

SÜREKLİ DOĞAL GERİLİMLERİN YAPAY SINIRLARLA DEĞERLENDİRİLMESİ, DEPREM ve YATIRIMLARLA İLGİLİ

Petek SINDIRGI¹ ve İknur KAFTAN²

¹ Yardımcı Doçent Dr. Jeofizik Müh. Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

² Araştırma Görevlisi Dr., Jeofizik Müh. Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
Email: petek.sindirgi@deu.edu.tr

ÖZET:

Türkiye, jeolojik ve tektonik konumu nedeniyle sık sık önemli depremlerle yüz yüze olan ülkelerden biridir. Özellikle Batı Türkiye'nin graben sistemleri, sismik yönden oldukça aktif gerilme tektoni i nedeniyle meydana gelmektedir. Bu bağlamda, depremlerin oluşum zamanının tahmin edilmesi geçmişten günümüze dek ilgi çekmektedir. Son yıllarda bu amaçla uygulanan yöntemlerden biri de Yapay Sinir Ağıdır (YSA). Yapay Sinir Ağı (YSA) Yöntemi, borsa tahminlerinden tıp ve mühendislik alanlarına kadar geniş bir yelpazede başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. YSA zaman serilerine uygulanabilirliği nedeniyle, belirli bir zaman aralığında depremlerin yer ve zamanını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Son zamanlarda, sismik bölgelerde ölçülen jeoelektrik dalgalanmaların depremlerle ilişkili gerilme ve depremli dönemlere ilişkin çalınmalar yapılmıştır. Bu çalışmada, Doğal Potansiyel (SP) ile iklim değişimi ve depremler arasındaki ilişkiyi araştırmak için İzmir-Urla-Demircili Köyü'nde toplanan zamana bağlı SP ve zemin sıcaklık verileri kullanılmaktadır. Kasım 2010-Mayıs 2011 döneminde toplanan veriler yapay sinir ağı yöntemi ile değerlendirilmiştir. Zemin sıcaklık ve birbirleriyle ilişkili kilerinin yanı sıra, Devlet meteoroloji idareleri Genel Müdürlüğü'nden alınan günlük yağış ve Bozaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan deprem büyüklükleri ile ilişkileri incelenmiştir. YSA ile tahmin edilen günlük ortalama SP değerleri oldukça gerçeğe yakın sonuçlar vermiştir. Her ay için yağış ve depremler ile günlük ortalama SP değerleri karşılaştırıldığında SP dalgalanmalarında yağışların daha aktif rol oynadığı söylenebilir.

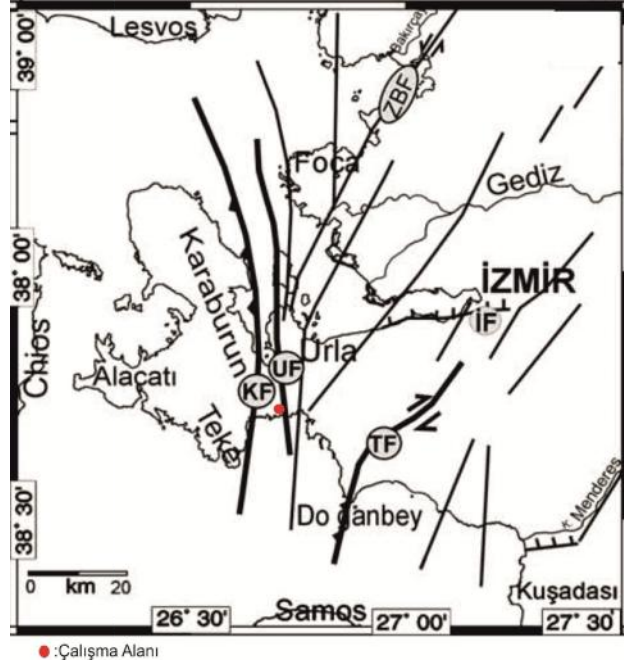
ANAHTAR KELİMELER : Yapay Sinir Ağı (YSA), Doğal Potansiyel (SP), İzmir-Urla, Yağış, Deprem.

1. GİRİŞ

Tektonik hareketlerin altında yatan dinamiklerin çözümünde, yer içinde doğal elektrik akımlarındaki geçici dalgalanmaların sismik aktivite ile birlikte incelenmesi yararlı olabilir. Doğal potansiyelin zamanın bir fonksiyonu olarak izlenmesi ile geçici dalgalanmalara neden olan gerilim değişimi, akı kan akımı gibi etkilerin tanımlanması daha etkin olabilmektedir.

