

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GERÇEK ZAMANLI METEOROLOJİ VERİLERİNİN TOPLANMASI,
ANALİZİ VE HARİTALANMASI**

Serhat TURAL

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GERÇEK ZAMANLI METEOROLOJİ VERİLERİNİN TOPLANMASI, ANALİZİ VE HARİTALANMASI

Serhat TURAL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Refik Samet

Gerçek zamanlı meteoroloji verilerine, analiz sonuçlarına ve haritalarına ulaşmak için çok sayıda web tabanlı sistem mevcuttur. Bu sistemler kullanıcıların isteklerini tam anlamıyla karşılayamamakta ve bazı dezavantajlara sahiptirler. Bu sistemlerin en önemli dezavantajı verilerin ve analiz sonuçlarının sadece belirli aralıklarla (otuz dakika, bir saat, altı saat, bir gün vb.) güncellenmesidir. Bu nedenle belirli aralıklarda meteorolojik verilerde yer alan değişikliklere son kullanıcılar anında ulaşamamaktadırlar. Mevcut sistemlerin ikinci en önemli dezavantajı kullanıcıların özel isteklerini karşılayacak, çift yönlü olarak çalışacak, interaktif sistemler olmamalarıdır. Yani son kullanıcıların taleplerine uygun geçmiş tarihli verilere ulaşamamakta, analizleri yapılamamakta ve haritalar görüntülenememektedir. Üçüncü dezavantajı ise veriler ve analiz sonuçlarını ifade eden haritaların statik olarak sabit bir resim formatında yayınlanmasıdır. Bu da yakınlaştırma, uzaklaştırma, katmanlı veri gösterimi vb. olanaklar sağlamamaktadır. Bu çalışmada, yukarıda belirtilen dezavantajların giderilmesi için katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen bilgi sistemi son kullanıcıların anlık olarak gerçek zamanlı verilere ve analiz sonuçlarına web üzerinden ulaşabilmesini sağlar. Sistem meteoroloji istasyonlarından gelen gerçek zamanlı ham veriyi alır, bu veriyi önışlemeden geçirerek coğrafi veri tabanına kaydeder. Veri tabanındaki veri işlenerek servis odaklı mimariye uygun, web servisi olarak yayınlanmakta ve herhangi bir masaüstü, mobil ya da web uygulaması tarafından görüntülenebilir ve kullanılabilir hale getirilmektedir. Bu sistemin getirdiği en önemli yenilik güncel veriler sunucuya ulaşır ulaşmaz gerçek zamanlı olarak analizinin yapılması ve haritalanmasıdır. Bu yenilik değişmeyen verinin gereksiz yere sabit zaman aralıkları ile analiz yapılmasının önüne geçer. Meteoroloji istasyonlarından güncel veri geldiğinde analiz ve harita yenilenir. Bu yeniliklerle son kullanıcılar anlık olarak internet üzerinden güncel verilere ulaşır. Bunun dışında, bu çalışma kapsamında geliştirilen bilgi sistemi son kullanıcılara geçmiş tarihli verilere ulaşmalarını, taleplerine uygun analizlerin yapılmasını ve haritalanmasını sağlar. Bu çalışmanın katkılarından biri de haritaların dinamik olmasıdır, yani yakınlaştırma, uzaklaştırma, katmanlı veri gösterimi vb. özellikler taşımasıdır. Verilerin yönetimi ve analizleri ile ilgili bütün işlemler sunucu tarafı yapıldığı için kullanıcıların kendi bilgisayarlarında web tarayıcısı dışında herhangi bir uygulama çalıştırmalarına gerek kalmaz.

Mart 2011, 62 sayfa

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Enterpolasyon Teknikleri, Jeostatistiksel Analiz, Gerçek Zamanlı Veri İşleme, Haritalama, İstatistiksel Analiz, Kriging, Meteoroloji Verileri, Web Tabanlı Bilgi Sistemi.

ABSTRACT

Master Thesis

ACQUISITION, ANALYSIS AND MAPPING OF THE METEOROLOGICAL DATA

Serhat TURAL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Computer Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Refik Samet

There are a lot of web based information systems to reach meteorological information, analysis results and maps. These systems cannot fully meet the needs of users and have some disadvantages. The most important insufficiency of these systems is updating of data and analysis results in determined periods (like thirty minutes, one hour, six hour, one day, etc.). So end users, who use a system like this, cannot reach the meteorological data changes in period ranges. The second important insufficiency of the existing systems is that they cannot meet special requests of the end users interactively. In other words, meteorological data that is fulfilling the demands of end users, cannot analyze and perform mapping. The third insufficiency is publication of images in a static image format. Therefore, facilities like the zoom in, zoom out, layered data representation, and so on cannot be provided. This study aimed to eliminate the above-mentioned insufficiencies. A real-time meteorological data analysis and mapping information system is proposed. This system makes real-time data and the results of analysis available through all end users. It captures the real-time meteorological data from meteorological stations, pushes these data into geodatabase and publishes the raw data and the results of analysis through server as a web mapping service that can be accepted by any desktop and web applications. The system takes the raw data in real time from meteorological stations then preprocesses raw data and stores on the geographic database. The information on the geographic database is processed to serve as a web service and it can be visualize and use by any desktop, mobile or web applications. One of contributions of the proposed system is executing the real-time analysis and mapping operations whenever the latest real-time meteorological data arrive to the system via a determined protocol from meteorological stations. This contribution allows the system to store, analyze and map each meteorological data once. Other contribution is related to mapping operations. Proposed system creates the map for certain data and for the results of analysis and renews each time when the data is changed. Due to these contributions proposed information system allows the end users to get newest metrological information in instant. Besides, because these operations are performed on the server side, any end user can use them without the need for custom code.

March 2011, 62 pages

Key Words: Geographical Information System, Interpolation Methods, Geostatistical Analysis, Real-Time Data Processing, Mapping, Statistical Analysis, Kriging, Meteorological Data, Web Based Information System.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen,engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren ve akademik ortamda olduğu kadar beşeri ilişkilerde de engen fikirleriyle yetişme ve gelişmeye katkıda bulunan Ankara Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Öğretim Üyesi Sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Refik Samet’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Serhat TURAL

Ankara, Mart 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. MEVCUT ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ.....	8
3. GERÇEK ZAMANLI METEORLOJİK VERİLERİN TOPLANMASI, ANALİZİ VE HARİTALANMASI BİLGİ SİSTEMİ TASARIMI	12
3.1 Tek Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sistemi Tasarımı	12
3.1.1 Veri formatının dönüştürülmesi, önileme ve ham veriyi kaydetme (Veri Önileme Modülü)	14
3.1.2 Analiz işlemleri (Analiz Modülü).....	16
3.1.3 İstatiksel analiz	18
3.1.4 Jeostatiksel analiz.....	19
3.1.4.1 Ters Ağırlıklı Mesafe (IDW) yöntemi.....	19
3.1.4.2 Doğal Komşuluk Enterpolasyon Tekniği (Natural Neighbors Interpolation).....	20
3.1.4.3 Spline Enterpolasyon Tekniği	21
3.1.4.4 Kriging Yöntemi.....	21
3.1.5 Harita dokümanını web servisi olarak yayınlama (Yayınlama Modülü)	24
3.1.6 Son kullanıcılar için web tabanlı harita uygulaması (Kullanıcı Arayüzü Modülü).....	24
3.2 Çift Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sistemi Tasarımı	25
3.2.1 Analiz modülündeki farklılıklar	27
3.2.2 Kullanıcı arayüz modülündeki farklılıklar	27

4. GERÇEK ZAMANLI METEORLOJİK VERİLERİN TOPLANMASI, ANALİZİ VE HARİTALANMASI BİLGİ SİSTEMİNİN UYGULANMASI.	28
4.1 Tek Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sisteminin Uygulanması	28
4.1.1 Uygulama platformu	28
4.1.2 Simülasyon verisi.....	28
4.1.3 Coğrafi veri tabanı tabloları.....	30
4.1.4 İstatiksel analiz	31
4.1.5 Harita dokümanı	32
4.1.6 Jeostatiksel analiz.....	34
4.1.7 Harita servisi.....	35
4.1.8 Web tabanlı harita uygulaması.....	36
4.1.9 Gerçek zamanlı veri denetleyicisi	37
4.1.10 Uygulama sonuçları.....	38
4.2 Çift Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sisteminin Uygulanması	41
4.2.1 Dinamik analiz gerçekleştirimi	41
4.2.2 Web tabanlı harita uygulamasındaki değişiklikler	43
5. SONUÇ.....	46
KAYNAKLAR	48
EK 1 Tasarlanan Bilgi Sisteminin Kod Örnekleri	52
ÖZGEÇMİŞ.....	62

