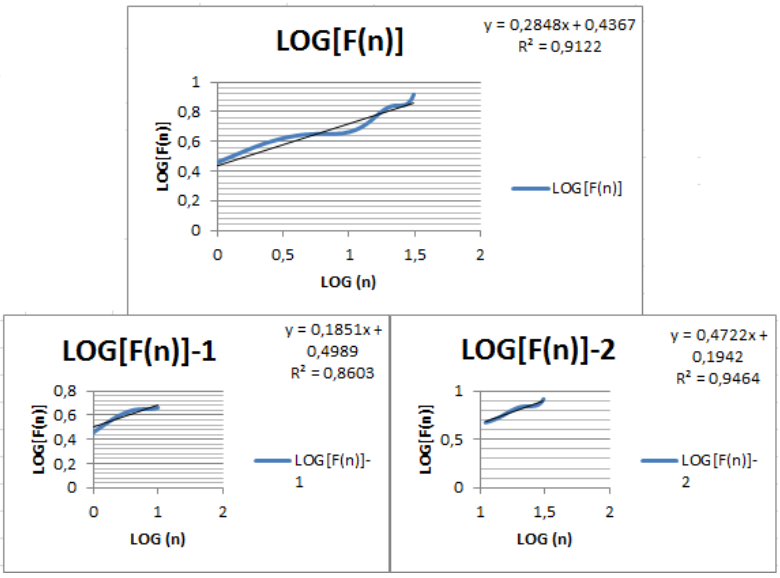
Şekil 15. V1 CH2 - Nisan 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



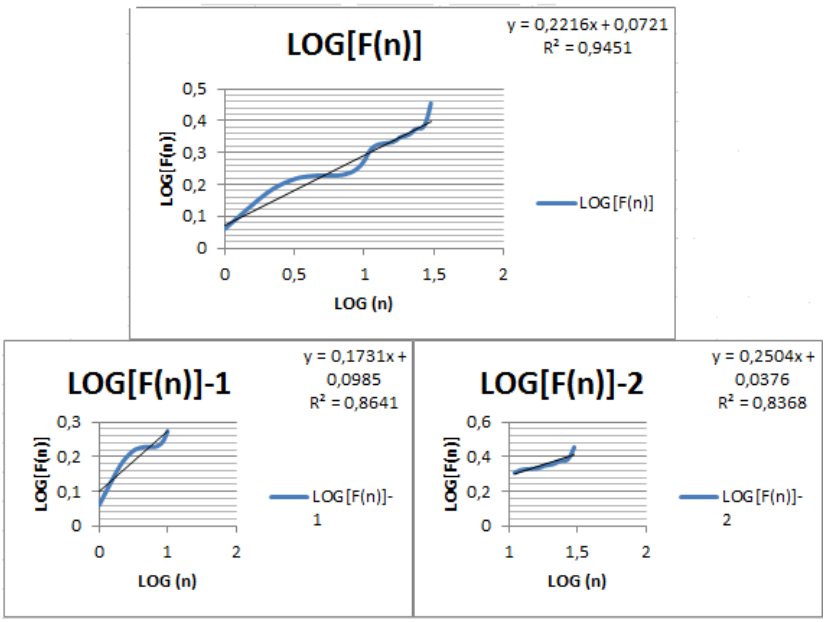
Şekil 16. V1 CH2 - Mayıs 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



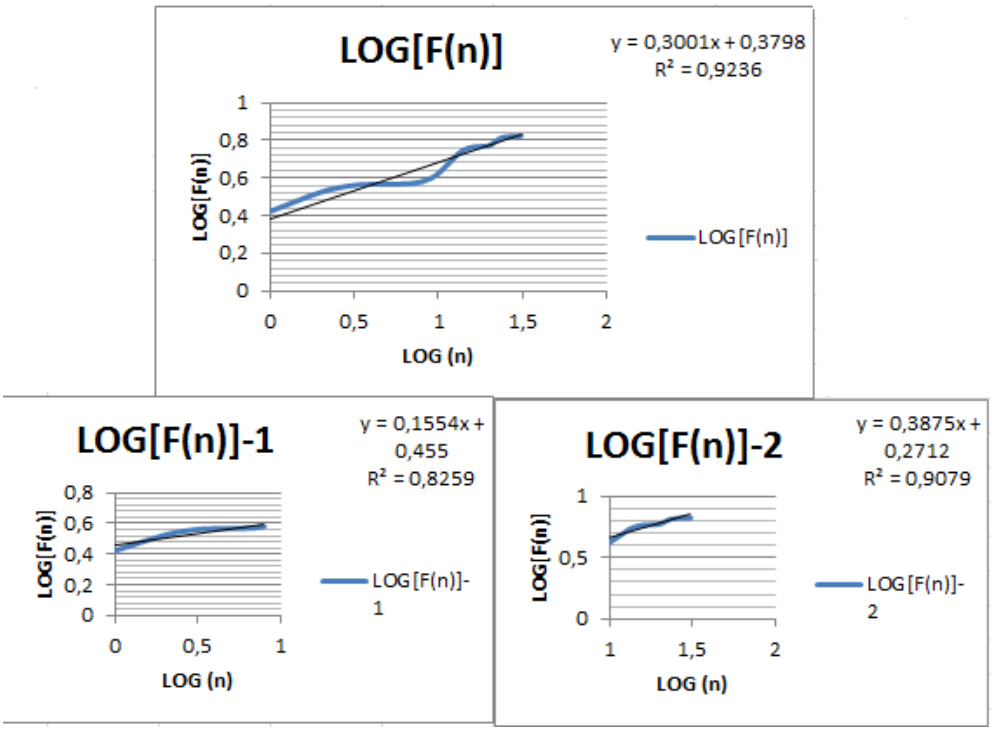
Şekil 17. V1 CH2 - Haziran 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



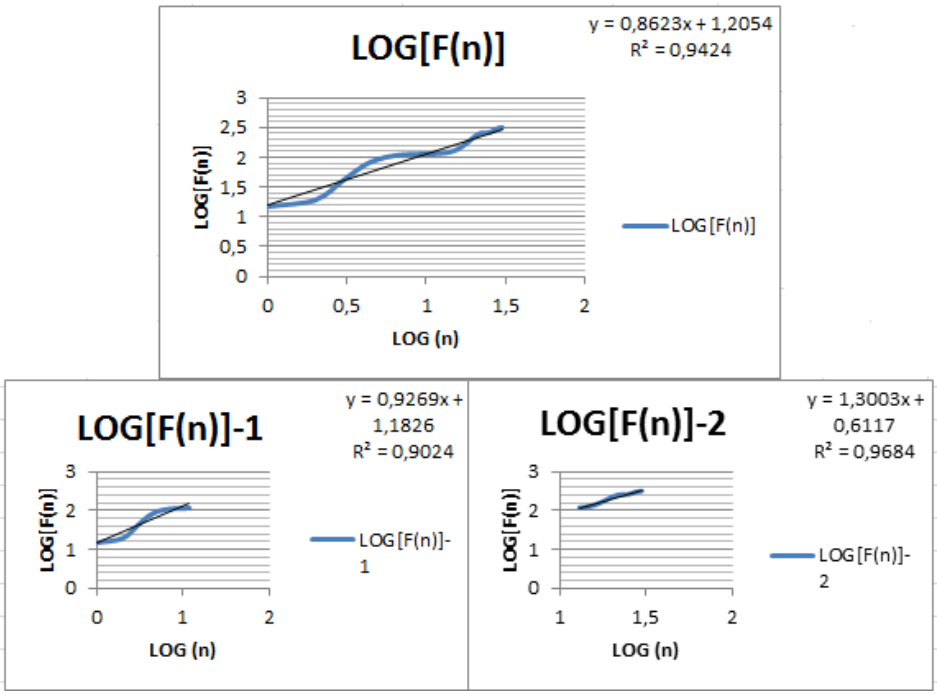
Şekil 18. V1 CH2 - Temmuz 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



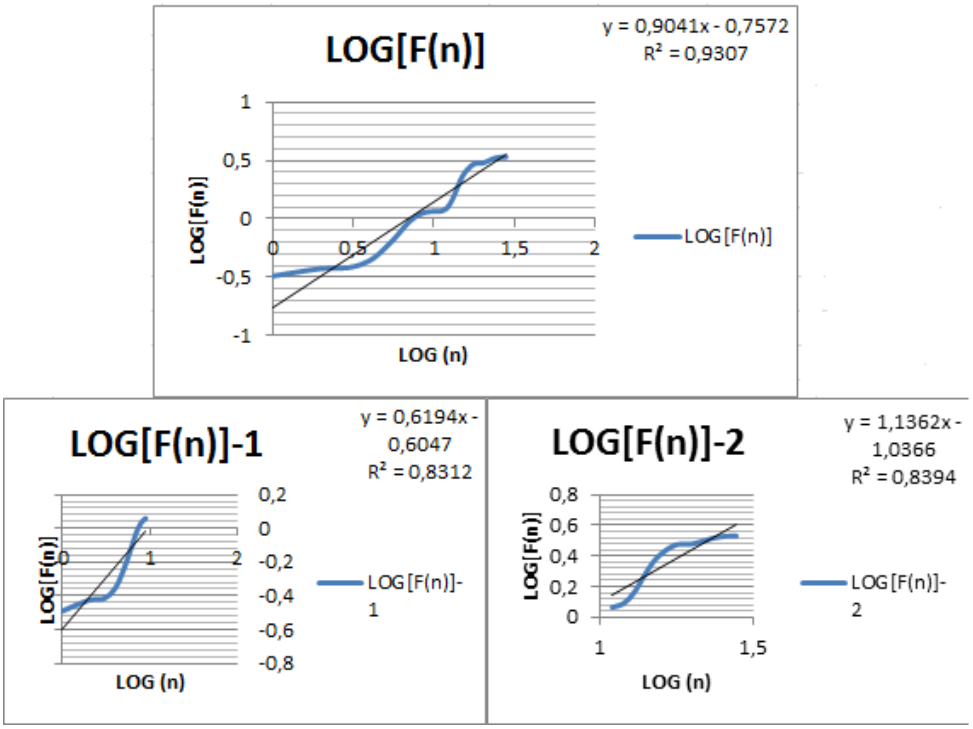
Şekil 19. V3 CH1 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