İzmir ili, Urla ilçesi, Demircili Köyü yakınlarına, zamana bağlı olarak doğal potansiyel farklarının ölçüldüğü bir istasyon kurulmuştur (Şekil 2.) (Sındırgı, 2013). İstasyon çevresinde, Karaburun ve Urla fay sistemlerine (Şekil 1.) bağlı olarak gelişen küçük ve orta büyüklükte depremler bulunmaktadır. İstasyon, 120 metre x 60 metre boyutlarındaki bir dikdörtgenin köşelerine yerleştirilmiştir. Dört adet elektrod (Mc Miller Co. marka AccuRef 20 model, Cu-CuSO₄) (Şekil 3.) ile bu elektrodlar arasındaki potansiyel farklarını 10 dakika aralıklarla kaydeden T&D marka kayıtçılardan oluşmaktadır. Şekil 2'de verilen istasyonun köşeleri 1,2,3 ve 4 olarak numaralandırılmıştır. Her biri iki kanala sahip kayıtçılar ise 1 ve 3 nolu köşelerdedir. Bu noktalarda ayrıca toprak sıcaklıkları da aynı zaman aralıkları ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Potansiyel 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 arasındakiini ölçer. Bu çalışmada 1nolu kayıtçının birinci kanalında depolanan veriler kullanılmaktadır. 10 dakikada bir kaydedilen potansiyel farklarının ve toprak sıcaklıklarının günlük ortalamaları

alınarak (ekil 4.). 273 günlük veri setleri elde edilmiştir. Toprak sıcaklıklarına YSA uygulanmamıştır, yalnızca SP ile ilgili incelenmiştir. Ekil 4.'ten de görüldüğü gibi iki deprem kenarının ters olarak ilgili kili olduğu söylenebilir.



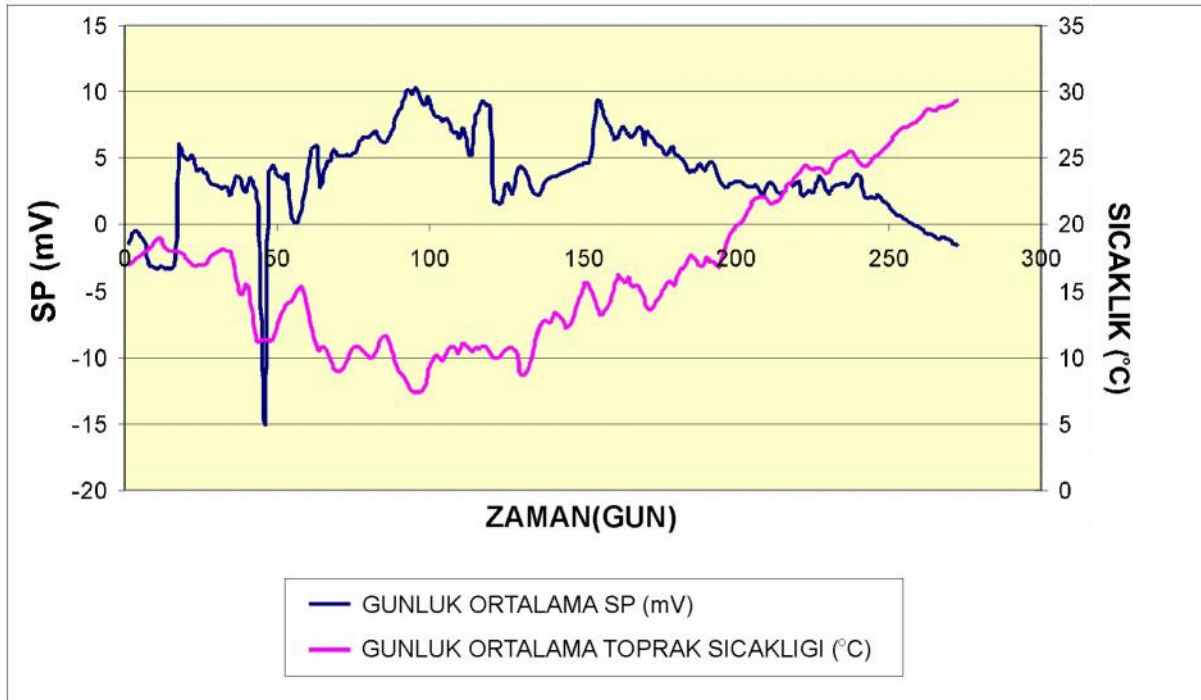
ekil 1. Çalışma alanı çevresinin tektonik elemanları (Ocakolu ve diğerlerinden depremlerinden depremlerini tir, 2005).