SİMGELER DİZİNİ

ArcObjects	C++’da yazılmış bağımsız yazılım bileşenleri platformudur
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CSV	Comma Separated Values (Virgülle Ayrılmış Değerler)
IDW	Inverse Distance Weighted (Ters Ağırlıklı Mesafe)
KML	Keyhole Markup Language
OGC	Open Geospatial Consortium (Açık Coğrafi Veri Konsorsiyumu)
SOA	Service Oriented Architecture (Servis Odaklı Mimari)
SOAP	Simple Object Access Protocol (Basit Nesne Erişim Protokolü)
SVG	Scalable Vector Graphics (Ölçeklenebilir Vektörel Grafikler)
REST	Representational State Transfer (Temsilsel Durum Transferi)
RIA	Rich Internet Application (Zengin İçerikli İnternet Uygulaması)
SPI	Standart Yağış İndeksi
XML	Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)

ŞEKİLLER DİZİNİ

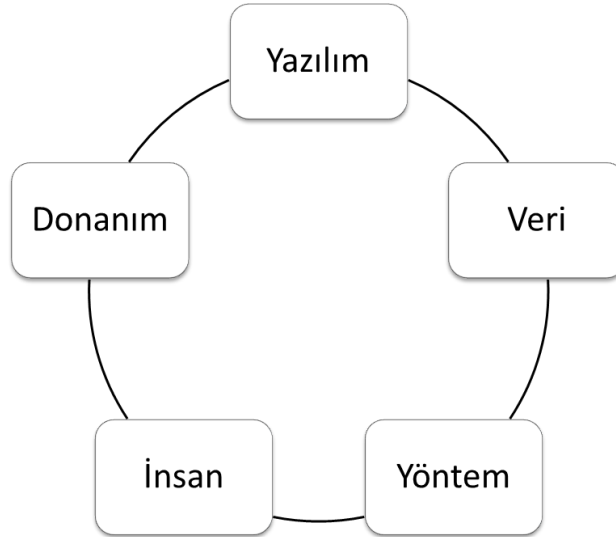
Şekil 1.1 CBS'nin temel bileşenleri	1
Şekil 3.1 Tek yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sisteminin mimarisi.....	13
Şekil 3.2 Spline enterpolasyon yöntemi (ESRI 2002).	21
Şekil 3.3 Çift yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sisteminin mimarisi.....	26
Şekil 4.1 Harita dokümanı	33
Şekil 4.2 Gri tonlamalı ve renklendirilmiş raster veri örnekleri	35
Şekil 4.3 Web tabanlı harita uygulaması.....	37
Şekil 4.4 Çift yönlü sistemin akış modeli	42
Şekil 4.5 Çift yönlü web uygulamasının açılış görüntüsü	44
Şekil 4.6 Analize gönderilen parametre girişi.....	44
Şekil 4.7 Çift yönlü web uygulamasında parametreye göre çıkan analiz görüntüsü	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çeşitli variogram modelleri	23
Çizelge 4.1 İstasyon bilgileri.....	28
Çizelge 4.2 Son saatlik meteoroloji verisi.....	29
Çizelge 4.3 CSV dosyası örneği.....	29
Çizelge 4.4 Okunan verilerin depolandığı coğrafi veri tabanı tablo formatı	30
Çizelge 4.5 Okunan verilerin depolandığı coğrafi veri tabanı tablo içeriği örneği.....	31
Çizelge 4.6 Günlük sıcaklık değerlerinin istatistiksel analizi	32
Çizelge 4.7 Uygulama sonuçları	39

1. GİRİŞ

Bilgi teknolojileri günümüzde büyük önem taşımaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) buna paralel olarak önem kazanmış ve tüm dünyada popüler bir konu haline gelmiştir. CBS karar verme ve çeşitli karmaşık bilgi kümelerini birleştirerek yapılan iletişimde verimliliği artırmak için kullanılır. Bu sistemler analiz ve coğrafi bilginin gösterimi için bir çatı sağlar (Harding, 2007). CBS beş ana bileşene ayrılır (Şekil 1.1): donanım, yazılım, veri, insanlar ve yöntem. Sistemin başarılı olması için tüm bu bileşenlerin uyum içinde çalışması gerekir. Hiçbir parça diğeri olmadan çalışamaz (Anonymous, 2004).



Şekil 1.1 CBS'nin temel bileşenleri

a) Donanım (Hardware): CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector) gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. Bugün bir çok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok değişik donanımlar mevcuttur.

b) Yazılım (Software): Diğ er bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalar dır. Yazılımların pek çoğunun ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında  niversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir. CBS'ye yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır; a) Coğrafik veri/bilgi girişi ve işlemi için gerekli araçları bulundurması, b) Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak, c) Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli, d) Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara-yüz deşteği olmalıdır.

c) Veri (Data): CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri de veridir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğ er veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50'den fazlası veri toplamak için gerekmektedir.

d) İnsanlar (People): CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına

ve konuma bağı her türlü analiz için CBS'yi kullanabilme yeteneklerini artırmaya ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olabilecektir.

e) Yöntemler (Methods): Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metodların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir (Durak, 2008).

CBS yazılım, donanım, veri ve insanı birleştirerek etkileşimli haritalar üzerinde; coğrafi bilgileri ve onlara ilişkilendirilmiş veri tablolarını görüntüleme, inceleme, sorgulama ve analiz etmeye imkan tanıyan komple bir sistemdir. İklim, bir yerde uzun bir zaman periyodu içinde her gün gerçekleşen hava olaylarının toplamını ve ortalamasını ifade eder. Eğer bu günün hava durumunu bilir ve bunun geçmişle farkını ortaya koyabilirsek, gelecek planlarımızı yapabiliriz (Obasi G.O.P, 2001).

Son yıllarda neredeyse her gün bir gazete veya dergi almıyoruz ki içinde küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili bir haber olmasın. Öte yandan ekstrem iklim olaylarının toplum üzerine güçlü etkisi vardır ve ortalamalardaki küçük değişiklikler ekstremlerin görülme olasılığında büyük değişikliklere sebep olur. Bu nedenle günümüzde klimatolojik uygulamalarda veri analizi ve bu analizlerin son kullanıcıya kaliteli bir şekilde sunulması çok önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda CBS yazılımları (ArcGIS) kullanılmaya başlanmıştır.

Klimatolojik uygulamalarda ArcGIS kullanılan alanlar şunlardır: Aylık, mevsimlik ve yıllık sıcaklık analizleri, ısıtma ve soğutma gün dereceleri analizleri, iklim indisleri görüntüleme çalışmaları, Türkiye İklim Atlasının güncellenmesi çalışmaları, çeşitli İklim sınıflandırma yöntemlerine göre Türkiye'nin iklim sınıflandırmaları, tematik haritalarla istasyon sınıflandırma ve sorgulama çalışmaları. Yukarıda saydığımız

ArcGIS uygulama alanları her geçen gün genişleyerek devam etmektedir. Bu şekilde kullanıcılara yaşadıkları yerin iklimi hakkında daha kaliteli ve kolay anlaşılabilir bilgiler sunulmaktadır (Sensoy vd. 2007).

Günümüzde hidroloji, tarım, ekoloji, orman yönetimi, meteoroloji vb. birçok farklı disiplinde yürütülen çalışmalarda değişik iklim parametreleri kullanılmaktadır. Doğru iklimsel veriler ancak noktasal olarak, meteoroloji gözlem istasyonlarının bulunduğu yerlerden elde edilebilmektedir. Oysaki birçok çalışmada alansal dağılım özelliği gösteren iklim parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden günümüzde, noktasal gözlem değerlerinden faydalanarak alansal dağılım özelliği gösteren iklim veri katmanlarının üretilmesine yönelik ihtiyaç ve ilgi giderek artış göstermektedir. Konumsal veri tabanı uygulamalarının vazgeçilmez bir parçası olan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) iklim çalışmalarında kullanılması kaçınılmaz bir hal almıştır. Bu çalışmada, giderek artan talepler karşısında alansal dağılım özelliği gösteren iklim veri katmanlarının CBS kapsamında üretilmesine ve kullanım imkanlarına genel bir bakış getirilmeye çalışılmıştır (Güler ve Kara 2007).

Çeşitli meteoroloji parametrelerinin (sıcaklık, nem, rüzgâr hızı, yağmur oranı, vb.) değerleri çeşitli coğrafi mekânlarda bulunan istasyonlar aracılığı ile gerçek zaman ölçeğinde ölçülerek ön işlem için internet yardımı ile bilgi işlem merkezlerine iletilir. Gelen bu ham veriler kullanıcılar için fazla anlam taşımazken, kullanıcılara anlamlı bir şeyler ifade edebilmesi için uygun şekilde işlenmeleri gerekir. Bu çalışmamızdaki amaçlarımızdan biri de istasyonlardan gelecek bu verilerin standartlaşması ve analize uygun hale gelmesidir. Bu çalışmada getirilen iyileştirmelerden biri belirli bir periyot ile haftalık, aylık, mevsimlik ve yıllık olarak yapılan bu analizleri, sürekli olarak istasyonlardan gelen verinin periyoduna bağlı kalarak, gerçek zamanlı olarak o anda analizinin yapılması ve web ortamında haritaya yansıtılmasıdır. Yapılan standartlaşma ve analiz çalışmalarının sonucu olarak mobil ve diğer ortamlarda da çalışmanın genişlemesi ve diğer analizler için de altyapı oluşturmak hedeflenmiştir. Kullanıcı ile etkileşimli olabilmesi ve kullanıcının belirleyebileceği girdilerle analiz yapılmasına imkân sağlanması diğer sistemlerden farklı olarak bu çalışmada gerçekleştirilmiştir.