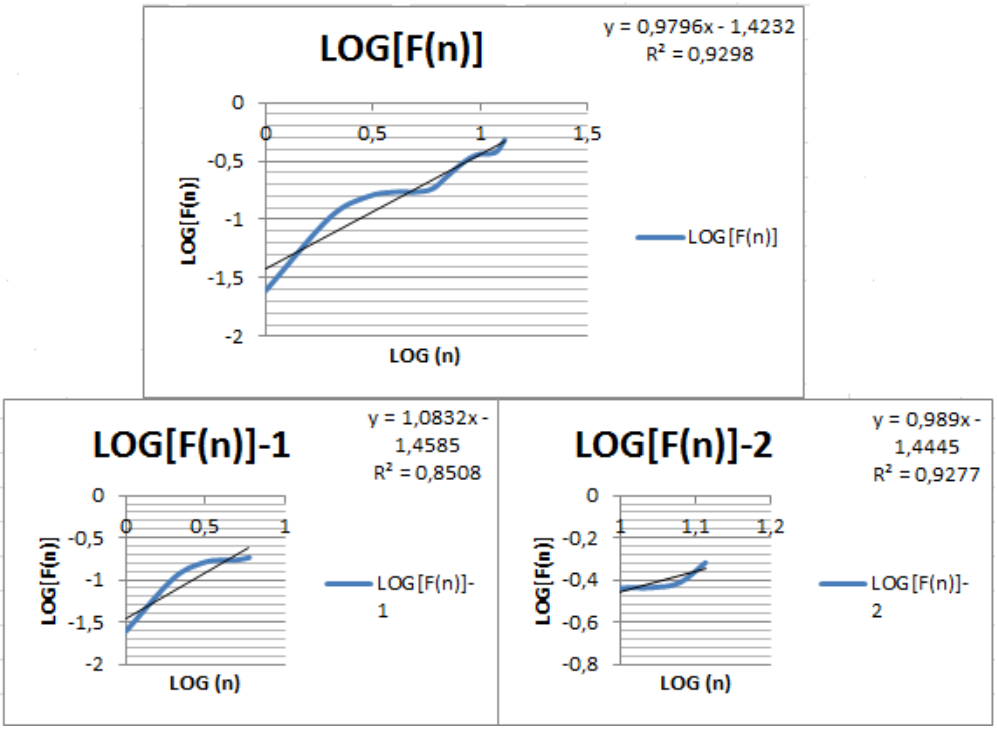
Şekil 20. V3 CH1 - Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



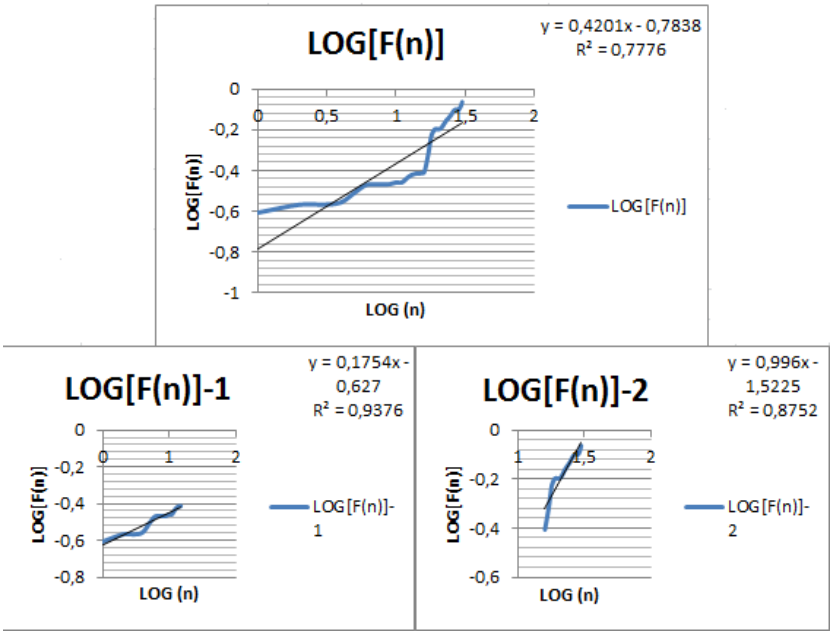
Şekil 21. V3 CH1 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



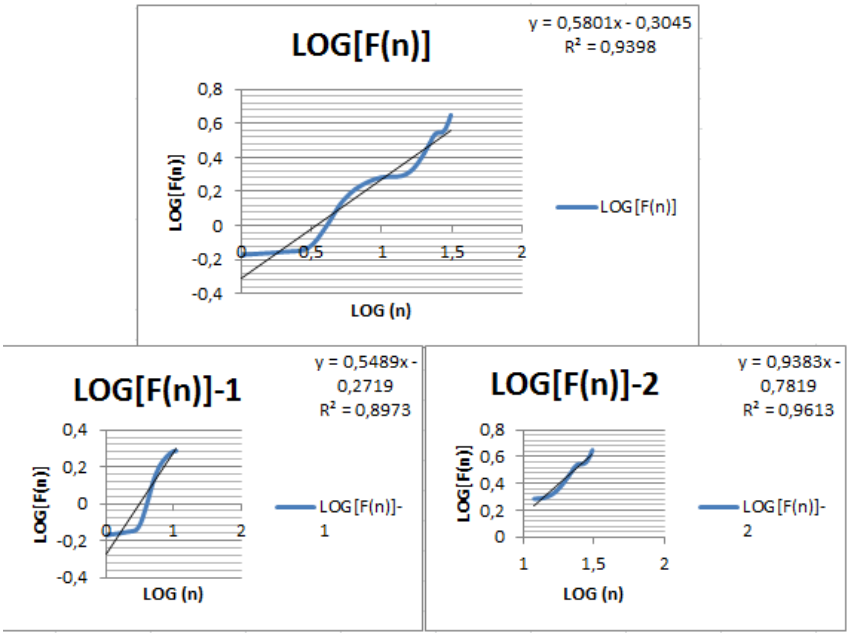
Şekil 22. V3 CH1 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



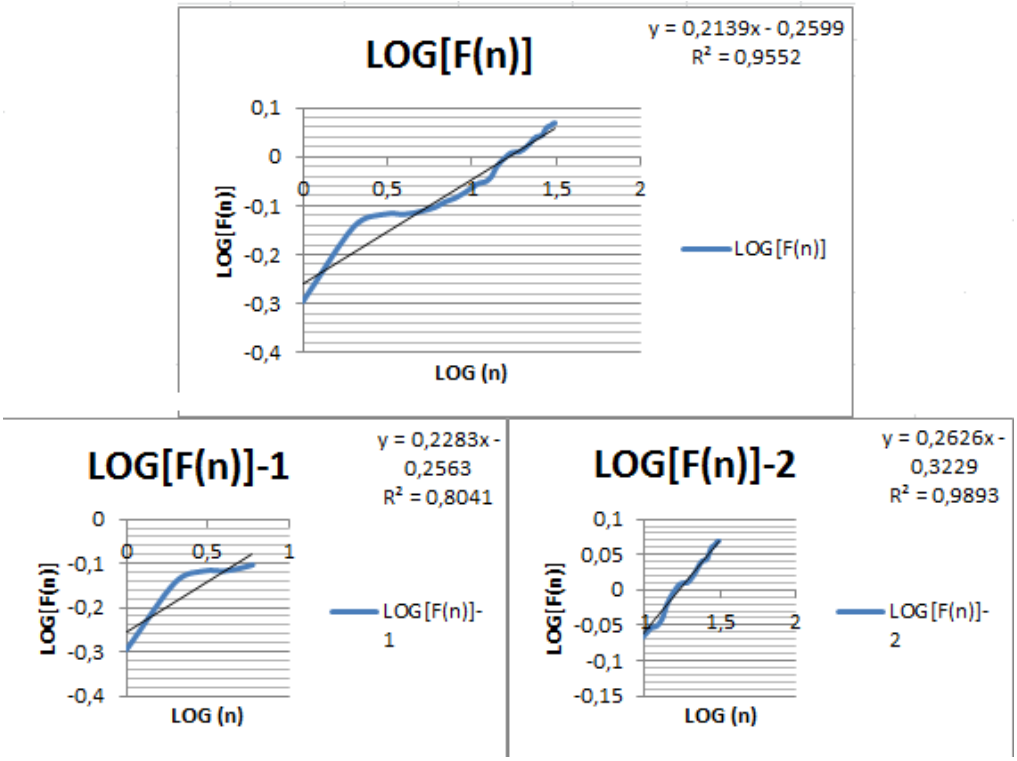
Şekil 23. V3 CH1 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



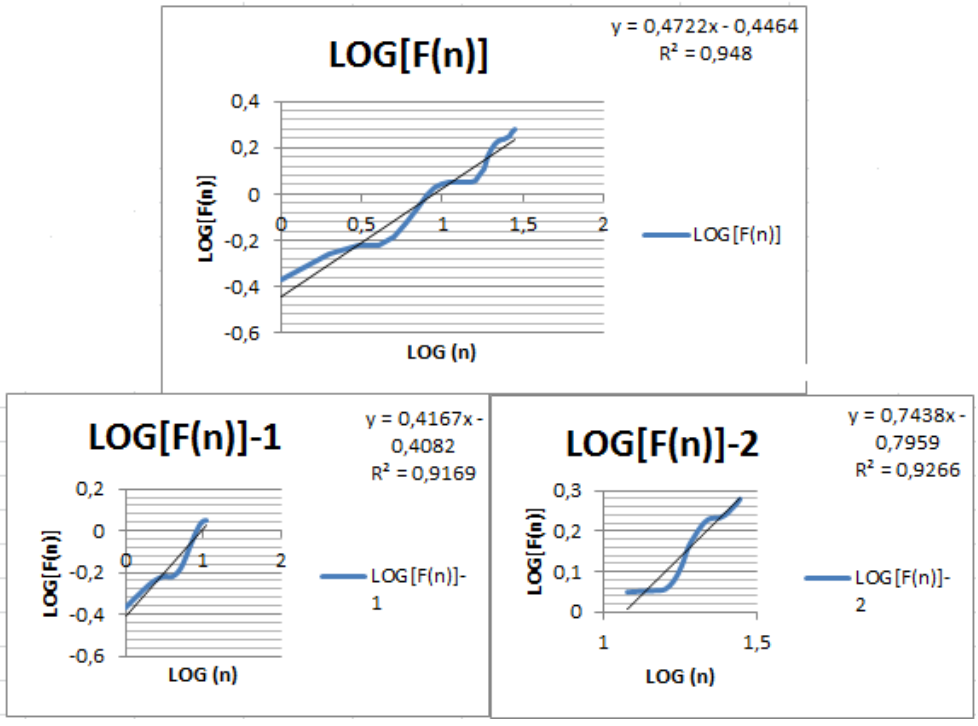
Şekil 24. V3 CH2 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