ekil 2. stasyonların haritadaki yeri



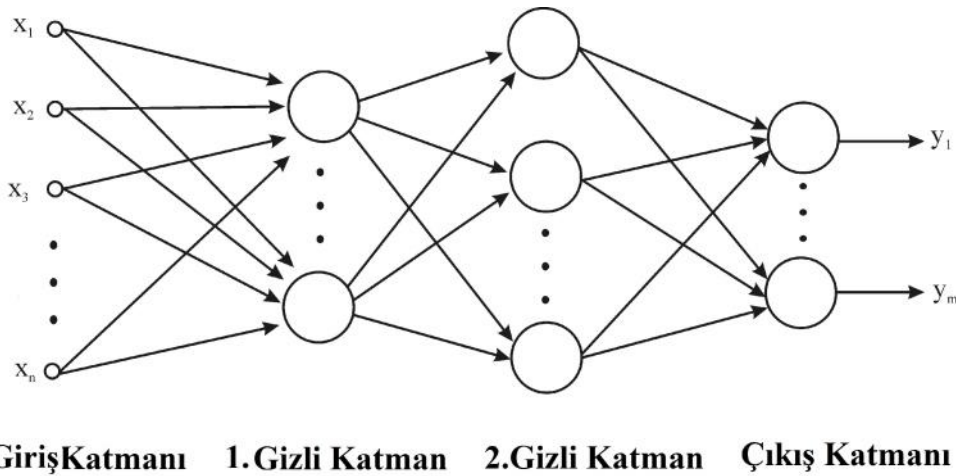
ekil 3. Sürekli SP ölçümü için kullanılan elektrodlar ve çalınma alanına konumlandırılması



ekil 4. Ölçülen değerlerden hesaplanan günlük ortalama SP ve sıcaklık değerleri

2. ÇOK KATMANLI ALGILAYICI AĞ YAPISI (ÇKA)

Yapay sinir ağlarında uygulama kolaylığı ve bir çok problemin çözümü açısından uygunluğu nedeniyle Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) ağ yapısı yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Bir girdi katmanı, bir ya da birden fazla gizli (ara) katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır (ekil 5.). Katmanlardaki nöronlar verilen girdiyi işleyerek ve diğer nöronlara ileterek istenilen çıktıya ulaşmayı sağlar. Verilen girdi vektörünün her elemanı ilgili ağırlık ile çarpılıp birbirine eklenerek net girdi hesaplanır. Nöronda hesaplanan net girdiyi çıktıya dönüştürmek için aktivasyon fonksiyonu kullanılır. ÇKA’da nöronlar iki katman arasında bağlantılıdır. Ancak aynı katmandaki nöronlar arasında bağlantı yoktur. Bu yapısı nedeniyle veri akışı girdi katmanından çıktı katmanına doğrudur. Ağırlıklar ağın çıktısı ile istenilen çıktının arasındaki farkın azaltılmasını sağlayacak yönde hesaplanır.



ekil 5. Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) ağ yapısı

ekil 5’ de görüldüğü gibi, gizli katmandaki j . nöronun çıktısı,

$$y_j = f\left(a = \sum_{i=1}^N w_{ji} * x_i + b_j\right) \quad (1)$$

olarak verilir. Bağlantıdaki, x_i girdi vektörü, w_{ji} i girdisi ve j nöronu arasındaki ağırlık değerleri, y_j j . nöronun çıktısı, b_j ise bias’tır. f ise aktivasyon fonksiyonudur. (Haykin, 1999). Ağırlık girdi ve çıktı seti ile elde edilerek gerçek çıktı ve arzu edilen çıktı arasındaki hatanın minimum olması istenir. Çıkış katmanındaki hata sinyali aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$e(n) = d(n) - y(n) \quad (2)$$