Yaşadığımız çağda anlık bilgi o kadar önemlidir ki artık insanların ihtiyacı bir fare tıklamasında kendilerine gerekli olan veriye ulaşmak olmuştur. Hava durumu yaşamımızda gıda üretiminden enerji üretimine, halk güvenliğinden, ulaşımına kadar her alana etki eder. Bu yüzden etkileri çok geniş bir alanda olabilir. Meteorolojik bilgi insanlar için günün her dakikası için bile önemlidir. İnsanlar bulundukları bölgeye, ülkeye, iklime, araziye bağlı olarak hızlı ve kolay şekilde meteoroloji bilgisine ihtiyaç duyarlar. Meteorolojik koşulların şiddetli olduğu durumlarda insanların can ve mallarının büyük zarara uğraması çok rastlanan bir olaydır. Fakat gerçek zamanlı meteorolojik hava gözlemleri ve CBS ile ortaklaşa çalışan karar destek sistemleri sayesinde önceden uyarı, planlama ve tedbir alma önemli ölçüde artırılabilir (Copey, 2000). Bu çalışmanın amacı da gerçek zamanlı meteorolojik bilgiden yararlanılarak insanlara daha doğru ve hızlı karar vermeleri konusunda yardımcı olmaktır.

İnsanlar için en güncel meteorolojik bilgiye ulaşmanın en kolay yolu web tabanlı bir bilgi sistemidir. Bu doğrultuda yapılmış birçok mevcut çalışma gerçek zamanlı olarak çalışmamakta, kullanıcılardan girdiler alıp bu girdilere göre analizleri şekillendirememekte ve interaktif harita özelliklerinden yoksun statik resim gösterimi şeklinde çalışabilmektedir.

Bu sistemlerin ilk dezavantajı statik bir analiz periyodu belirleyip verileri bu analiz periyoduna göre işlemeleridir. Var olan bilgi ve karar destek sistemleri daha önceden sistemde tanımlanmış zaman aralıkları ile analiz ve haritalama operasyonlarını gerçekleştirirler (Özdilek ve Şeker 2004, Mcpherson vd. 2007). Statik analiz periyodları 30 dakika, 1 saat, 12 saat, 1 gün, 1 hafta, 1 ay gibi süreler olabilir. İşte bu sistemler çevrimdışı (offline) olarak çalışırken, hava durumundaki değişiklikler çok keskin ve fazla olabilir. Bu gibi durumlarda bu sistemleri kullanan insanlar kendileri için kritik öneme sahip anlık meteorolojik veriye anında ulaşamazlar. Bunun bir sonucu da veri depolama ve işlemci gücünün gereksiz kullanılmasıdır. Örneğin, var olan bir bilgi sisteminde verilerin analiz ve haritalanma periyodunun 1 saat olduğu düşünölsün. Fakat meteoroloji istasyonlarından gelen ham verinin periyodunun 6 saat olarak belirlendiğı ya da değıştirildiğı kabul edilsin. Bu durumda verilerin saklanması, analizi ve haritalanması 6 defa tekrar edilecektir. İlk periyodda doğru şekilde sistem çalışmış

olacak fakat diğ er 5 işlem gereksiz yere tekrarlar olacaktır. Bunun sonucunda veriler ve analiz sonuçları veri tabanında tekrarlanmış olacak, tekrarlanmış veriler daha sonra yapılacak sorgulamalar ve analizler için sorunlara yol açacaktır. Diğ er taraftan da yoğun işlem gücü gerektiren meteorolojik analiz işlemleri sunucu işlemcisini gereksiz olarak kullanmış olacaktır. Çevrimdış ı çalışan benzer sistemlerde bu tür problemlerle karşılaş ılması muhtemeldir. Önerilen sistemin bu soruna getirdiğ i yenilik statik analiz periyotlarında gerekli işlemleri gerçekleştirmek yerine veri kaynağ ını geliştirilen bir yazılım ile dinlemek eğ er gelen veri mevcuttan güncel ise gerekli işlemlerin tetiklenmesidir. Bu sayede yukarıda sayılan dezavantajlar ortadan kaldırılır ve son kullanıcılar anlık olarak internet üzerinden güncel verilere ulaş ırlar.

Mevcut sistemlerin ikinci dezavantaj ı kullanıcı ile etkileşimli ve kullanıcıyla çift yönlü olarak haberleşebilen sistemler olmamalarıdır. Sadece çıktı üreten sistemlerin kullanıcıların isteklerini tam olarak karşılayabildikleri söylenemez. Kullanıcıları sadece belirli veriler, haritalar ve analiz sonuçları ile sınırlandır ırlar. Fakat her kullanıcı farklı bilgilere ihtiyaç duyar. Geçmişteki verileri sorgulamak ve analizini yapmak ve haritalarını görmek ister ki mevcut durumu ile karşılaştırma yapabilsin. Önerilen sistem bunlara çözüm olarak son kullanıcılarına yalnızca tek yönlü çıktı veren sistemlerin önüne geçer. Çift yönlü çalışabilecek yani kullanıcıdan girdi alabilen, bunları işleyen ve sonuçlarını çıktı olarak döndürebilen bir sistem anlatılır. Bu sayede kullanıcıların özelleşmiş ihtiyaçlarına cevap verilebilir. Kullanıcılar yalnızca güncel verilerin analizlerini görmekle yetinmez, geçmiş verilerin analizlerini de farklı istatistiksel fonksiyonlar ile yapabilirler.

Üçüncü olarak temel dezavantajlarından biri de analiz ve haritaları yalnızca yayınlanmış sabit resim olarak kullanıcılarına sunabilmeleridir. Mevcut çalışan bilgi sistemleri analiz sonuçlarını belirli zaman aralığ ında jpg, png, vb. gibi formatlarda oluşturur ve oluşan bu dosyayı sunucuya resim olarak kaydeder. Bu da birçok dezavantaj ı beraberinde getirir. Sabit resim üzerinde yakınlaştırma, uzaklaştırma gibi işlemlerde görüntü bozulur, katmanlı veri gösterimine, bu katmanların aç ılıp-kapatılmasına izin vermez. Analiz sonuçlarını anlamlı kılan bileşenlerden biri de bu analizin dünya üzerindeki coğ rafî konumu ve altlık olarak kullanılan haritadır. Bu sayede kullanıcı bu analiz sonucunun

tam olarak nereye ait olduğunu kavrayabilir. Önerilen sistem bu sorunların önüne geçer ve analizleri interaktif bir harita üzerinde gösterir ve yeniler. Bu da yukarıdaki sorunları ortadan kaldırarak kullanıcılara daha doğru ve kullanılabilir sonuç verir.

Bölüm 2’de mevcut çalışmalar çeşitli yönleri ile incelenecektir. Bölüm 3’te sistemlerin mimarisi verilmiş ve çözüm genel olarak anlatılmıştır. Bölüm 4’te ise uygulama kısmı verilmiştir. Bölüm 5’te de sonuçlar tartışılmıştır.

2. MEVCUT ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ

Gerçek zamanlı veri analizi bilgi sistemlerinin ele alındığı çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Giriş bölümünde verilen ilgili çalışmalar haricinde amaç bakımından bu tezin kapsamına paralel çalışmaların özetleri ve kendi sistemimizle karşılaştırmaları aşağıda verilmiştir.