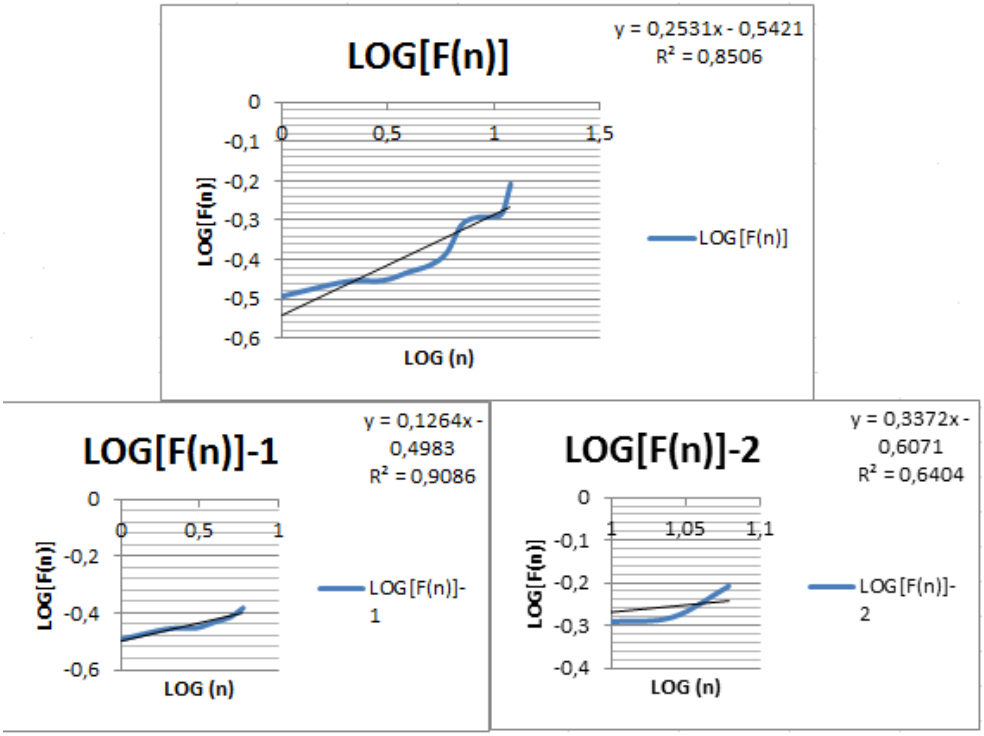
Şekil 25. V3 CH2 - Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



Şekil 26. V3 CH2 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



Şekil 27. V3 CH2 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

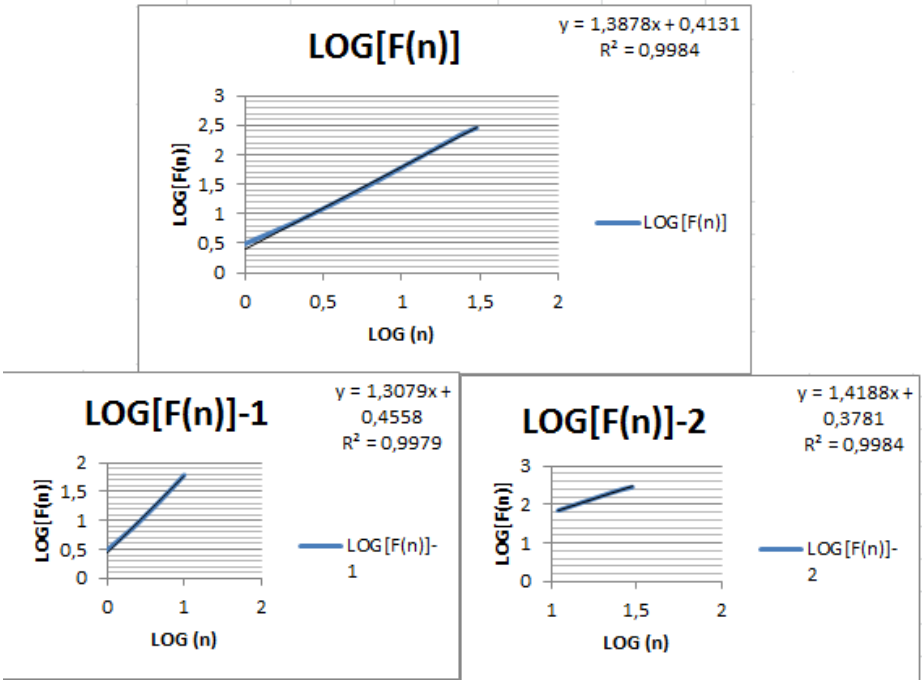


Şekil 28. V3 CH2 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

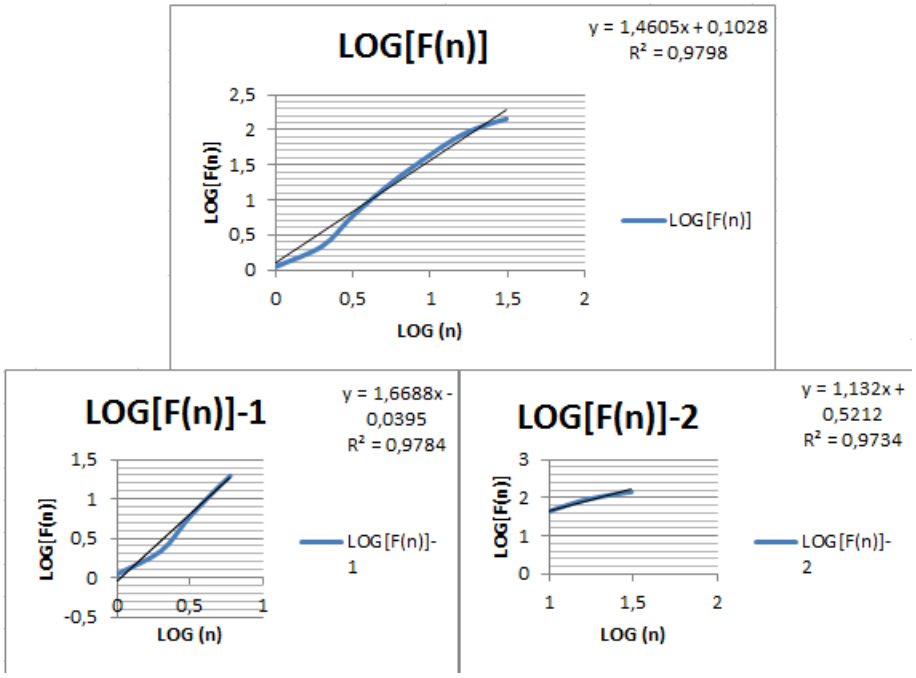
EK - II

"5.6 Aylık Toprak Sıcaklıklarına EAD Uygulamaları" bölümünde oluşturulan EAD grafikleri

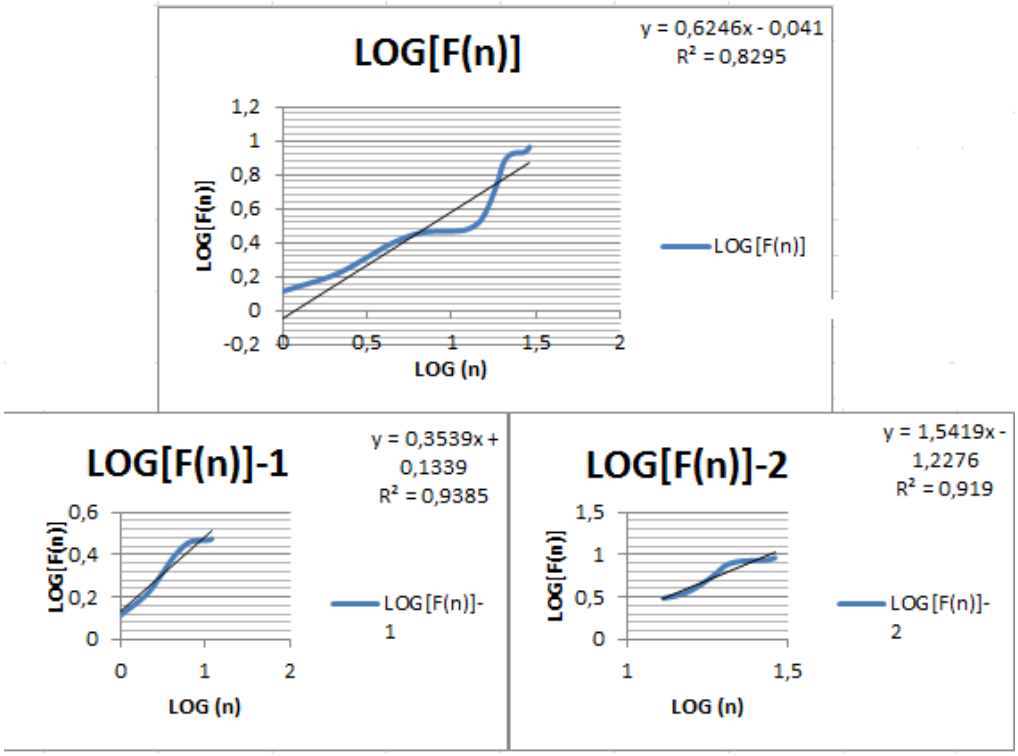
a) TC 1 Kanalı Grafikleri



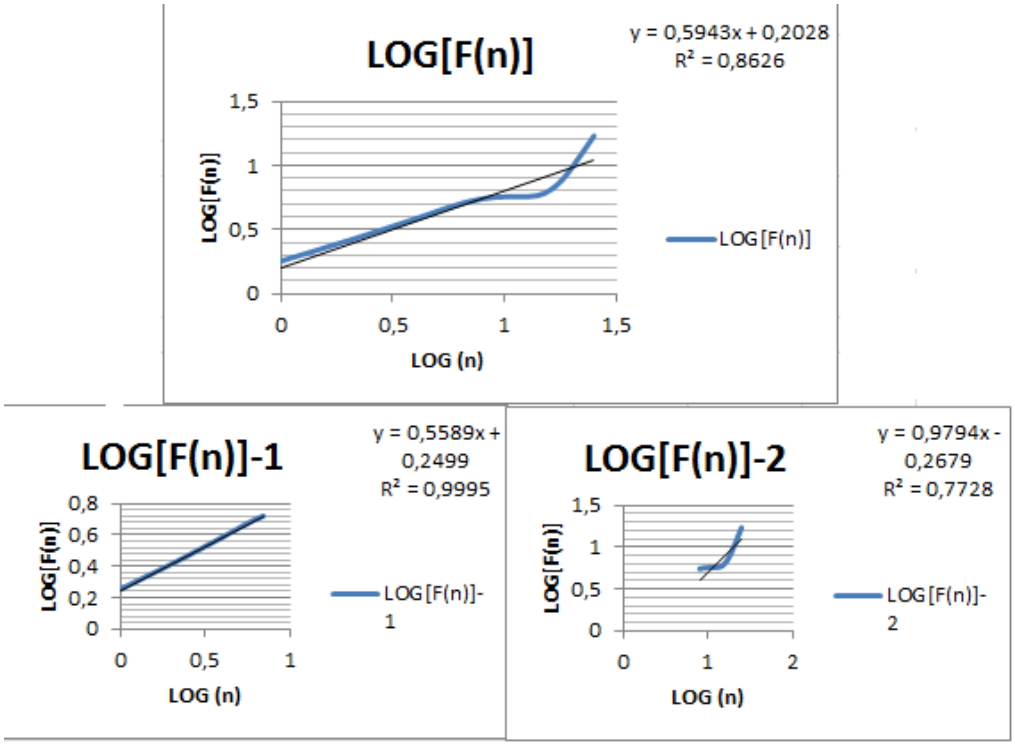
Şekil 29. TC1 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



