

İnternet Tabanlı Meteorolojik Ölçüm Cihazının Geliştirilmesi ve Performansının Belirlenmesi

Levent Gökrem¹ Mahmut Durgun^{2*} Yeliz Durgun³

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Müh.

² Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Müh.

³ İstanbul Medipol Üniversitesi, Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Bölümü

¹levent.gokrem@gop.edu.tr

²mahmutd@yandex.com

³mahmutd@yandex.com

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, kablosuz bileşenlere sahip, verilerini internet ortamında kaydedebilen, düşük güç harcayan, yenilebilir enerji kaynağı destekli meteorolojik ölçüm istasyonunun donanımını ve yazılımını geliştirmek ve cihazın performansı incelemektir. Yapılan tez çalışmasında ilk olarak, sensör devrelerini oluşturmak için gerekli sensörlerin tasarımları ve çalışma mantıkları oluşturulmuştur. Bunlara uygun hem mekanik hem de elektronik tasarımları yapılmıştır. Sonra oluşturulan devrelere uygun kablosuz haberleşme protokolü için çeşitli kablosuz haberleşme modülleri ve protokolleri üzerinde çalışmalar ve testler yapılmıştır. Daha sonra sensör ünitelerinden gelen verilerin internet ortamına aktarılabilmesi için gerekli olan merkez ünitesinin tasarımı ve haberleşmesi sağlanmıştır. Son olarak da kaydedilen verilerin uzaktan izlenebilmesi, üzerinde sorgulamalar yapılabilmesi ve görsel olarak analiz edilebilmesi için internet yazılımı oluşturulmuştur. Sonuç olarak kablosuz, ekonomik, kurulumu kolay ve modüler kullanımlı yeni bir meteorolojik ölçüm cihazı geliştirilmiş ve yapılan deneysel çalışmalarla performansı test edilmiştir. Bu çalışmanın bulut cihazlar üzerinde çalışma yapmayı amaçlayan araştırmacılara ve bu teknolojiyi öğrenmek isteyen akademik ve uygulama personeline yardımcı olacağı beklenmektedir.

1. Giriş

Elektronik donanımların, kablosuz ağ ve internet teknolojilerinin gelişmesi sayesinde küçük kablosuz cihazların her zaman her yerde bilgiye ulaşılabilmesi ve aktif olarak akıllı sensör ağlarının yaratılmasına katkıda bulunabilecek yeni bir çağın eşliğine gelinmiştir. Kablosuz sensörlerde internet veri tabanının kullanılması sonucunda bulut cihazların oluşması sağlanmıştır. Bulut sensör ise fiziksel olayları algılamak için sensör verilerinin uzak sunucularda saklanması, diğer sensör verileri ile etkileşim, dış verilerle ilişkilendirilmesi ve gerçek zamanlı olarak her noktadan her türlü cihazla bağlanmasıyla oluşturulan

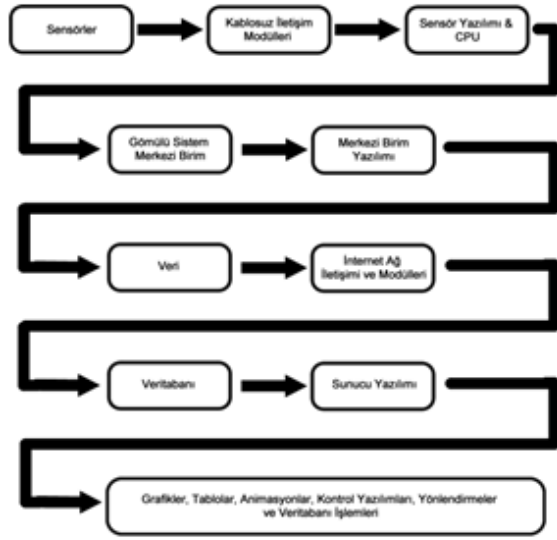
cihazlardır. Bulut cihazlar güvenilirlik, esneklik, etkin-maliyet ve kurulum kolaylığı gibi özelliklerinden dolayı geniş uygulama alanları bulacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen meteorolojik ölçüm istasyonu günümüzde bilim, tarım, eğitim, denizcilik, spor, havacılık, yenilebilir enerji kaynaklarının ölçümü, çevresel gözlem, akıllı binalar, afet yönetimi, yol durumunda ve benzeri alanlarda da kullanılmaktadır.