Smith ve Lakshmanan'ın (2010) çalışmalarında çeşitli gözlemlerden ve modellemelerden elde edilen ciddi hava değişimlerinin coğrafi biçimde sunulmasının kamu, acil durum görevlileri ve doğal afet yöneticileri için öneminden bahsedilmektedir. KML (Keyhole Markup Language) altyapısı içinde ciddi hava değişimlerinin tehdit analizini mümkün kılan veri ve yöntemlerini önermişlerdir. Çalışmalarında çeşitli kaynaklardan gelen meteorolojik analizler verilerinin nasıl birleştirilip, KML formatına çevrildiğini ve sanal dünya (virtual globe) (Google Earth, ESRI ArcGIS Explorer gibi masaüstü tabanlı uygulamalar) uygulamalarında nasıl gösterimi yapıldığını anlatır. Eksikliklerinden en önemlisi sanal dünya istemcilerinin masaüstü tabanlı çalışan uygulamalar olmalıdır. Dolayısıyla bu kaynağa her yerden erişilemez ve kurulum gerektirir. Bunun yanında KML dosya formatındaki sınırlamalar kullanıcıların özelleşmiş ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamaz. Ayrıca şu an piyasadaki sanal dünya uygulamaları da birtakım özelleşmiş kullanıcı ihtiyaçlarını (coğrafi veriyi sorgulama gibi) karşılamada yetersiz kalır. Bunların yanında veri güncellemelerinde sorunlar yaşandığı belirtilmiştir. Örnek olarak uydu görüntüleri 15 dakikada bir yenilenirken ekranda 2 dakikada bir yenileme olmakta, bu veri gelişi ve ekranda gösterimi arasındaki senkronizasyon sorununun arada gecikme ve boşluklara neden olduğu belirtilmiştir. Bazı durumlarda ekrandaki görüntünün kaybolduğunu eksiklik olarak kabul etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada özellikle veri gelişi ve gösterimi arasındaki senkronizasyon problemini giderecek çözüm verilmiştir. Bu problemleri çözmek için gerekli mimari ve algoritma anlatılmıştır.

Williams vd. (2010) son günlerde tüm dünya için internet üzerinden ücretsiz olarak gerçek zamanlı sıcaklık, yağmur, rüzgâr hızı gibi meteorolojik verilere ulaşılabildiğinden fakat bu verilerin son kullanıcılar için faydalı hale getirilebilmesi için

bazı karışık işlemlerden geçirilmesi gerektiğinden bahsederler. Bu işlemleri çiğ veriyi almak, rafine etmek, bu veriyi işlemek ve kullanıcının ihtiyacına en uygun hale getirmek olarak özetlemişlerdir. Kullanıcıların herhangi bir nokta hakkında o noktanın verisi olmamasına rağmen enterpolasyon yardımı ile yorum yapabileceklerinden bahsederler. Çeşitli kaynaklardan topladıkları verileri servis odaklı mimari formunda tüm istemci platformlarında kullanılabilecek bir standartta verdiklerini anlatır. Enterpolasyon işlemini gerçek zamanlı uygulamaya yakın şekilde yaptıklarından bahsederler. Mimarilerini sensör gözlemleme servisi, hesaplama servisi ve web işleme servisi olmak üzere üç servise ayırdıklarını anlatır. Eksik olarak kullanıcı tarafından gelecek parametrelere uygun analizi göz ardı etmeleri gösterilebilir.

Jia vd. (2009) yağış-akış tahmini ve gerçek zamanlı su kaynakları değerlendirmesi için web tabanlı bir coğrafi bilgi sistemini anlatır. Sistemlerinde Gerçek zamanlı olarak hidrolojik bilgi analizi, yağış akış tahmini ve su kaynakları değerlendirmesi yaptıklarını iddia ederler. Sistemi gerçekleştirmek için ArcGIS ürünlerini araç olarak seçerler. İlişkisel veri tabanı sunucusu olarak Microsoft SQL Server ve coğrafi veri yönetimi içinde ArcSDE kullanırlar. İnternet ortamına coğrafi veriyi yayınlamak için ArcGIS Server ürünü kullanırlar. Hesaplamalar için servis odaklı mimari kullanırlar ve mimarilerindeki katmanlar XML ile haberleşirler. Her ne kadar bu web tabanlı ve gerçek zamanlı çalışan bir sistem öneriliyor ise de sistem altyapısı ve fonksiyonları incelendiğinde bu fonksiyonların gerçek zamanlı değil daha önceden belirlenmiş sabit zaman aralıkları ile yapıldığı anlatılır. Bu yöntemin karar destek bilgi sistemlerinde büyük handikaplara yol açabileceği 1. Giriş bölümünde ayrıntılı olarak bahsedilir. Diğer bir yandan da bu çalışmada da kullanıcıdan alınacak girdilere göre yani kullanıcıların özelleşmiş ihtiyaçlarına göre şekillenen bir analizden bahsedilmez. Bu da kullanıcıların tam anlamı ile ihtiyaçlarını karşılayacak bir sistem olmasını engeller, kullanıcılar geçmiş zaman aralıklarında ki analiz sonuçlarını göremez.

Burke ve Dodd “Aggregated Live Feeds” adında ArcGIS yazılımı üzerinde bir çalışma yapmışlardır (Burke ve Dodd, 2009). Önerdikleri metodoloji veriyi almak ve önışlemden geçirmek için komut satırında yazılmış basit yığın kod (batch scripting) parçaları kullanır. Daha sonra kod parçaları ArcSDE’nin komut satırı fonksiyonları ile

verinin veri tabanında tutulmasını gerçekleştirir. Kod parçaları ayrıca işlemin doğru yapılıp yapılmadığını da kontrol eder. Kod parçaları uygun ihtiyaca göre her 5 dakika, 30 dakika, 1 saat, veya 1 gün çalıştırılır. Veri coğrafi veri tabanı olan ArcSDE'ye kaydedildikten sonra ArcGIS Server sunucusu servisleri çalışmaya ve işlem yapmaya başlar. Önerilen teknik statik zaman aralıklarındaki analizi kapsamakla beraber kullanıcı taraflı isteklere göre analizlerde yetersiz kalır.

Özdilek ve Şeker (2004) gerçek zamanlı CBS için 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 Grafik'ler yani SVG formatı kullanmalarındır. 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 eklemişlerdir. Harita sunucusu bileşeni hazırlanmış veri tabanı yapısına ulaşabilen ve veri tabanında saklanan veriyi kullanarak SVG resimleri üretebilen bir grup PHP kod parçacığdır. 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.

Mcpherson vd. (2007) "Statewide Monitoring of the Mesoscale Environment: A Technical Update on the Oklahoma Mesonet" adlı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 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 harita ve üzerindeki analizler yalnızca sabit boyutlu bir resim olarak kullanıcılara sunulmuştur. CBS için çok önemli olan konumsal bir bilgi ile ilişkisi kurulamamıştır.

Bu mevcut meteoroloji bilgi sistemleri incelendiğinde önemli eksikliklere sahip oldukları tespit edilir. Bazıları gerçek zamanlı meteoroloji verisi işleyemez, bazıları web

tabanlı olarak değil sadece masaüstü uygulaması olarak çalışır, bazıları ise jeostatiksel analiz metotlarını kullanmazlar. Çoğu sadece tek yönlü çalışır ve kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır. 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 haritalamayı sağlar.

3. GERÇEK ZAMANLI METEORLOJİK VERİLERİN TOPLANMASI, ANALİZİ VE HARİTALANMASI BİLGİ SİSTEMİ TASARIMI

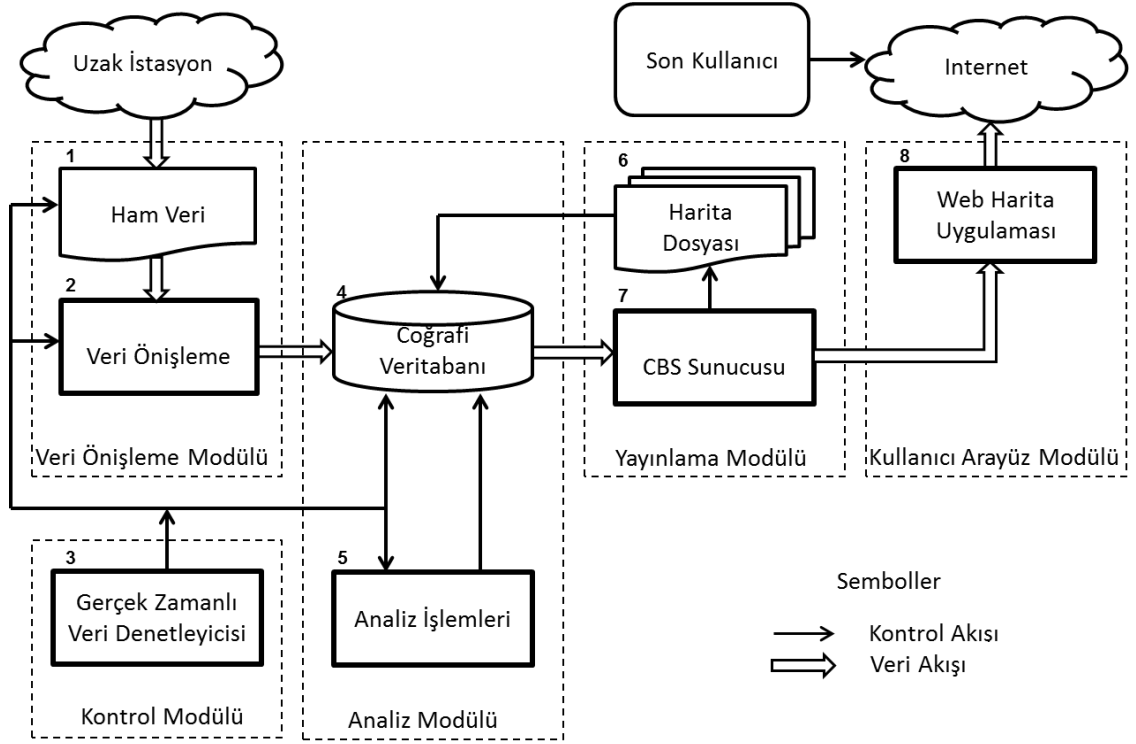
Bu çalışma, meteoroloji istasyonları tarafından sürekli ölçümü yapılan gerçek zamanlı meteorolojik veriler ve analiz sonuçlarına bağlı karar destek sistemlerindeki boşluğu kapatmayı amaçlar. Tasarım iki aşamadan oluşmaktadır:

- 1) Tek yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sistemi;
- 2) Çift yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sistemi.