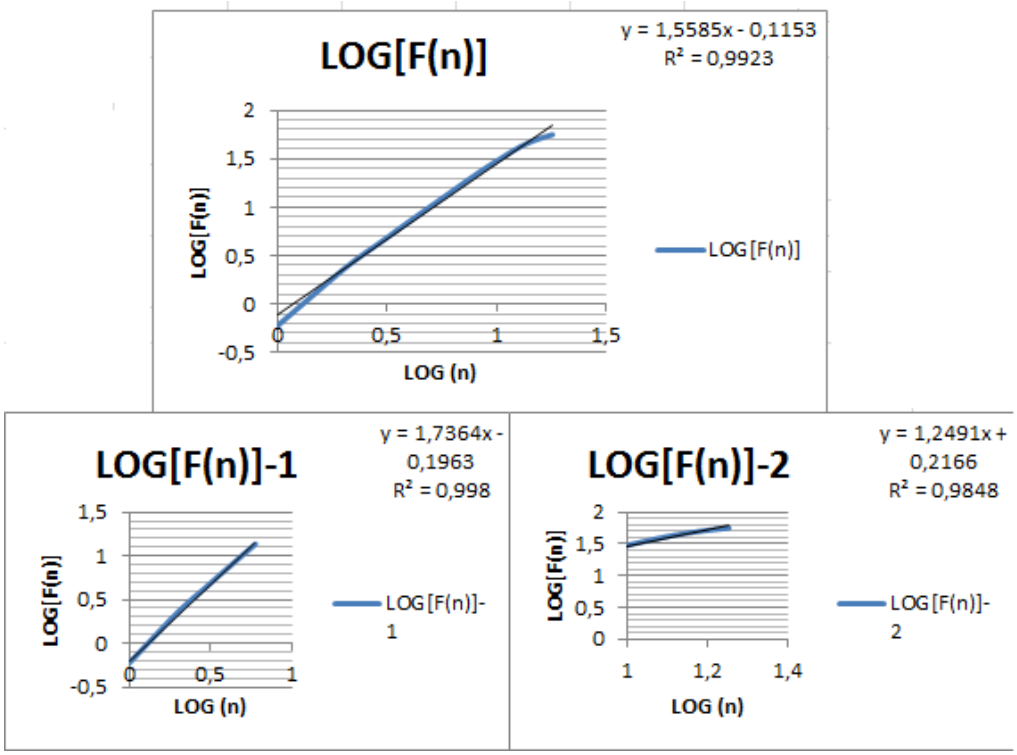
Şekil 30. TC1 - Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



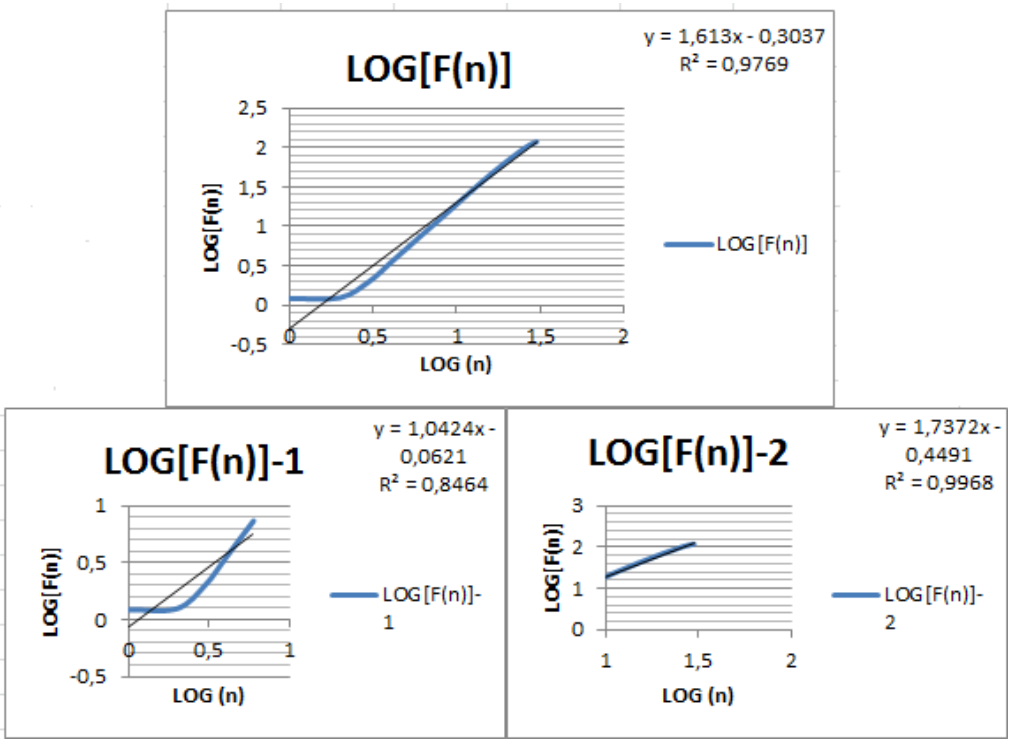
Şekil 31. TC1 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



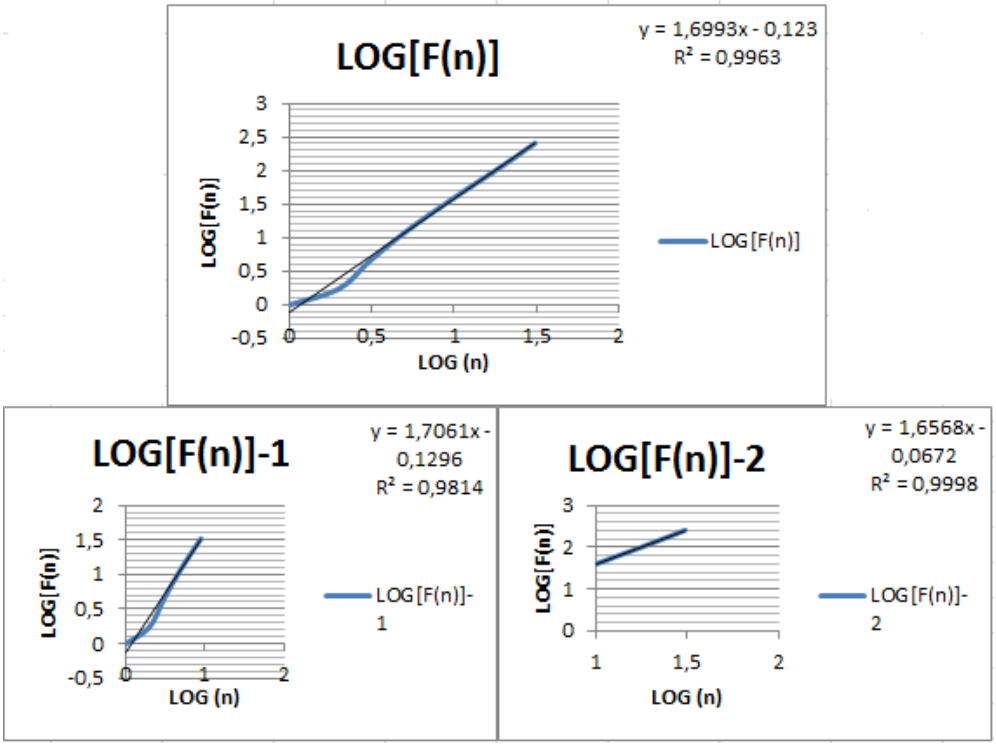
Şekil 32. TC1 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



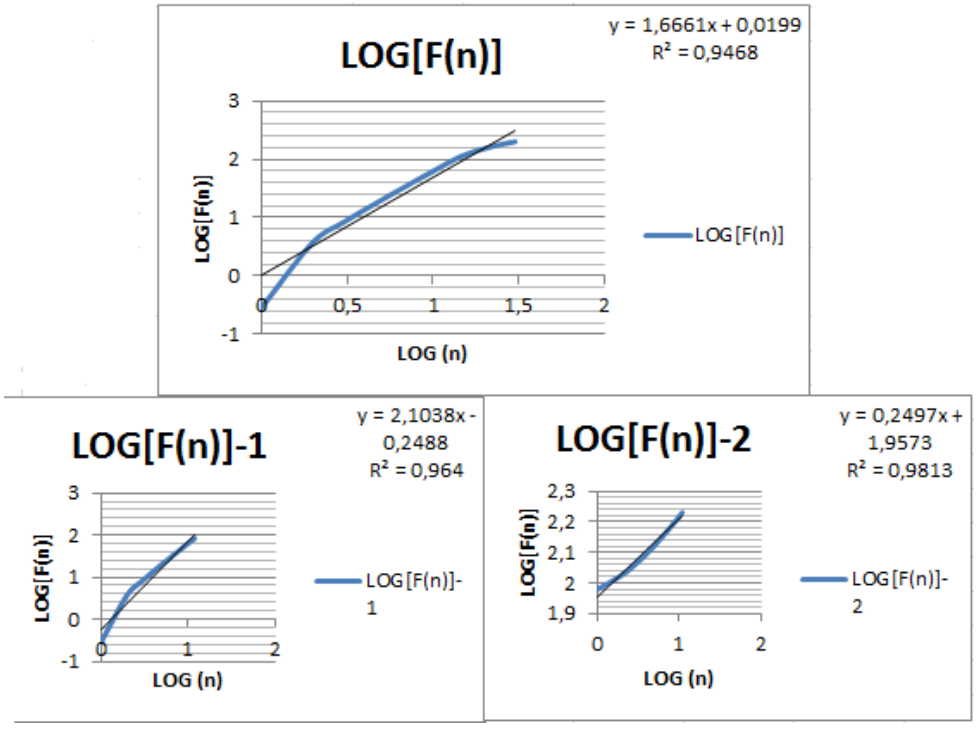
Şekil 33. TC1 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



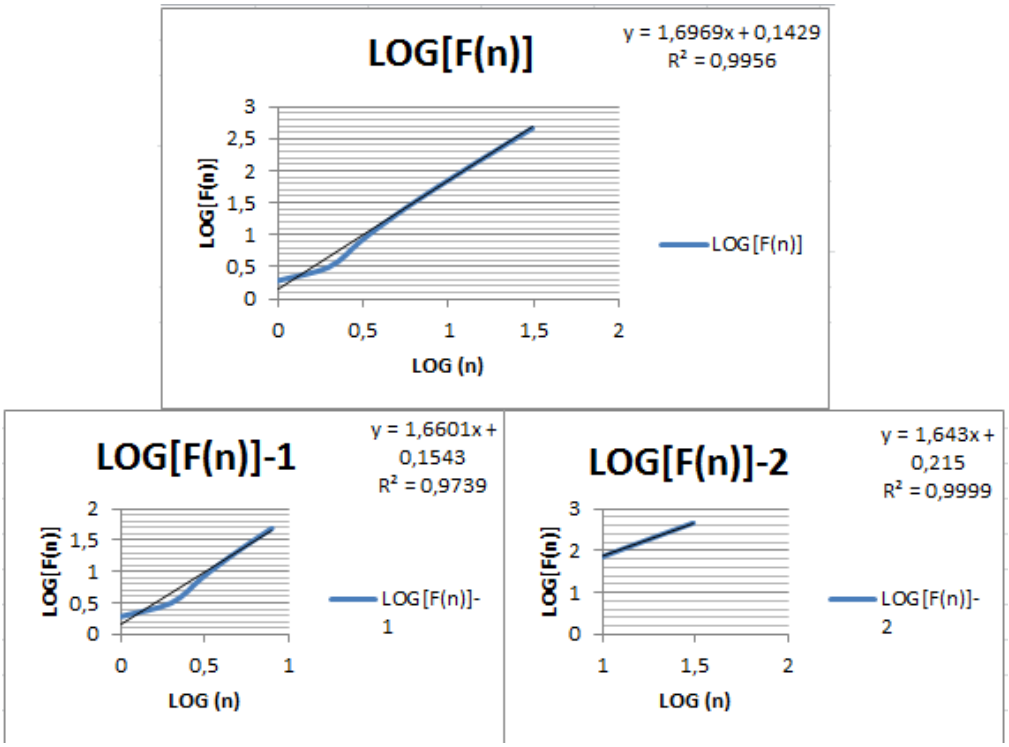
Şekil 34. TC1 - Nisan 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