Bu çalışmada sıcaklık, nem, rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve yağış miktarı sensörü ile oluşturulmuş meteorolojik ölçüm cihazı geliştirilmiştir. Sensör verileri ile birlikte, zaman, cihaz ve dış veriler birleştirilerek anlık olarak bulut veri tabanına izlenebilirliği ve verimliliği artırmak için kaydedilmiştir. Veri tabanı sistemi analiz ve karar verme ve bilginin gösterimi için bir çatı sağlar. Veri tabanı sistemi için MySQL veri tabanı kullanılmıştır. Bu veriler uzaktaki kullanıcılara PHP ve JAVA programı ile hazırlanan arayüz çalışması ile ulaştırılmaktadır. Hazırlanan bu arayüzde kullanıcılara istenilen zaman aralığında veya gerçek zamanlı olarak sayısal veriler ve grafikler sunulmuştur. Bu sayede kullanıcıların zaman ve mekân problemi olmaksızın internete bağlı bilgisayar, telefon, tablet veya vb. cihazlar ile sensör değerlerinin değişimleri anlık olarak görebilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, kullanıcılar seçtikleri zaman aralığında seçilen parametrenin değişimini grafiksel olarak görülebilecek platform oluşturulmuştur..

Meteorolojik Ölçüm İstasyonu (MÖİ) sensörler, kablosuz iletişim modülleri, sensör yazılımı & CPU, gömülü sistem merkezi birim, merkezi işlem birim yazılımı, veri, internet erişimi sağlayan modüller, veri tabanı, sunucu yazılımı ve grafiksel ara yüzünden oluşmaktadır. Sistemin başarılı olması

için tüm bu bileşenlerin uyum içinde çalışması gerekmektedir. Hiçbir parça diğeri olmadan çalışmamaktadır. MÖİ on ana bileşene ayrılmış hali Şekil 1'de gösterilmektedir.

Tasarlanan sistem üzerinde yazılımlar, donanımlar, veriler ve kablosuz modülleri birleştirerek etkileşimli gerçek zamanlı bilgileri ve onlara ilişkilendirilmiş veri tablolarını görüntüleme, inceleme, sorgulama ve analiz etmeye imkân tanıyan internet tabanlı Java yazılımları oluşturulmuştur.



Şekil 1. MÖİ'nin temel bileşenleri

İklim, bir yerde uzun bir zaman periyodu içinde her gün gerçekleşen hava olaylarının toplamını ve ortalamasını ifade etmektedir. Eğer bugünün hava durumunu bilir ve bunun geçmişle farkını ortaya koyabilirsek, gelecek planlarımızı yapabiliriz [1]. Bu noktadan hareket ederek tüm çalışmamız boyunca dış ortamdan alınan verilerin hem gerçek zamanlı olarak izlenilmesini hem de geçmişe yönelik verilerin kayıt altında tutulması ve daha sonrası için analiz ve matematiksel hesaplamaları yapılarak hem grafiksel hem de veri olarak kullanıcıyı bilgilendirmesi sistemin temelini oluşturmuştur.

Meteorolojik verilerin toplanması ve analizini yapan çeşitli sistemler bulunmaktadır. Son zamanlarda tüm dünya için internet üzerinden ücretsiz olarak gerçek zamanlı sıcaklık, yağmur, rüzgâr hızı gibi meteorolojik verilere ulaşılabilmektedir. Fakat bu verilerin son kullanıcılar için faydalı hale getirilebilmesi için bazı yazılımsal işlemlerden geçirilmesi gerekliliği Burke ve ark. tarafından bahsedilmektedir. Burke ve ark. bu işlemleri sensör verilerini almak, rafine etmek, bu veriyi işlemek ve kullanıcının

ihtiyacına en uygun hale getirmek olarak özetlemiştir [2]. Bilgiye ulaşım ve bilginin sahipliği konusunda büyük sıkıntılar oluşmaktadır. Transfer edilen verilerin elde edilmesi daha sonra işlenmesi ve bilginin kullanımı her zaman bilgi sağlayan kurum veya kişilere bağlıdır. Eğer bilgi sağlayıcı erişimi kapatır veya değişiklik yaparsa tüm yazılım altyapısının tekrar yenilenmesi veya çalışmama durumu ortaya çıkmaktadır.