3.1 Tek Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sistemi Tasarımı

Gerçek zamanlı meteorolojik verinin toplanması, önışlemden geçirilmesi, analizi, yayınlaması ve gösterimi işlemleri için önerilen mimari şekil 3.1'deki gibidir. Bu çalışmayı ele almadan önce belirli aşamalara bölüp neler yapılacağını anlatılmasında fayda vardır. Daha sonra da bütün sistemin nasıl çalıştığı üzerinde durulacaktır.

Çalışmadaki amacımız analiz işlemlerinin uzun aralıklarla ve el ile (manuel) yapılan bir işlem olmaktan çıkarılıp taze veri geldiği anda anlık olarak analizi ve haritayı yenilemektir. Bu sayede gerçek zamana yakın bir aralıkta analiz yapılmış ve harita yenilenmiş olur. Kullanıcılar bu işlemleri gerçek zamanlı olarak algılar.



Şekil 3.1 Tek yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sisteminin mimarisi

Sunulan mimari toplam beş modülden oluşur:

- 1) Veri Ön İşleme Modülü;
- 2) Analiz Modülü;
- 3) Yayınlama Modülü;
- 4) Kullanıcı Arayüz Modülü;
- 5) Kontrol Modülü.

Sunulan mimari meteoroloji istasyonlarından gelen güncel ham verinin farkına varır, bu veriyi yakalar ve önleme, analiz, yayınlama ve sunum operasyonlarını başlatır.

Bahsedilen operasyonlar 4 adımdan oluşur:

- 1) Uygun biçime dönüştürme, önleme ve veriyi kaydetme (Veri Önleme Modülü);
- 2) Analiz operasyonları (Analiz Modülü);
- 3) Harita dokümanını XML web servisleri olarak yayınlamak (Yayınlama Modülü);

- 4) Son kullanıcılara sunum için bir web uygulaması oluşturulması (Kullanıcı Arayüz Modülü).

Kontrol Modülü tüm sistemin senkronize şekilde çalışması için yukarıda bahsedilen işlemleri organize eden ve ham veri ve analiz sonuçlarını internet üzerinden son kullanıcıya sunan gerçek zamanlı veri denetleyicisinden oluşur (Şekil 3.1, Blok 3). Yeni ham veri geldiğinde tüm sistemin anında harekete geçmesini modüllerin senkronize biçimde çalışmasını sağlayan kısımdır. Kontrol Modülü istasyonlardan gelen ham veriyi sürekli kontrol eder (Şekil 3.1, Blok 1). Veri değişir ise veya yeni veri gelirse Blok 3 bunun farkına varır ve uygun biçime dönüştürme, önileme ve ham verinin saklanması adımlarını (Şekil 3.1, Blok 2 ve 4) başlatır. Aynı zamanda bu modül analiz işlemi içinde sorumludur ve analiz işlemini de başlatır (Şekil 3.1, Blok 4 ve 5). Bu nedenle tüm sistem yeni gelen meteorolojik ham veri değişir değişmez gerçek zamanlı veri denetleyicisi sayesinde tepki vermiş olur. Bu modülü sistemin beyni gibi düşünebiliriz.

Sistem klasik bir sunucu istemci mimarisinde çalışır. Sunucu katmanı web servislerini, coğrafi veri tabanını ve uygulama sunucusunu barındırır. İstemciler ise gerçek zamanlı haritaya herhangi bir web tarayıcısı aracılığı ile ulaşan son kullanıcılardır.

3.1.1 Veri formatının dönüştürülmesi, önileme ve ham veriyi kaydetme (Veri Önileme Modülü)

Son yıllarda veri tabanı yönetim sistemleri üzerinde mekânsal verileri depolamaya imkan sağlayan ve mekânsal veri sunucu yazılımı olarak adlandırılan yazılımlar üretilmiş ve bu sayede kompleks veriler desteklenmeye başlanmıştır. Bu yazılımlar, farklı sorgulamalara imkân vermesi ve kullanım kolaylığı sağlaması nedeni ile coğrafi bilgi sistemlerinde geniş bir uygulama alanı bulmaya başlamıştır. Artık bugün çoğu CBS projelerinde kullanıcılar veri tabanının sağlamış olduğu:

- Mekânsal veriler ve bunların öz nitelik bilgilerinin tek bir yerde depolanması;
- Standart veri yönetim uygulamaları, verilerin yedeklerinin alınması ve yedeklerin kolaylıkla dönüştürülmesi;
- Performansın, kullanıcı sayısından bağımsız olması;
- Veri hacminden bağımsız olması;

- Personel değişikliklerinin ve donanım değişikliklerinin sistemi fazla etkilememesi;
- Sistem arızalanması durumunda yedekleme ünitesinin devreye girmesi;
- Kullanıcı/sunucu ve internet desteği

imkânları nedeni ile mevcut mekânsal verilerini veri tabanı yönetim sistemleri üzerinde depolamaya ve yönetmeye başlamıştır. Veri tabanı yönetim sistemlerinin sağlamış olduğu imkânlar nedeniyle CBS'den beklenen özellikler artmıştır (Karaburun ve Toz, 2006). Coğrafi veri tabanı, konumsal özellikler için özelleşmiş yapıları, özellikleri ve ilişkileri içeren konumsal ve özelliysel verileri depolamak için geliştirilmiş bir depolama mekanizmasıdır (Anonymous, 2002).

Meteoroloji istasyonları sürekli olarak bulundukları ortam ile ilgili değişken verileri toplarlar. Ortama ait toplanan bu ham veriler çeşitli yollar ile istasyonlardan veri işleme sunucularına gönderilirler. Örneğin bu verileri bir web servisi ile ftp dosya sistemi ile ya da sunucuya açılacak bir soket üzerinden gönderilebilir. Gönderilen dosya XML, text, excel ve diğer formatlar olabilir (Şekil 3.1, Blok 1). Bu dosya son kullanıcılara sunulacak ve analizi yapılacak güncel meteoroloji verisini içerir.

İlk olarak son gelen dosyadaki kayıtlar coğrafi veri tabanında tutulabilmesi için uygun biçime dönüştürülür. Ham verinin, mekansal veriye dönüştürülmesi sayesinde uzaysal düzlemdeki bir çok işlem (kesişim, birleşim, kapsama gibi uzaysal düzlemde gerçekleşen işlemler) yapılabilir hale gelir. Bunun yanında uzaysal düzlemde sorgulama yetenekleri de kazandırılmış olur.

Ham veri dosyasındaki kayıtlar okunduktan sonra bu bilgilerin coğrafi bir veritanında tutulabilmesi ve coğrafi bir nesne olarak gösterilmesi amacı ile konumsal şekle dönüştürülmelidirler. Bu coğrafi nesneye dönüştürme işlemi haritalama, analiz ve mekânsal alanda (spatial domain) gerçekleştirilen tüm işlemler için gerekli olmaktadır (Şekil 3.1 Blok 2). Tüm ham veri nokta coğrafi özelliğine (point feature) çevrilmekte (çünkü istasyonlar mekânsal alanda birer noktaya karşılık gelmektedirler) ve coğrafi bir nesne olarak coğrafi veri tabanında saklanmaktadır (Şekil 3.1 Blok 4).

3.1.2 Analiz işlemleri (Analiz Modülü)

Verinin olmadığı noktalar için yapılan tahminler, çeşitli jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak yapılmış ve klimatolojik (sıcaklık, nem, rüzgar vb.) dağılımları haritalanmıştır. Kullanılan yöntemlerde bilinmeyen noktaların tahmininde hem mesafe hem de noktaların uzaysal düzeni (konumu) dikkate alınmış böylece dağılımdaki hatalar en olası en asgari düzeye indirgenmiştir. Gerçeğe en yakın harita oluşturulmuştur (Başel vd. 2008).

Noktasal verilerden iklim haritalarının üretilmesinde kullanılan yöntemler iki guruba ayrılmaktadır; tecrübeye dayalı ve istatistiksel yöntemler. Tecrübeye dayalı yöntemler, meteorolojik rejim, coğrafik özellikler ve diğer bilgi kaynaklarından iklim özelliklerini belirlemek amacıyla kişilerin bilgi ve deneyimlerini kullanır. Özellikle 1970’li yıllara kadar olan süreçte yaygın olarak kullanılmıştır. Tecrübeye dayalı yöntemler genellikle topografik pozisyon, eğim, yükseklik, bariyer konumu, rüzgar hızı ve yönü gibi değişik parametrelere dayanarak elle üretilen iklim haritalarını içermektedir.