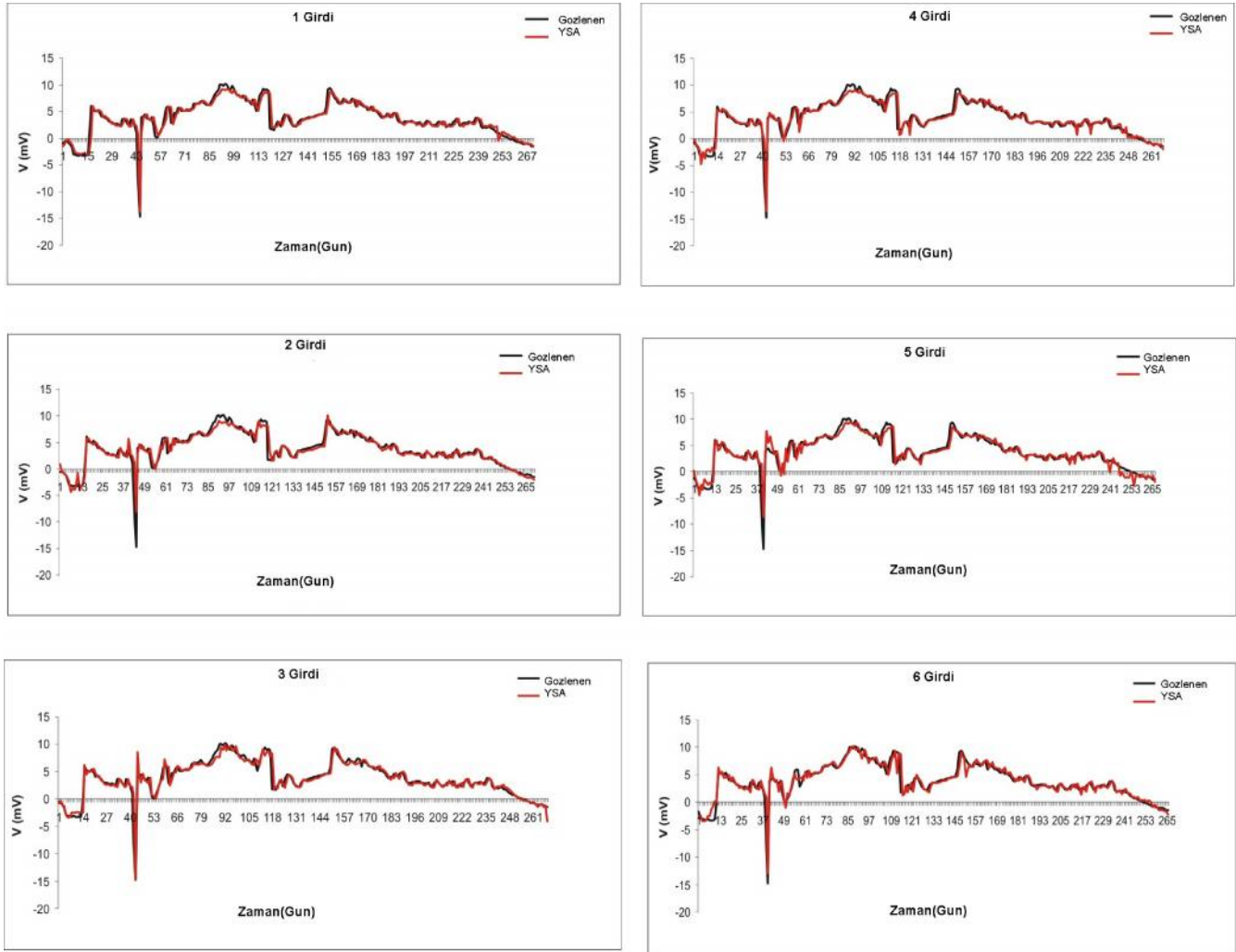
Burada $d_j(n)$ ve $y_j(n)$, n . örnek için sırasıyla çıkış katmanındaki arzulanan ve gerçek hata değerlerini belirtir.