Meteorolojik hava olaylarında kullanılan sensörlerin verilerin saklanabilmesi için hafıza kartının gerekli olduğu belirtilmiştir [3]. Bilgiyi işleme ve saklama konusunda yaptıkları çalışmada veriye sahip olabilmek için bir kayıt ortamına ihtiyaç duydukları çalışmalarında görünmektedir. Bu kayıt edilen veriler genellikle hafıza kartlarına veya bellekler üzerinden yapılmaktadır. Yapılmak istenilen sistem hem daha fazla enerji sarfiyatına neden olması, daha karışık devreler içermesi, çalınma hırsızlık gibi durumlarda tüm verilerin kaybolması ve doğal koşullardan etkilenip sadece cihazın değil tüm verilerinde kaybedilme ihtimalini öngörememişlerdir. Yapılan çalışma bulut tabanlı sistem olduğu için veri ve zaman kaybı olmamaktadır.

Kullanıcıların herhangi bir nokta hakkında o noktanın verisi olmamasına rağmen enterpolasyon yardımı ile yorum yapabileceklerinden bahsetmektedirler. Çeşitli kaynaklardan topladıkları verileri servis odaklı mimari formunda tüm istemci platformlarında kullanılabilir bir standartta verdiklerini anlatılmaktadır. Enterpolasyon işlemini gerçek zamanlı uygulamaya yakın şekilde yaptıklarından bahsetmektedirler. Mimarilerini sensör gözleme servisi, hesaplama servisi ve web işleme servisi olmak üzere üç servise ayırdıklarını anlatılmaktadır. Eksik olarak kullanıcı ve dış verilerden gelecek parametrelere uygun analizi göz ardı etmeleri gösterilebilir [4]. Örneğin aydınlanma süresinin grafiğinin 1 önceki gün ile karşılaştırılmasında veya meteoroloji verilerinin Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan dış veri ile karşılaştırılması gerektiğinde sistem büyük eksiklikler içermektedir.

Gerçek zamanlı MÖİ için Özdilek ve Şeker web tabanlı bir sistem önermişlerdir. Amaçları değişik kaynaklardan toplanmış çeşitli formatlardaki hava durumu verisini kullanarak bir hava durumu işleme sistemi oluşturmaktır. Ana farklılıklardan biri çalışmalarında ölçeklenebilir vektörel grafikler yani SVG formatı kullanmalarıdır. Çalışmalarında SVG harita sunucusu komponentini veri tabanından SVG imajları oluşturmak için programlamışlardır. Bunlara Java Script ya da diğer Script dilleri içindeki programlanmış kullanıcı arayüzü elementlerinden tetiklenebilecek basit interaktivite eklemiştirler. Harita sunucusu bileşeni

hazırlanmış veri tabanı yapısına ulaşabilen ve veri tabanında saklanan veriyi kullanarak SVG resimleri üretebilen bir grup PHP kod parçacığıdır. Harita sunucusu web sayfalarındaki haritaları anında (on the fly) üretir. Önerilen teknikte harita kısmındaki dinamiklik sağlanmış olmakla bu kısmın veri alma ve işleme kısmı ile ilgili senkronizasyonuna çözüm önerisi getirilmemiştir [5].

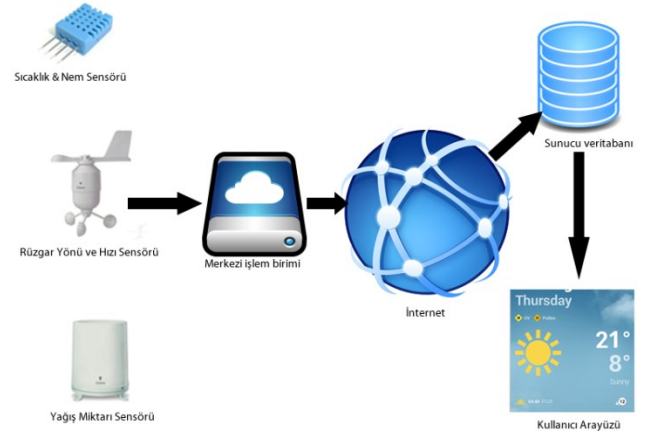
Mcpherson ve ark. nın çalışmaları tüm bir uygulama ve detaylı açıklamasını ham verinin toplanmasından işlenip gösterimine kadar anlatır. Çok amaçlı olarak kurulan ağ olan Oklahoma Mesonet her 5 dakikada bir veri gönderen yeryüzü izleme istasyonlarını kontrol eder. 1994'ten beri Oklahoma Mesonet 3.5 milyar hava ve toprak örneği toplamış ve milyonlarca karar destek ürünü üretmiştir. Mesonet'teki analizler yalnızca sabit boyutlu bir resim olarak kullanıcılara sunulmuştur. MÖİ için bir bilgi ile ilişkisi kurulamamıştır [6]. Fakat bu kısımda bizim için referans noktamız birçok noktadan gelen verinin işlenip kullanıcı için nasıl kullanılabilir hale getirildiğidir.