1970’li yıllardan sonra iklim verilerinin alansal dağılımlarının belirlenmesinde daha çok istatistiksel yaklaşımlar kullanılmaya başlanmıştır. İstatistiksel yöntemlere geçiş sürecinde etkili olan en önemli faktör bilgisayar teknolojisine çalışma ortamlarında çok yaygın kullanılmaya başlanmasıdır. İstatistiksel yöntemler, düzensiz bir şekilde dağılmış noktasal verilerinden düzenli bir şekilde dağılmış grid özelliğinde verileri tahmin etmek amacıyla rakamsal fonksiyonları kullanır (Güler ve Kara 2007).

Bir arazide değişik bölgelerden alınan örnekleme değerlerini kullanarak herhangi bir noktanın değerini tahmin etme işlemine “enterpolasyon” adı verilmektedir. Genellikle enterpolasyon, verilerin toplandığı alanın dışından ziyade içerisindeki bir alana ait verilerin tahmin edilmesinde kullanılır. İki farklı enterpolasyon tekniği vardır. Bunlar; deterministic ve stochastic (geostatistical) yöntemlerdir (Isaaks ve Srivastava 1989; Anonymous 2004). Her iki teknikte başka bir konuma ait değerlerin hesaplanmasında çevredeki örnekleme noktalarına ait ölçülen değerleri kullanmaktadır. Deterministic teknikler enterpolasyon işleminde matematiksel fonksiyonları kullanırken, Stochastic

(geostatistical) yöntemler tahmin işlemindeki belirsizlik ve hataları da ortaya koyabilecek şekilde hem matematiksel hem de istatistiksel fonksiyonları dikkate alarak işlem yapmaktadır (Anonymous, 2004).

Bu çalışmada da coğrafi bilgilerin verimli şekilde depolanıp, işlenebilmesi için coğrafi veri tabanı kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonundan gelen verileri depolamak ve analizlerini yapabilmek için şu şekilde bir veri tabanı yapısı tasarlanmıştır: sistem iki coğrafi veri tabanı tablosundan oluşur. Birinci tablo istatistiksel amaçlı sorgulama için geçmiş tüm kayıtları tutan ve yeni gelen tüm verilerin eklendiği tablodur. İkinci tablo ise yalnızca son gelen güncel verinin tutulduğu geçici tablodur. Bu tabloda sadece güncel kayıtlar bulunduğu ve bunların sayısı fazla olmadığından dolayı buradaki sorgulama ve analiz işlemleri çok hızlı gerçekleşecek şekilde tasarlanmıştır. Sistem en çok bu tablo üzerinde işlem yaptığı için sistemin performansı da bu sayede artar. Bunların yanında coğrafi veri tabanında son kullanıcıların ihtiyaçlarına göre şekillenebilen arka plan katmanını içeren tablolar olabilir. Örneğin ülke ve şehirlerin sınırlarının olduğu bir katman olabilir bu sayede kullanıcıların farkındalığı artırılabilir.

Veri analizinin amaçları kullanıcıların kendi sorgularını oluşturarak karar vericilerin belirli ihtiyaçlarını cevaplayabilecek yararlı veriyi alabilmesi ve belirli bir bölgede belirli koşullar altında ne meydana gelebileceğini tahmin edebilmesidir. CBS'nin en önemli analitik işlemi konumsal verinin kullanılması ve analizi ile sorumlu konumsal analiz fonksiyonlarının sağlanmasıdır.

CBS'nin analitik kapasitesi veri tabanında kullanılan yapılar ile ilişkilidir (raster ya da vektör kullanılması gibi). Sistem iki tür analitik kapasiteyi içerir: istatistiksel analiz ve jeostatistiksel analiz işlemleri (Al-Sabhan vd. 2003).

Analiz Modülü yeni ham verinin gelmesi olayı ile tetiklenir. Bu modül güncel olarak gelen ve veri tabanında saklanan nokta özelliklerini ve değerlerini analiz eder. Yapılan çalışmada kullanılan ve meteorolojik veriler için önemli analiz türlerinden biri de enterpolasyondur. Analiz Modülünün girdileri coğrafi veri tabanında saklanan konumsal nokta nesnelere çevrilmiş son okunan ham veridir. Analiz Modülünün çıktısı ise raster

bir dosyadır. Bu raster analiz sonucu haritaya bir katman olarak eklenir. Ayrıca siyah beyaz oluşan bu analiz sonucu renklendirilerek kullanıcılar için daha anlam ifade edebilecek bir gösterime dönüştürülürler.

3.1.3 İstatiksel analiz

İstatiksel analiz son kullanıcılar için faydalı olabilecek bir veridir (Şekil 3.1 Blok 5). Günlük en yüksek, en düşük, ortalama sıcaklık dereceleri istatiksel analiz örnekleridir. İstasyonların konumsal bilgisine ihtiyaç olmadan kolayca hesaplanabilir. Hava durumu ile ilgili hemen hemen bütün web sayfaları anlık sıcaklık değeri, ortalama sıcaklık, en düşük ve en yüksek sıcaklık gibi bilgileri verirler.

x_i ($i=1,2,\dots,N$) sunucuya ulaşan meteoroloji verisinin değerleri olarak kabul edilir ise:

$$\max = \max \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \quad (3.1)$$

$$\min = \min \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \quad (3.2)$$

$$\text{ortalama} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (3.3)$$

Farklı iklimlere sahip bölgelerin kuraklığını tanımlamak amacıyla yağış parametresini tek bir sayısal değere dönüştüren Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) yöntemi ilk olarak Mckee vd. (1993) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem seçilmiş bir zaman dilimi içinde yağışın (X_i) ortalamadan (X_i^{ort}) olan farkının standart sapmaya (σ) bölünmesi ile aşağıdaki eşitlik 1 ile elde edilir.

$$SPI = \frac{X_i - X_i^{\text{ort}}}{\sigma} \quad (3.4)$$

$$\text{Standart sapma hesabı } \sigma = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (3.5)$$

formülü ile belirlenir.

3.1.4 Geoistatistiksel analiz

Geoistatistiksel analiz (Şekil 3.1 Blok 5) yapılması büyük miktarda maliyet ve zaman gerektiren çeşitli veri kümelerinin analizi için ucuz maliyetli ve mantıksal bir çözümdür.

Belli bir gözlem alanı içerisinde belirli bir yapıya sahip gözlemi bulunmayan yöresel değişkenler ile gözlemi bulunan değişkenler arasında konumlarına göre enterpolasyon yaparak değişkenlerin tahmin edilmesini sağlar. Geoistatistik analizin birinci ve en önemli aşaması gözlem alanı içerisindeki uzaysal bağımlılık yapısını ortaya koyan yarı variogram analizleridir (Keskiner 2008).

En çok bilgisayar kaynaklarını kullanan ve uzun süre alan adımdır. Enterpolasyon belirli noktalardan alınan ham veriler referans alınarak diğer noktalardaki değerleri hesaplamak için kullanılır. Birçok enterpolasyon metodu mevcuttur. Bazı enterpolasyon teknikleri burada özetlenir.

3.1.4.1 Ters Ağırlıklı Mesafe (IDW) yöntemi

Bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar gözetilerek (değerlendirilmeye alınarak) ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesap edilir. Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemde verilerin genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmemektedir. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır. Deterministik bir yöntemdir (Başel vd. 2008).

IDW enterpolasyon tekniği örneklem nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen ortak bir yöntemdir. IDW enterpolasyon tekniği enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzakdaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Bu teknik enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı

da azaltan ve örneklem noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey interpolasyonu yapar. Birkaç IDW yöntemi olmasına karşın en bilineni “Shaperd’s Metodu”dur.

Yüzeydeki dağınık nokta sayısı n , örneklem noktalarını tanımlayan fonksiyon f_i ve ağırlıklar w_i olmak üzere “Shaperd’s eşitliği” aşağıdaki gibidir.