Şekil 35. TC1 - Mayıs 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

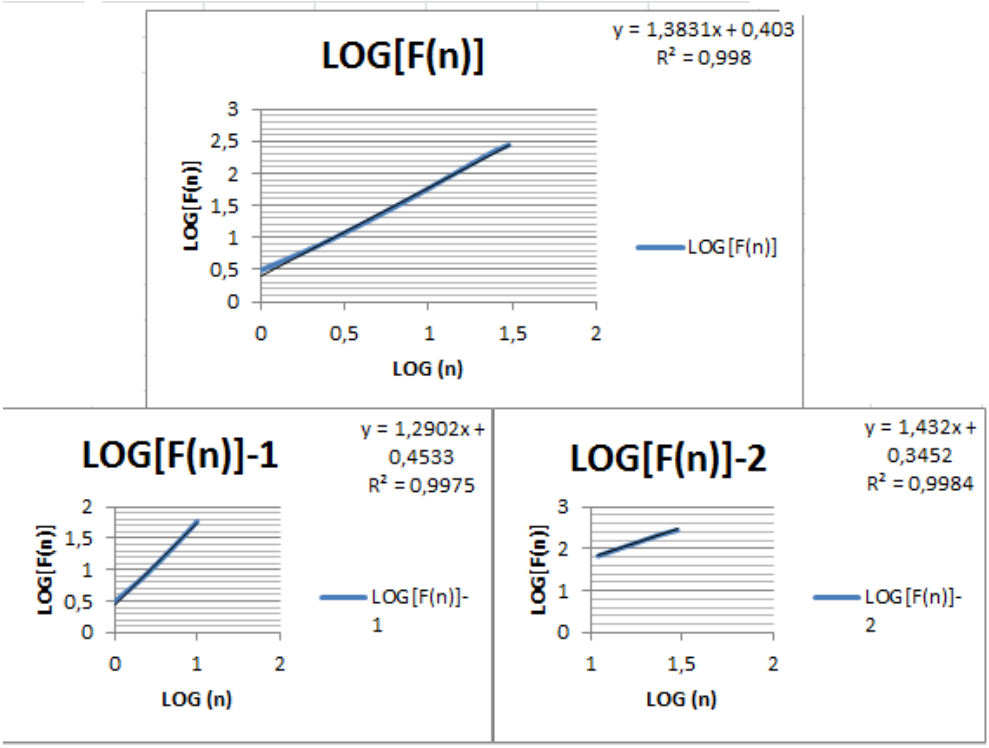


Şekil 36. TC1 - Haziran 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

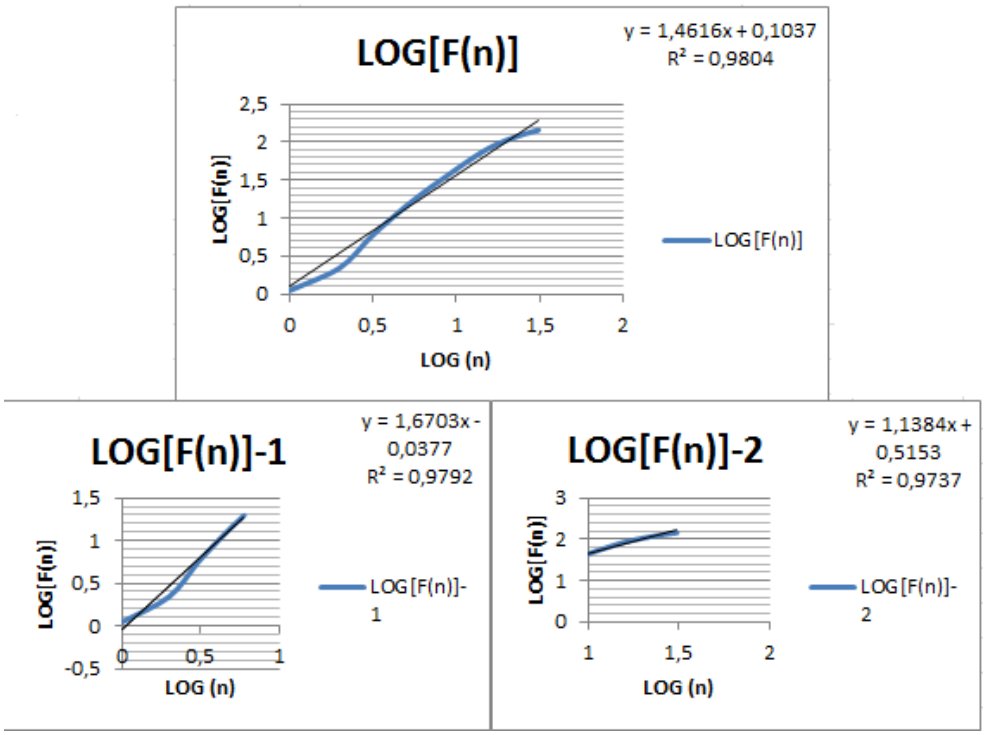


Şekil 37. TC1 - Temmuz 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

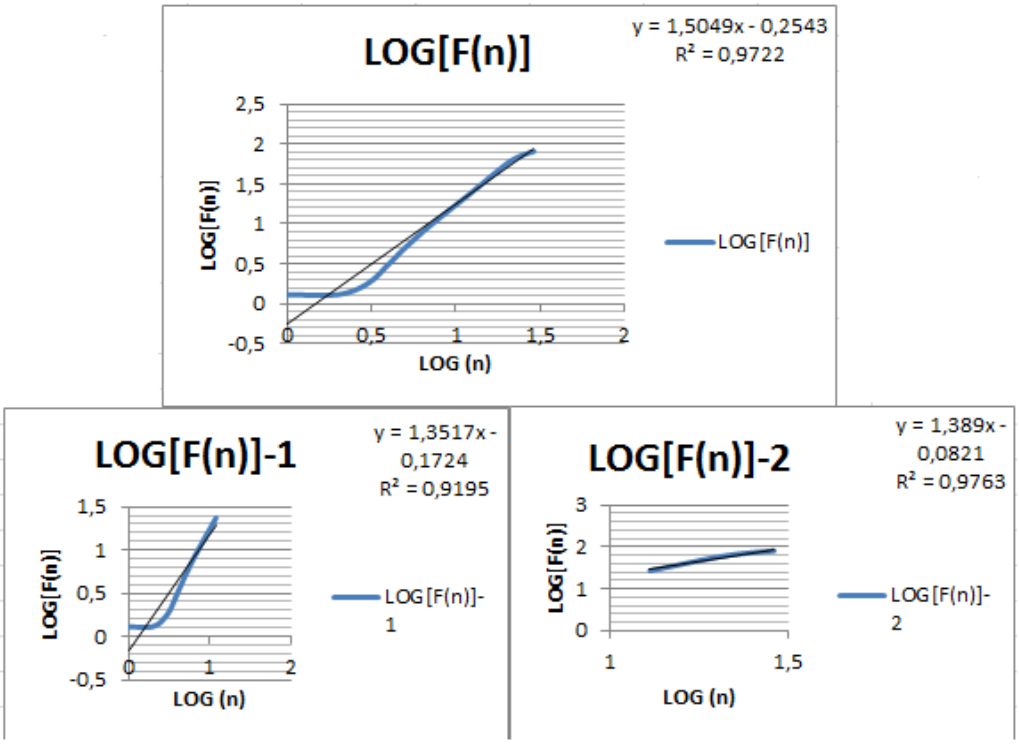
b) TC 3 Kanalı Grafikleri



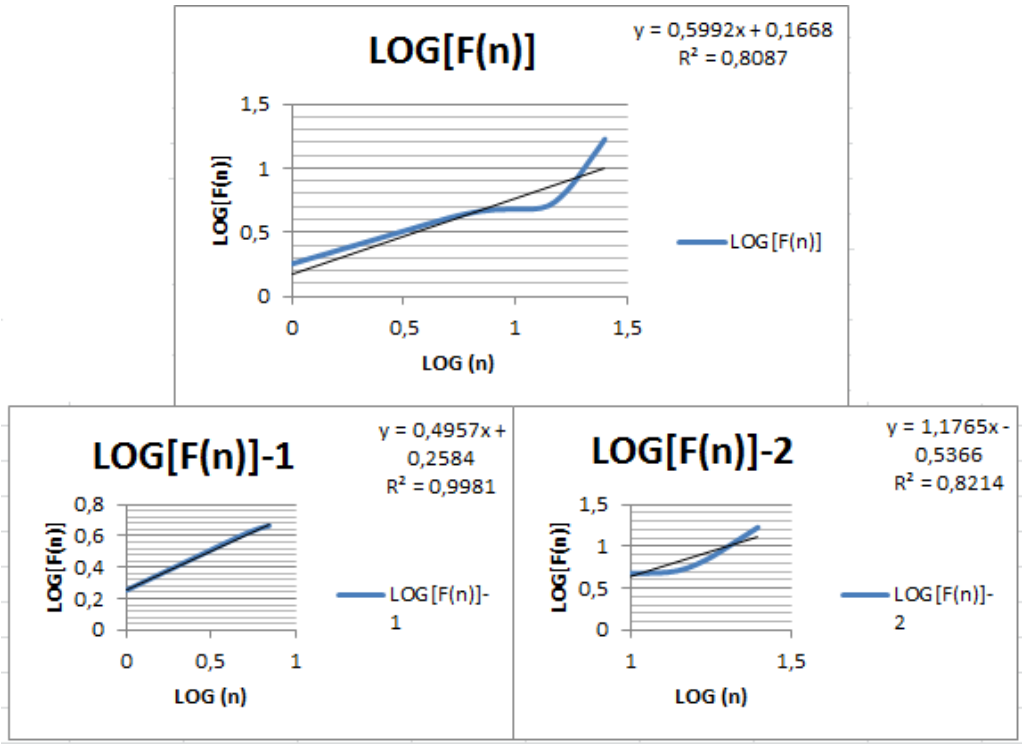
Şekil 38. TC3 - Kasım 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