Bu mevcut meteoroloji bilgi sistemleri incelendiğinde önemli eksikliklere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bazıları gerçek zamanlı meteoroloji verisi işleyemez, bazıları ise web tabanlı olarak değil sadece masaüstü uygulaması olarak çalışır, bazıları ise jeostatistiksel analiz metotlarını kullanmamaktadırlar. Çoğu sadece tek yönlü çalışır ve kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktırlar. Genellikle sistem kullanıcılara sadece statik olarak önceden yayınlanmış resimleri gösterirler. Bu nedenlerden dolayı bu sistemler karar destek sistemi olarak kullanılmak için çok uygun değildirler. Bu çalışmadaki önerilecek sistem web tabanlı gerçek zamanlı analiz ve izlemeyi sağlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

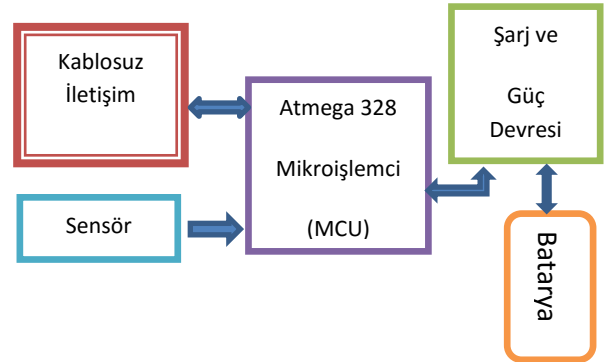
Meteorolojik ölçüm için tasarlanan sistem, kablosuz sensör devresi, iletişimi sağlayan merkezi işlem birimi, internet sunucusu, veri tabanı ve web yazılımından oluşmaktadır. Kablosuz iletişim devresi; dış ortamdan aldığı sıcaklık, nem, rüzgâr ve yağış sensör verilerini merkezi işlem birimine gönderimini sağlayan elektronik bileşendir.

Merkezi işlem birimi devresi; dış ortamda bulunan kablosuz sensör devrelerinden gönderilen verilerin ayrıştırılması ve sunucuya erişimi sağlayan kısımdır. İnternet sunucusu; sensör ve kullanıcı verilerinin kaydedildiği, kullanıcı için arayüz oluşturulan ve üzerinde işlem yapmamıza imkân tanıyan internet tabanlı yazılım ara yüzüdür.



Şekil 2. Meteorolojik ölçüm cihazı sistemi

Çalışmada MÖİ ile sıcaklık, nem, çığ noktası, rüzgâr hızı, yönü ve yağış miktarı ölçümlerini yapabilen sensörler ve tasarımları gerçekleştirilmiştir. Sensör devreleri içerisinde Şekil 2'de görüldüğü gibi içerisinde mikroişlemci, kablosuz iletişim modülü, sensör devresi ve enerji tüketimini minimum seviyede tutabilmek, güneş enerjisi ile şarj edebilmek için güç devresi tasarımı bulunmaktadır.



Şekil 3. Kablosuz sensör devresinin genel görünümü

Şekil 3'te kablosuz sensör devresinin genel görünümü verilmiştir. Devrede sensör olarak DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, kontrol amacıyla ise mikro denetleyici kullanılmıştır. DHT11 içerisinde dijital sinyal çıkışı ve sıcaklık - nem sensörü devrelerini içermektedir [7]. Elektronik devre tasarımında kullanılan mikroişlemci ATmega328 ATMEL firması tarafından megaAVR serisi olarak üretilmiştir. Yüksek performanslı 8-bit RISC tipi bir işlemcidir. 32 Kb ISP flash hafızaya sahiptir. İşlemcide işlenmiş verilerin algılayıcı ağına dâhil bir başka düğüme ulaştırılması amacıyla RF kanalından gönderilmesi işlemini ve karşı tarafta algılanıp işlemciye ulaştırılması işlemini yapan birimdir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada gerçek zamanlı olarak ham veriyi almak, bu veriyi analiz etmek, istatistiksel ve grafiksel analizleri yapmak ve sonuçları yayınlamak için dinamik bir ölçüm sistemi önerilmiştir. Önerilen ölçüm sistemi sayesinde mevcut sistemlerin; analiz sonuçlarının sadece belirli aralıklarla güncellenmesi, kullanıcıların özel isteklerini karşılayamaması ve veriler ve analiz sonuçlarını ifade eden haritaların statik olarak sabit bir resim formatında yayınlanması gibi dezavantajları giderilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen bilgi sistemi son kullanıcıların anlık olarak gerçek zamanlı verilere ve analiz sonuçlarına web üzerinden ulaşabilmesine imkân sağlamaktadır. Güncel veriler sunucuya ulaşır ulaşmaz gerçek zamanlı olarak analizini yapılmasını, grafiklendirilmesini, son kullanıcıların geçmiş tarihli verilere ulaşmasını ve taleplerine uygun analizlerin gerçekleşmesini sağlayacak metod ve algoritmalar önerilmektedir.