$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f_i \quad (3.6)$$

w_i ağırlıkları ise aşağıdaki gibidir.

$$w_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-p}} \quad (3.7)$$

Burada p “power parameter” olarak bilinir ve genellikle 2 alınan pozitif gerçel bir sayıyı ifade eder. h_i ise örneklem noktaları ile enterpole edilecek nokta arasındaki (3.8) eşitliğindeki üç boyutlu uzaysal mesafeyi tanımlar (Arslanoğlu ve Özçelik 2005):

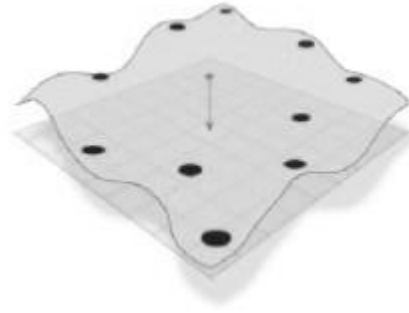
$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} \quad (3.8)$$

3.1.4.2 Doğal Komşuluk Enterpolasyon Tekniği (Natural Neighbors Interpolation)

Ağırlıklı ortalamaya göre çalışan bu enterpolasyon tekniği, “Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) enterpolasyon tekniğine” çok benzer. Enterpole edilecek noktaları araştırırken, örneklem noktalarından olan mesafeye bağlı ağırlıkları kullanır. Düzensiz yoğunluktaki örneklem verisini ayırıp sınıflayabilen, enterpolasyon mantığının genel amaçlarına uygun sayısal enterpolasyon araçları ile TIN fonksiyonlarını bir algoritmayla beraber kullanan ve özel tanımlı parametrelere ihtiyaç duymayan son derece kolay bir tekniktir. IDW yöntemine benzer şekilde bu enterpolasyon yöntemi de ağırlıkların ortalaması yöntemini kullanmaktadır. Bu yöntemde; tüm giriş değerlerinin aralarındaki mesafeye bağlı olarak hesaplanan ağırlıklarından enterpolasyon noktasının değerini kestirmek yerine giriş noktalarından Delauney üçgenlemesi oluşturulur ve en yakınındaki düğümler seçilerek, enterpolasyon noktasının çevresinde konveks bir şekil oluşturulur. Bu yöntem çoğunlukla, örnek verilerin düzensiz dağılımı durumlarında kullanılmaktadır (Şen 2007).

3.1.4.3 Spline Enterpolasyon Tekniği

Giriş değerlerinden (değer bilinen noktalar) şekil 3.2’de görüldüğu gibi minimum eğrilik yüzeyi geçirerek enterpolasyon işlemini gerçekteştirmektedir. Bu yöntem yükseklik, su derinliği haritası ve hava kirliliği grafiklerinde tercih edilir. Bu fonksiyon kısa yatay mesafelerde büyük değişimlerin olduğu veriler için uygun değildir (ESRI 2002, şen 2007).



şekil 3.2 Spline enterpolasyon yöntemi (ESRI 2002)

3.1.4.4 Kriging Yöntemi

Çevreleyen ölçülmüş değerlerden ağırlıkları oranında yararlanarak bilinmeyen noktalara ait ölçümleri kestirerek hesaplamak için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. Ağırlıklar, ölçülen noktalar ile kestirilecek (tahmini yapılacak) olan noktalar arasındaki mesafeye dayalı olarak belirlenir ve tüm alan için bir ayarlama yapılır. Noktalar arasındaki uzaklıklar ve yönlerin oluşturduğu uzaysal ilişki dikkate alınarak veri yüzeyindeki değişimine yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu yöntemde hem doğrudan ölçüm değerleri hem de istatistiksel yöntemlerden faydalanılarak otokorelasyon oluşturularak bunlara yönelik tahminler yapılmaktadır. Bir başka ifadeyle, kısaca uzaysal enterpolasyon yapılmaktadır. Bu yöntemde uzaysal ilişkiler kullanılarak tahminlerdeki hata oranları ve aynı zamanda yaklaşım miktarlarını da test edilebilmektedir (Başel vd. 2008).

Kriging yönteminin temeli bölgesel değişkenler teorisine dayanır. Yükseklikler tarafından temsil edilen olaylarda konumsal değişim yüzey boyunca istatistiksel olarak

homojendir. Yüzey; sabit bir ortalama ya da trend'den oluşan yapısal bir bileşen, rastgele fakat konumsal olarak korelasyonlu bileşen ve konumsal olarak korelasyonsuz kalıntı hata terimi olmak üzere üç ana bileşenin toplamı olarak ifade edilir.

Kriging yöntemi ağırlıklı ortalama yöntemine benzer bir şekilde yakındaki noktalardan daha fazla etkilenmeyi sağlayan bir ağırlık modeli kullanır. Kriging yönteminin genel denklemi,

$$Z_p = \sum_{i=1}^n W_i Z_i \quad (3.9)$$

şeklindedir. Burada;

Z_p , P noktasının aranan ondülasyon değeri

W_i , Z_p nin hesabında kullanılan her bir Z_i ye karşılık ağırlık değerleri

Z_i , Z_p nin hesabında kullanılan noktaların ondülasyon değerleri

N , Z_p nin hesabında kullanılan nokta sayısı

Bu formüllerde Z değerleri konumları ile belli ondülasyon değerlerini göstermek.

Bugün Kriging yöntemleri yaygın olarak aşağıda sıralanan adlarla çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler;

- Simple Kriging
- Ordinary (Punctual) Kriging
- Universal Kriging
- Block Kriging
- Indicator Kriging
- Disjunctive Kriging
- Cokriging

olarak sunulabilir.

Kriging enterpolasyon yönteminde (9) nolu formül incelendiğinde en temel sorun W_i ağırlıklarının belirlenmesidir. Kriging yönteminde ağırlıklar variogram modellerinin doğrudan fonksiyonudur. Kriging ağırlıkları enterpolasyon değerini doğrudan etkilemektedir. Bu durumda enterpolasyon değerinin iyi olması için ağırlıkların yansız olması gerekmektedir. Kriging yöntemine BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) adı

verilir. Bu ismin altında yatan tahmin hatasının minumum olması şartına göre ağırlıkların belirlenmesidir. Bu durum, Kriging yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en büyük özelliklerinden biridir (İnal ve Yiğit 2003).

Kriging yönteminde, en uygun ağırlıkları bulmak için, ölçme noktaları arasındaki konumsal bağımlılığın bilinmesi gerekir. Bu konumsal bağımlılık ya bir kovaryans fonksiyonu ya da bir variogram fonksiyonu kullanmak suretiyle tanımlanabilir. Semivaryans, bir yüzey üzerindeki noktalar arasındaki ilişkinin derecesini belirtmek için kullanır. Başka bir deyişle örneklemeler arasındaki konumsal bağımlılık derecesinin bir ölçütüdür. Noktalar arasındaki semivaryansın büyüklüğü, noktalar arasındaki mesafeye bağımlıdır. Variogram ise, uzayda farklı noktalardaki değişkenler arasındaki varolan bağımlılığı karakterize eden bir fonksiyondur (Şen 2007), (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Çeşitli variogram modelleri

Variogram Modeli	Parametreler	Durum
Gaussian	$\gamma(h) = C_0 + C \left(1 - \exp \left(\frac{-h^2}{a^2} \right) \right)$	
Üssel	$\gamma(h) = C_0 + C \left(1 - \exp \left(\frac{-h}{a} \right) \right)$	
Küresel	$\gamma(h) = C_0 + C \left(\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3} \right)$	$0 \leq h \leq a$
Doğrusal	$\gamma(h) = C_0 + Ch$	

C_0 literatürde nugget effect (külçe etkisi) olarak adlandırılır. Teorik eğrinin $h = 0$ noktasında düşey eksenini kestiği noktadır. Kestirim değerini etkilemez sadece Kriging varyansında değişime sebep olur.

C ; variogramın yapısal bileşenleri için düşey ölçek değeridir.

a ; menzil olarak adlandırılır ve variogramın yatay uzaklığıdır. Bu uzunluktan sonra veriler artık birbirleri ile korelasyonsuzdur. Variogram ya da kovaryans değerleri bu uzunluktan sonra sabit kalır. Menzildeki değişim enterpolasyon değerinin de değişimine sebep olur.

h ; interpolasyon noktası ile örneklem noktaları arası yatay uzunluktur. (İnal ve Yiğit 2004).

3.1.5 Harita dokümanını web servisi olarak yayınlama (Yayınlama Modülü)

Mobil, masaüstü ve web tabanlı uygulamalar ile entegre olabilmesi için servis odaklı mimari (SOA) kullanılmıştır. Bu yayınlanan harita ayrıca OGC standartlarına uygun her uygulamada kullanılabilir yapıdadır.

Kullanılan harita dokümanı ülke sınırlarını gösteren bir arka plan, son alınan verilerin gösterildiği bir katman ve analiz sonucunun gösterildiği bir katmandan meydana gelir. Bu harita dokümanı katmanlardaki verilerin yerlerini referans olarak üzerinde tutar ve son kullanıcılara bu birleştirilmiş haritayı sunabilme yeteneğine sahiptir. Sunulan sistemde üç katman son kullanıcılara gösterilecektir. İlk katman verilerin geldiği meteoroloji istasyonlarını ve bu istasyonlardan gelen değerleri temsil eden katmandır. İkinci katman son kullanıcıların için haritayı daha anlamlı ve etkili kullanabilmelerini amaçlayan arka plandaki katmandır. Bu katman ülke sınırları, şehir sınırları, denizler, akarsular, karayolları vb. gibi kullanıcının amacına göre özelleşmiş altlık harita bileşenidir. Son katman ise jeoistatiksel analiz sonucunda oluşan raster ve son kullanıcılar tarafından karar alma aşamasında kullanılacak katmandır. Bu katman jeoistatiksel analiz sonucunda oluşan interpolasyon sonucunu temsil eder. Haritanın webi masaüstü, mobil gibi bir çok ortamdan ulaşılması ve kullanılması amacıyla haritayı web servisi formatına dönüştürmek gerekmektedir. Bu nedenle bir CBS sunucusu ürünü kullanılmıştır. Girdi olarak harita dokümanı dosyası (.mxd uzantısında) kullanılmıştır. Servisin çıktısı ise XML, SOAP, REST vb. gibi farklı standartlardaki çıktılarından biri olabilmektedir.