3. YAPAY SINIR AĞLARI UYGULAMALARI

Öncelikle, 10 dakika aralıklarla toplanan verilerinin günlük ortalamaları hesaplanarak (ekil 6.) 273 adet günlük SP verisi elde edilmiştir. Hesaplanan günlük SP verilerinin %75’i eğitim, %25’i test olarak ikiye bölünmüştür. 205 günlük SP verisi sadece eğitim amacıyla kullanılmıştır. Gelecek günlük SP değerlerinin tahmin edilebilmesi için geçmişteki kaç verinin girdi olarak kullanılacağını saptamak gereklidir. Bu sebeple 6 ardışık girdi değerinin

İki (korelasyon) katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca her ardışık girdi deeri için YSA ile tahmin edilen ortalama günlük SP deeri ve beklenen çıktı deeri arasındaki hata hesaplanmıştır. Gözlenen günlük SP deeri ve YSA sonuçları ekil 6.'da görülmektedir. YSA uygulamalarında çeşitli gizli katman sayıları denemi bu gizli katmanlardaki nöron sayıları da deeri tirilmiştir. Denemeler sonunda en uygun a yapısı 2 katmanlı a yapısı olarak saptanmıştır.

Gözlenen ve Yapay Sinir A ları ile hesaplanan SP verileri arasındaki iki (korelasyon) katsayısı ve ortalama karekök hata (RMSE) miktarları hesaplanarak Tablo1.'de verilmiştir.



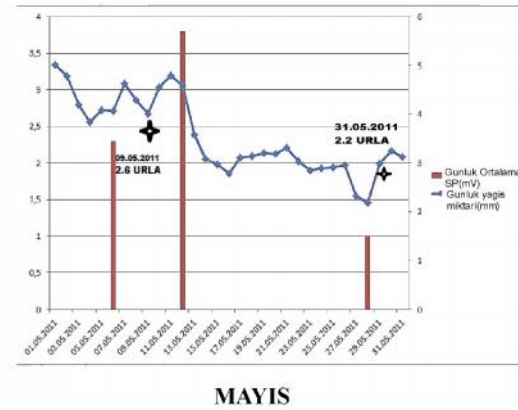
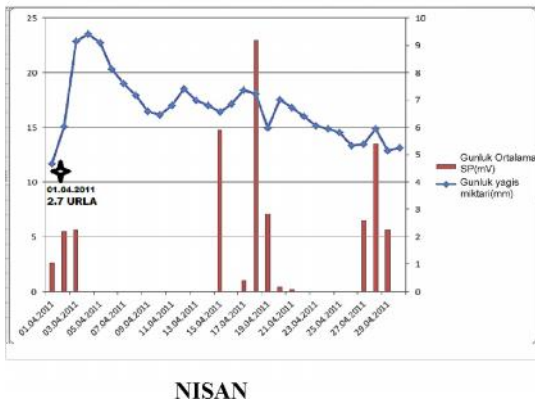
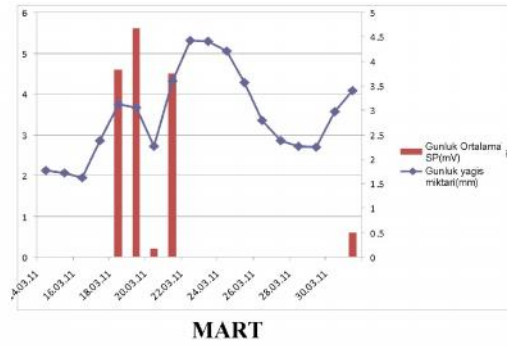
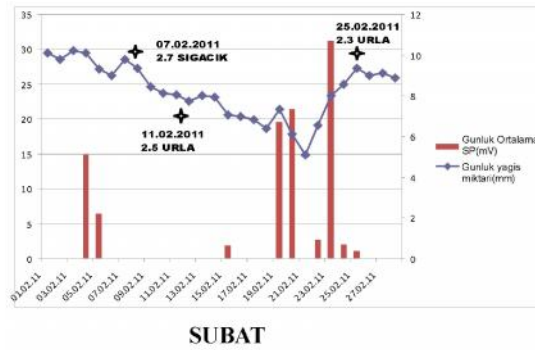
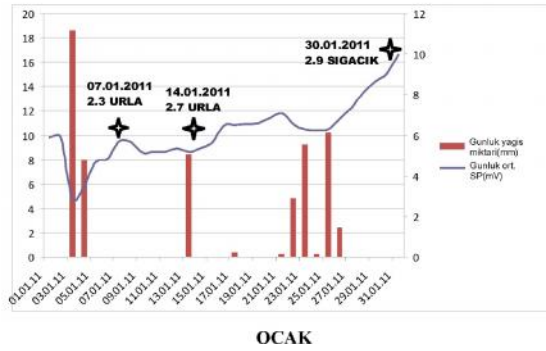
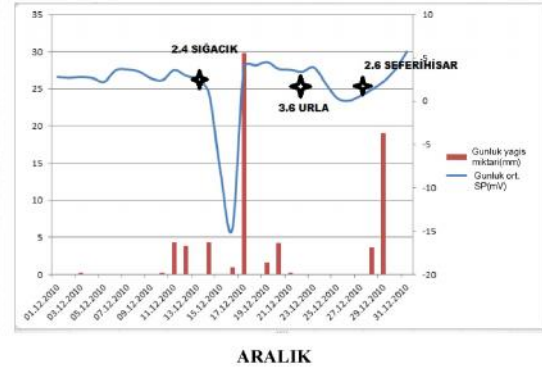
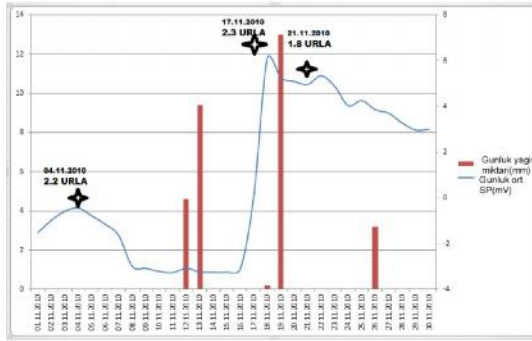
ekil 6. Gözlenen ve tahmin edilen günlük ortalama SP verileri