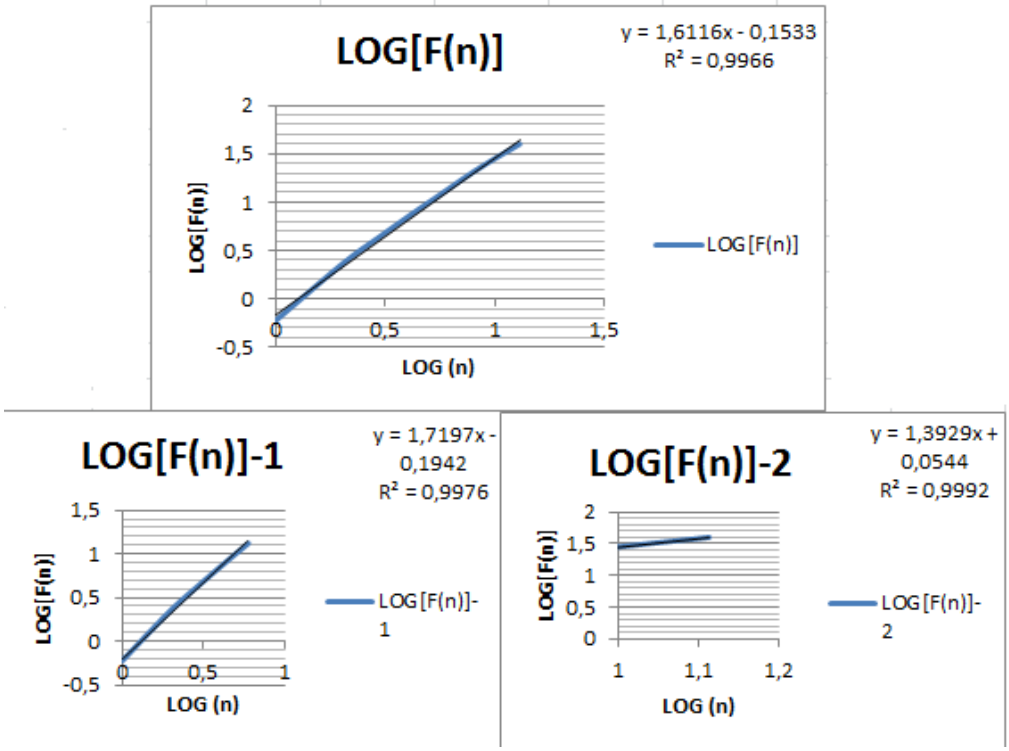
Şekil 39. TC3 - Aralık 2010 kayıtlarına EAD uygulaması



Şekil 40. TC3 - Ocak 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



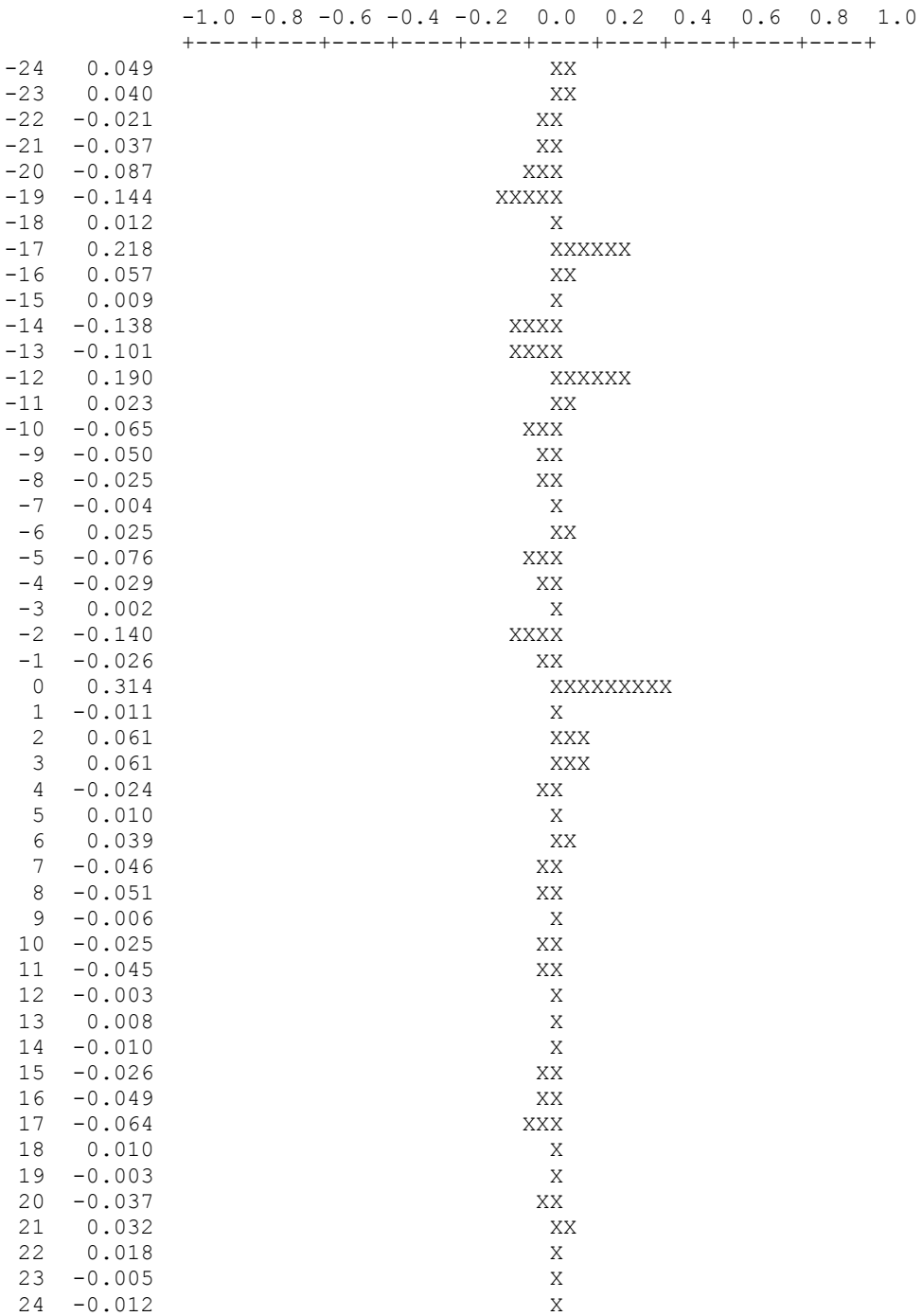
Şekil 41. TC3 - Şubat 2011 kayıtlarına EAD uygulaması



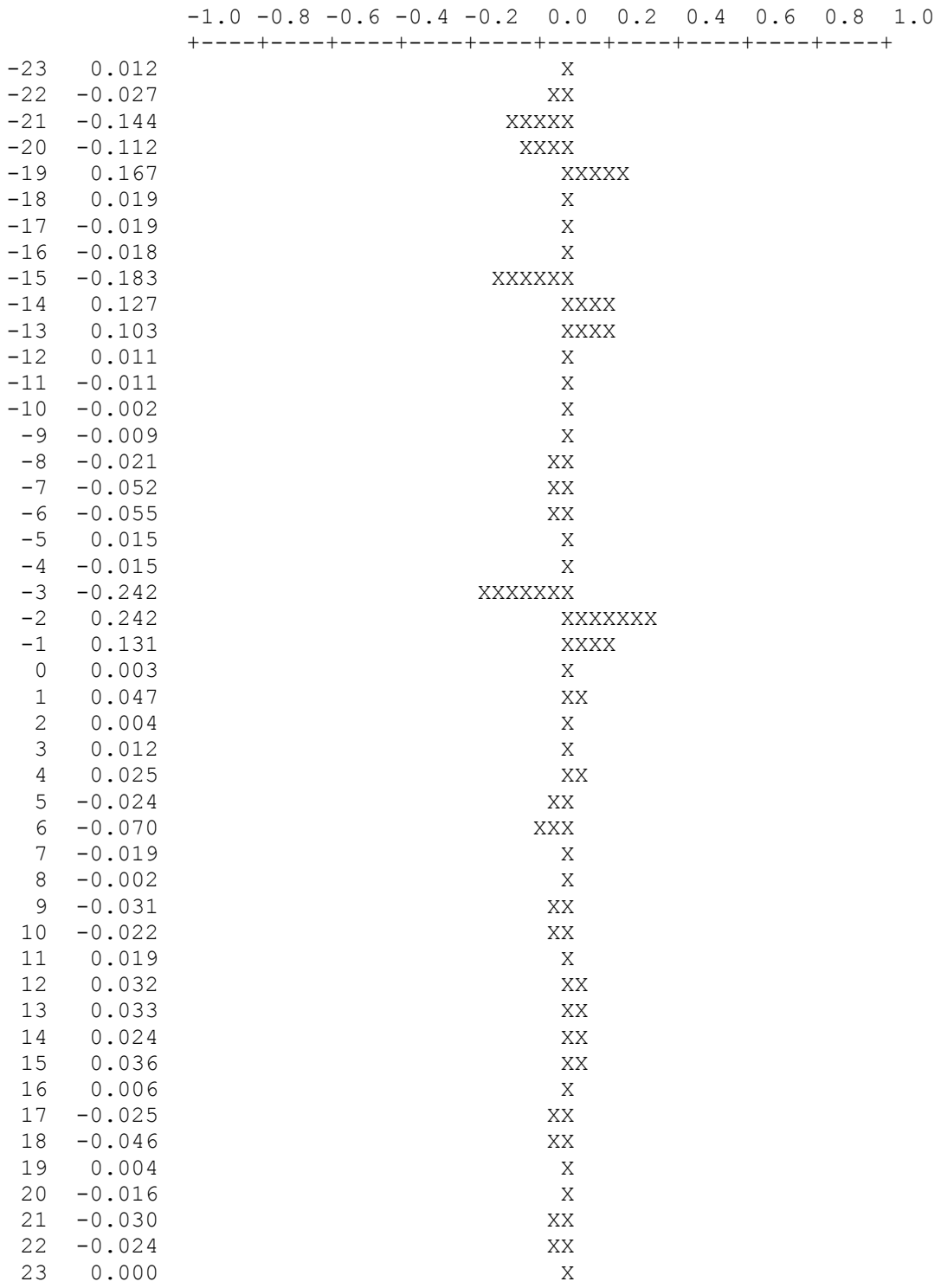
Şekil 42. TC3 - Mart 2011 kayıtlarına EAD uygulaması