“Meteorolojik Ölçüm İstasyonu” bilgi sistemi isimli çalışmanın tasarımı ve uygulanması yapılmıştır. İlk aşamada “Elektronik kart ve kablosuz sensör devreleri” tasarımı yapılmış. Bu sistem sayesinde mevcut sistemlere alternatif olarak sensörler, hem kablosuz yapıya kavuşmuş hem de çok sayıda sensör çeşidinin sisteme entegre edilmesi sağlanmıştır.

İkinci aşamada tasarımı yapılan sisteme yazılımlar ve eklentilere eklenerek analiz sonuçlarının sadece değer olarak değil, hesaplamalar ve analiz sonuçlarını ifade eden grafiksel olarak yayınlanması gibi yenilikler eklenmiştir. Uygulama aşamasında geliştirilen yazılım ve donanım sayesinde yukarıda tasarlanan sistemlerin uygulanması ve simülasyonu yapılmıştır.

Dolayısı ile amaçlanan ve kurulan meteorolojik ölçüm istasyonu kablolu ölçüm sistemlerine göre önemli bir üstünlükleri bu tezle ortaya çıkarılmış ve sunulmuştur. Bunlara ek olarak özel kodlar geliştirilerek yeni sistem tasarımı ve uygulanması yeni projelere ve çalışmalara öncülük edilmesi planlanmaktadır. Sensör çeşitlerinde değişiklikler yapılarak farklı amaçlara hizmet eden ölçüm sistemleri gerçekleştirilebilmesi mümkündür.

Tasarım tamamlanıp devreler ve montajlar gerçekleştirildiğinde Gaziosmanpaşa Üniversitesinde arazisinde ITAPIC AB projesi kapsamındaki projenin kovan alanına yerleştirdiğimiz

MÖİ ile meteorolojik veriler ölçülerek anlık değişimleri izlenmiştir. Böylelikle tasarımın doğruluğunun sağlanması yapılmıştır. Ölçüm verileri Internet üzerinde smartbeehive.net adresine ve weatherlogger.net adresine gönderilerek verilerin uzak sunucuda saklanması sağlanmıştır.

4. Kaynaklar

1. Obasi, G.O.P. 2001. WMO-No 920, WMO Statement On The Status Of The Global Climate, Geneva, Switzerland.
2. Burke, D. and Dodd, P. 2009. Easy Access to Near Real-Time Data, ArcUser Magazine Spring, Mart, s. 36-38.
3. Krebs M., 2011, Active Data Logger, Master Thesis, Master Thesis Institute of Mobile and Distributed Systems, School of Engineering University of Applied Sciences, Northwestern Switzerland.
4. Williams, M., Cornford, D., Bastin, L., Jones, R. and Parker, S. 2010. Automatic Processing, Quality Assurance And Serving Of Real-Time Weather Data, Elsevier Computers and Geosciences.
5. Özdilek, O. and Şeker D.Z., 2004. A Web-Based Application for Real-Time GIS, XXth ISPRS Congress, İstanbul, Turkey, 12-23 Temmuz, 1-5.
6. Mcpherson, R. A. and Fiebrich, C.A. 2007. Statewide Monitoring of the Mesoscale Environment: A Technical Update on the Oklahoma Mesonet, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Mart, s. 301-321.
7. Mikropic, 2012. Micropic DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü Online Dökümanı, <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>
8. Anonim, 2009a. Zigbee e-learning. <http://www.jennic.com/elearning/zigbee/index.htm>, Erişim Tarihi: 15.04.2010