Tablo 1. Gözlenen ve tahmin edilen günlük ortalama SP verilerinin li ki katsayıları ve Ortalama karekök hataları

	<i>1 girdi</i>	<i>2 girdi</i>	<i>3 girdi</i>	<i>4 girdi</i>	<i>5 girdi</i>	<i>6 girdi</i>
Ortalama Karekök Hatalar (RMSE)	0.062	0.064	0.061	0.058	0.071	0.064
li ki Katsayıları	0.948	0.945	0.951	0.956	0.932	0.945

4. SP-GÜNLÜK YA İ MİKTARI VE DEPREM LİK S

273 gün için hesaplanan SP verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan bölgeye ait yağış miktarları (mm) ve Bozaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'ne bağlı, Ulusal Deprem İzleme Merkezi'nin resmi sitesinden alınan depremlerle karşılaştırılmıştır (ekil 7.). Grafiklenen büyüklüklerden günlük SP değerlerinin yağış olan zamanlarda arttığı görülmektedir. Ayrıca depremler öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında da SP değeri ekinde değişimler olmaktadır.



ekil 7. Günlük ortalama SP verileri, yağış miktarları ve yakın depremler (Kasım 2010-Mayıs 2011 arası).

SONUÇLAR

Bu çalı mada Yapay Sinir A ları Yöntemi, zmir - Urla – Demircili Köyü'nde zamana ba lı olarak 10 dakika aralıklarla toplanan SP verilerinin hesaplanan günlük ortalama de erlerine uygulanmı tır. A 6 farklı ardı ık girdi de erleriyle e itilmi ve test edilmi tir. YSA ile tahmin edilen de erler için ili ki katsayıları 0.93- 0.95 arasında de i mektedir. Hesaplanan ortalama karekök hatalar ise 0.058 ile 0.071 arasındadır. Yapılan analizlere göre en büyük ili ki katsayısı ve en küçük hata de erleri dördüncü YSA girdisinde elde edilmi tir.

Günlük ortalama SP ve yer sıcaklıkları 273 gün için hesaplanmı tır. ekil 4.'ten görüldü ü gibi bu iki de i ken zamanla birbirlerine göre ters de erler almaktadır. ekil 7. incelendi inde günlük SP de erlerinin ya ı olan zamanlarda arttı ı görülmektedir. Ayrıca depremler öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında da SP grafi inde de iimler olmaktadır. Bu da negatif ve pozitif iyon dengesinin gerilim de iiminden etkilendi ini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Haykin S.(1999). Neural Network: a Comprehensive Foundation, second ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

Ocakolu, N., Demirba , E. ve Ku çu, .(2005), Neotectonic structures in zmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology* **219**, 155– 171.

Sındırgı, P.(Proje koordinatörü) (2013). Investigation of seasonal and sismological changing effects with continuous geophysical monitoring, Dokuz Eylul Univ. reserch project, DEU rectorate, zmir, Turkey.