EK III

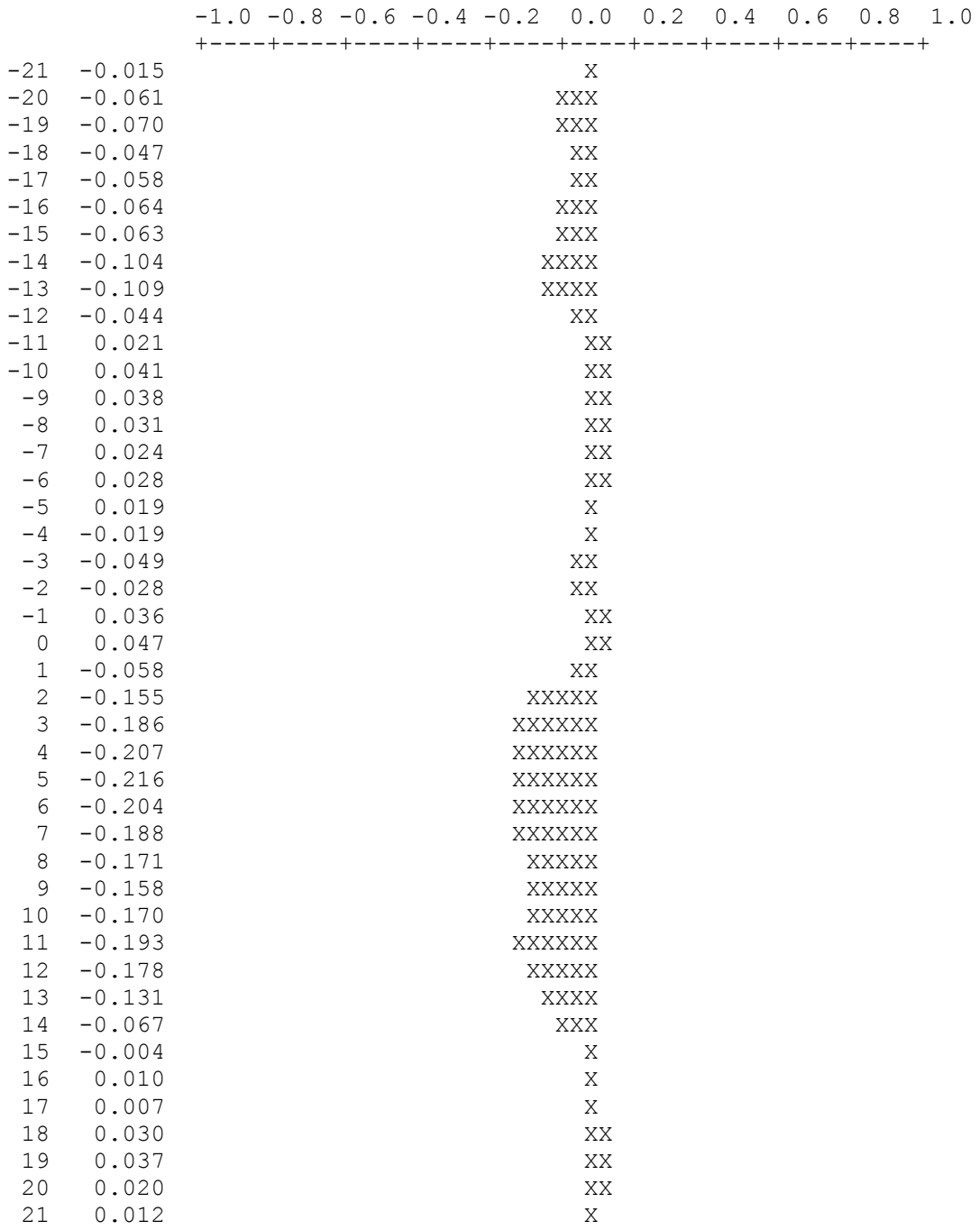
a) Günlük Ortalama SP – Günlük Yağış Arasındaki Çapraz İlişki



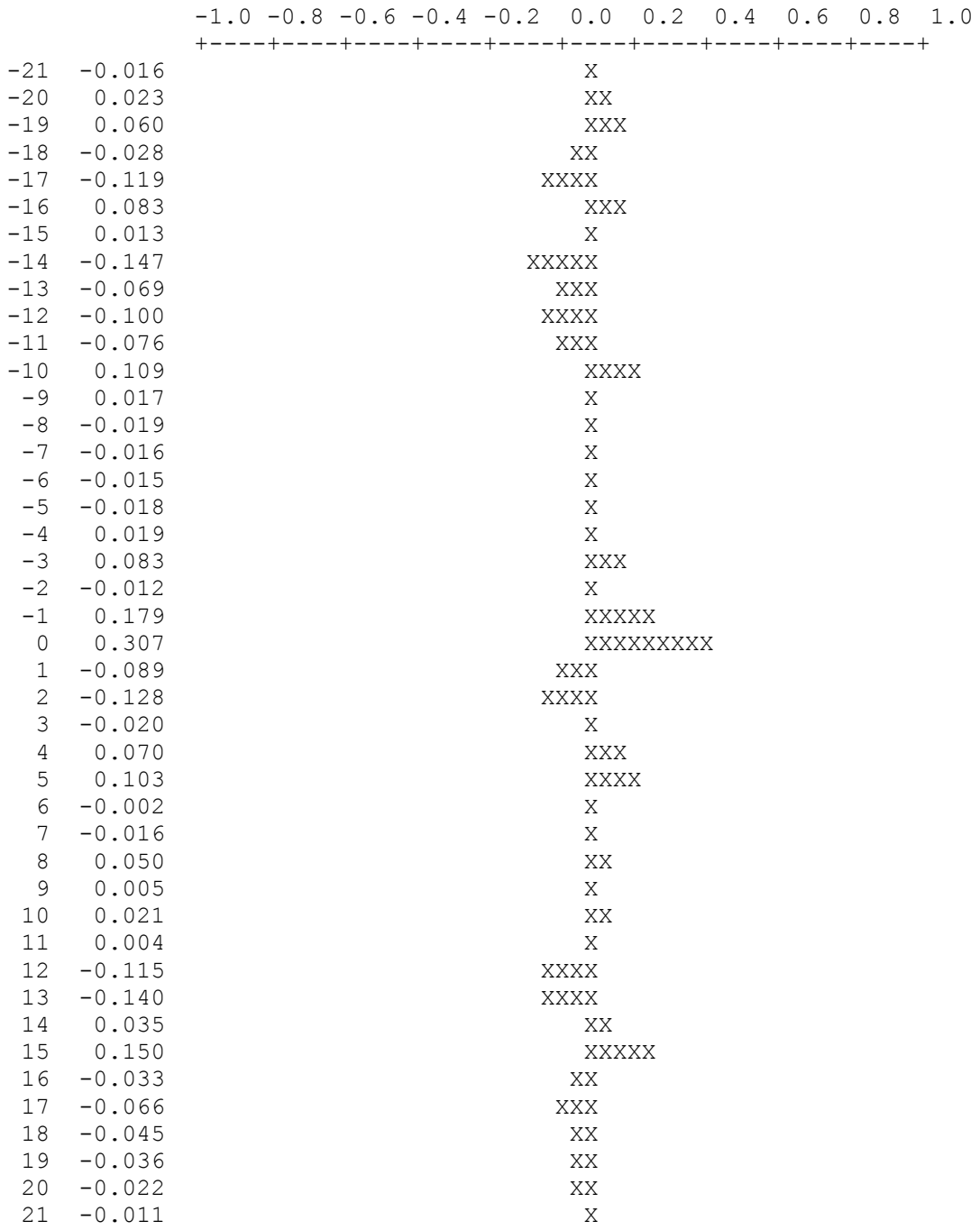
Şekil 43. V1CH1 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Yağış arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu



Şekil 44. V1CH2 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Yağış arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu

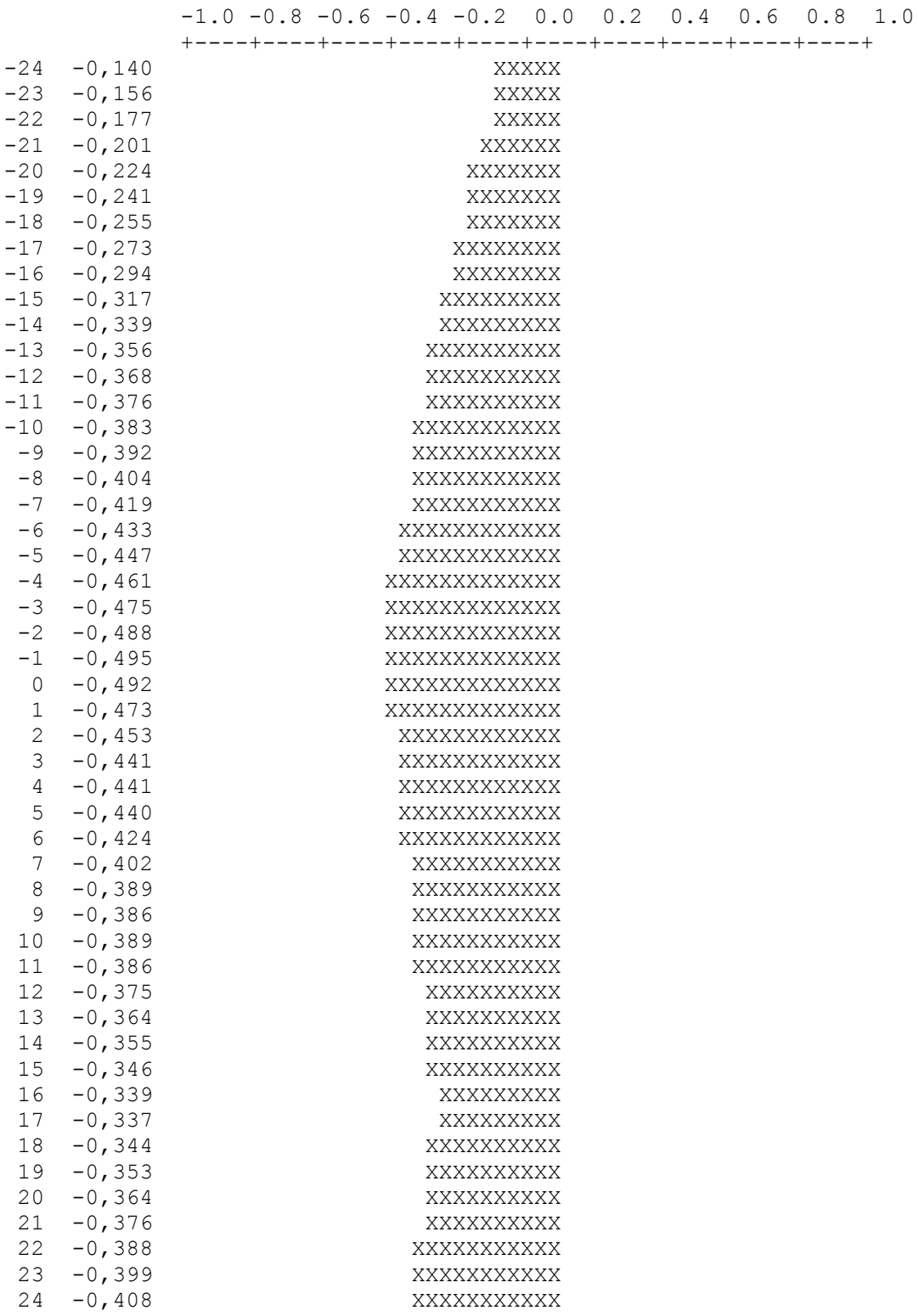


Şekil 45. V3CH1 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Yağış arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu

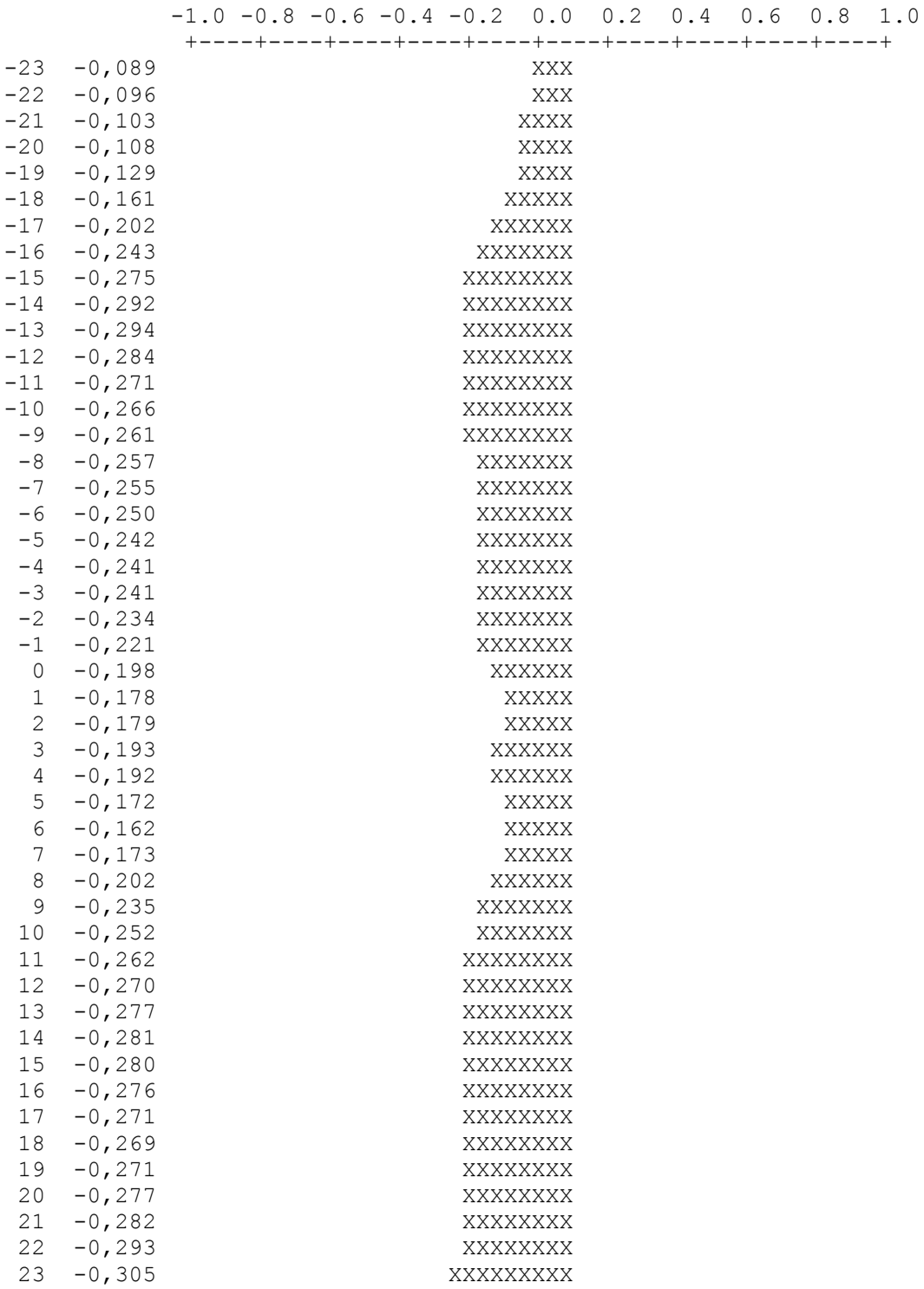


Şekil 46. V3CH2 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Yağış arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu

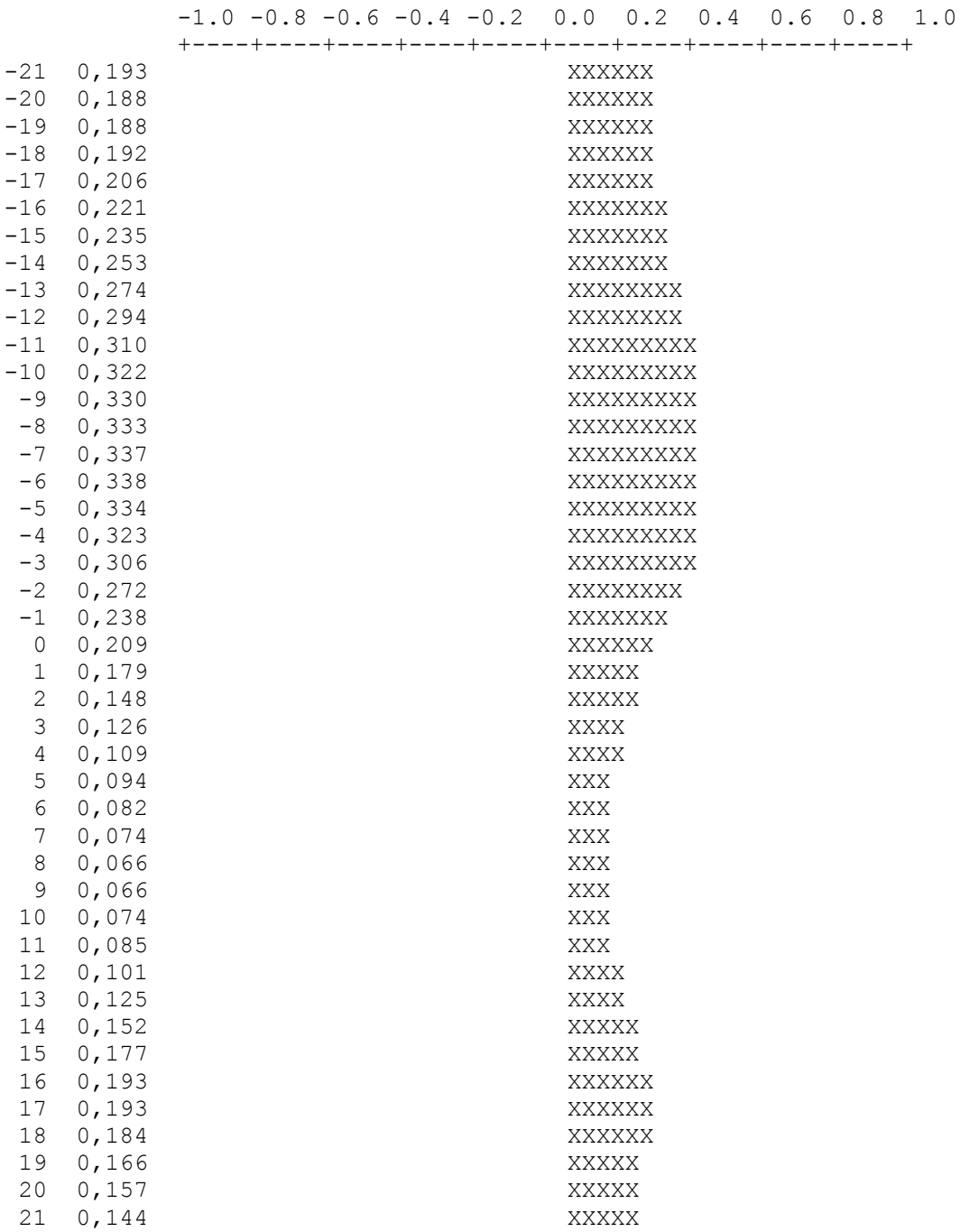
b) Günlük Ortalama SP Günlük Toprak Sıcaklıkları Arasındaki Çapraz İlişki



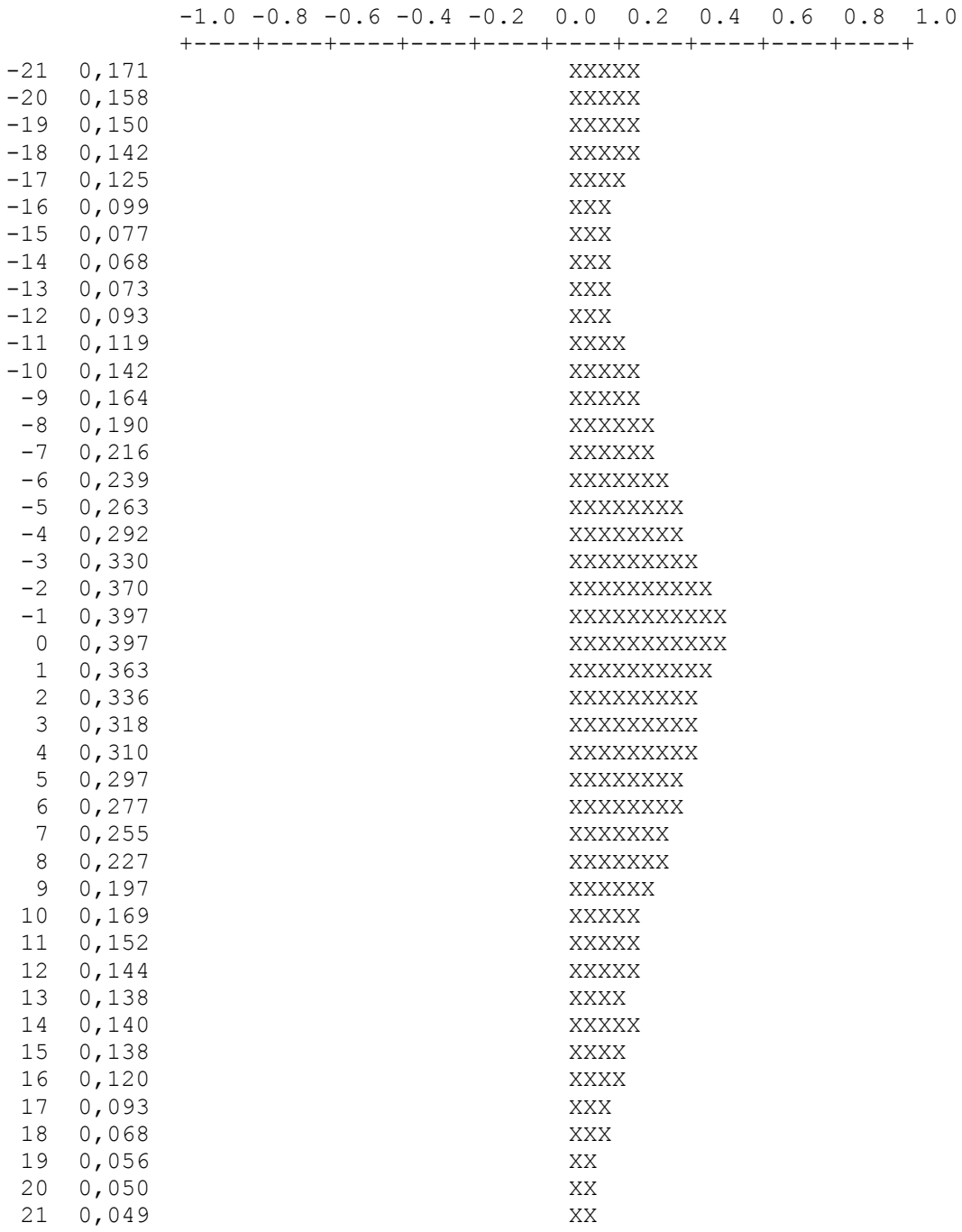
Şekil 47. V1CH1 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Toprak Sıcaklıkları arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu



Şekil 48. V1 CH2 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Toprak Sıcaklıkları arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu



Şekil 49. V3 CH1 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Toprak Sıcaklıkları arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu



Şekil 50. V3 CH2 Kanalı Günlük ortalama SP – Günlük Toprak Sıcaklıkları arasındaki çapraz ilişki fonksiyonu