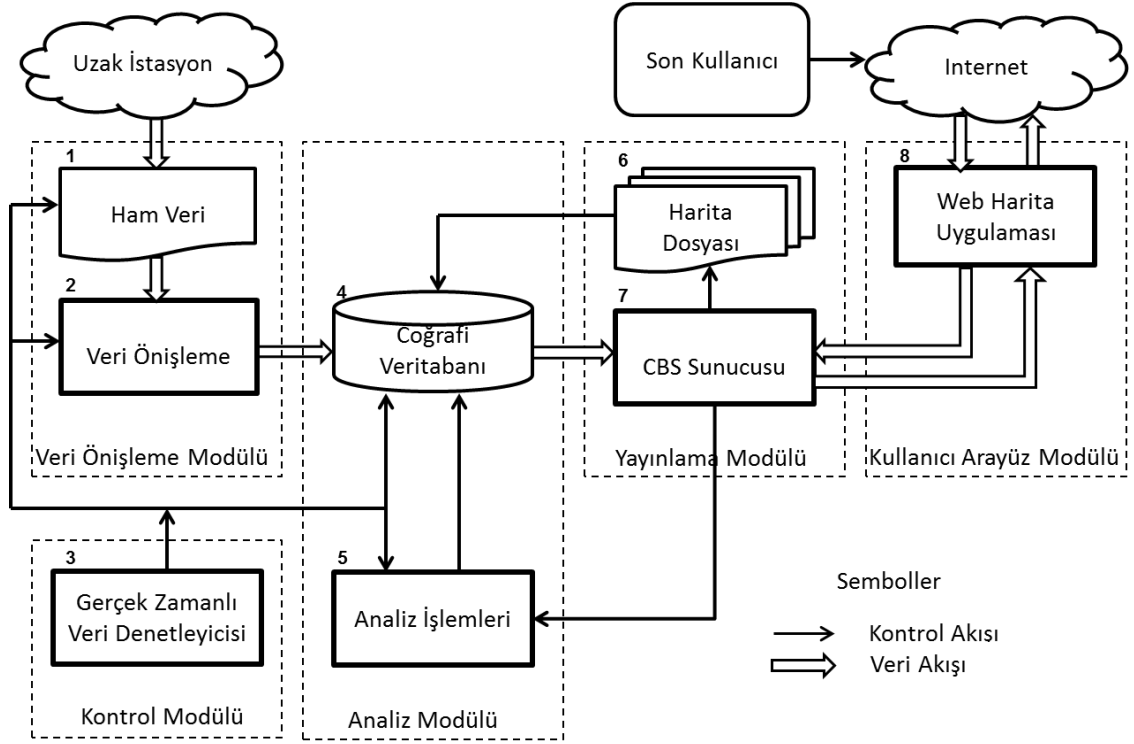
3.1.6 Son kullanıcılar için web tabanlı harita uygulaması (Kullanıcı Arayüzü Modülü)

Son aşama olarak bir önceki aşamada servis haline getirilmiş ve yayınlanmış haritayı görsel olarak son kullanıcıların hizmetine sunabilecek bir uygulamaya ihtiyaç vardır. Bu amaçla harita servisini girdi olarak alan ve bu servisi görüntülere çevirebilen bir web

uygulaması geliştirilmiştir. Web uygulaması haritanın ve katmanlarının görüntülenmesi, hata yönetimi, yazdırma, yakınlaştırma vb. diğer fonksiyonellikleri yerine getirir. Sonuç olarak istemcilerin yani son kullanıcıların gerçek zamanlı haritadan faydalanabilecekleri sistem tamamlanmış olur.

3.2 Çift Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sistemi Tasarımı

Son kullanıcılar için her zaman anlık meteoroloji bilgisi ve analizleri yeterli olamaz. Kullanıcılar tecrübe ederek karşılaştıkları durumların hangi meteorolojik koşullarda ortaya çıktığını öğrenmek veya güncel andaki meteorolojik durum ile karşılaştırmak isteyebilirler. Böylece ortaya çıkacak durum önceden tahmin edilebilir ve hazırlık yapılabilir. Çok fazla sayıda kritere göre geçmiş meteoroloji verileri ayıklanıp analizi yapılabileceğinden, tüm bu kriterler statik olarak kullanıcılara verilemez. Bu nedenle dinamik olarak analiz yapabilen bir sisteme ihtiyaç duyulur. Bu sistem kullanıcılardan girdileri alır, bu girdi kriterlerine göre geçmiş verileri tarayıp analizini yapar ve çıkan analiz sonuçlarını kullanıcıya yansıtır.



Şekil 3.3 Çift yönlü gerçek zamanlı meteorolojik verilerin toplanması, analizi ve haritalanması bilgi sisteminin mimarisi

Çift yönlü sistem mimarisi, tek yönlü mimariyi içermekle beraber ek özellikler içerir. Verilerin toplanması, Veri Önileme Modülü ve Analiz Modülü Bölüm 3.1 de anlatılan tek yönlü gerçek zamanlı sistem mimarisi ile benzer bir yapı göstermesine rağmen çift yönlü mimari bazı önemli farklılıklar içerir. Bunlardan en önemlileri kullanıcıdan sisteme de bir akış olması ve analizlerin kullanıcı tarafından asenkron olarak tetiklenmesidir.

Sistem mimarisi şekil 3.3'deki durumda modüllere bölünür ise Veri Önileme Modülünün tek yönlü sistem ile aynı yapıda olduğu görülür. İşlevsel olarak tamamen aynı çalışır. Gelen veriyi önilemden geçirir ve coğrafi veri tabanında saklanmak üzere kaydeder. Benzer şekilde coğrafi veri tabanı ve Yayınlama Modülü de tek yönlü sistemdeki gibi çalışır. şekil 3.1'deki mimariden farklı olarak burada veri akışının çift yönlü olarak yapıldığı gözükür. Bu akış kullanıcıdan sunucuya doğru kullanıcı parametrelerini almak için ve sunucudan kullanıcıya analiz sonuçlarını ve haritayı göstermek için olur. Sistem kullanıcı tarafından bir komut ile (bir düğmeye tıklanması

gibi) tetiklenir ve kullanıcı girdileri sunucuya gönderilir. Bu girdilere göre dinamik olarak şekillenen analiz işlemi başlar ve istenen sonuç kullanıcıya gönderilir.

3.2.1 Analiz modülündeki farklılıklar

Analiz modülü tek yönlü sistemden çeşitli farklılıklar gösterir. Tek yönlü sistemde analizler işleminin tetiklenmesi dinamik fakat analiz işleminin gerçekleşmesi statik yapıda çalışmaktadır. Bu modül son kullanıcıların kendilerine özel farklı isteklerini karşılayabilmek için aldığı girdiye göre dinamik analiz gerçekleştirebilen bir yapıya dönüştürülür.

3.2.2 Kullanıcı arayüz modülündeki farklılıklar

Kullanıcı arayüz modülündeki harita uygulaması da kullanıcıdan girdi alabilecek ve bu girdiye göre analiz yapıp sonucunu aynı anda gösterebilecek şekilde özelleştirilir. Mimari akışı özetlenir ise kullanıcı analizi yapılmamış çıplak haritayı görüntüler. Son kullanıcı gereksinimlerine göre özelleşmiş girdileri girer (tarih ve değer aralığı, analiz metodu ve parametreleri vb. gibi). Kullanıcı analizi tetikleyecek bir olay gerçekleştirir (analizi başlat isimli bir butona tıklamak gibi). Bu tetikleme sonucu son kullanıcıdan alınan girdiler kullanıcı Arayüz Modülünden Analiz Modülüne iletilir. Girdilere göre özelleşmiş analiz işlemi gerçekleştirilir ve analiz sonucu tekrar Analiz Modülünden web uygulamasına gönderilir. Gelen ve giden veriler Yayınlama Modülü üzerinden geçerek Analiz Modülü ve Kullanıcı Arayüz Modülü arasında iletişim sağlanır. Web uygulaması o son kullanıcıya özel gerçekleştirilen bu analiz işlemi sonucunu ekranda var olan çıplak harita ile birleştirerek çıktı görüntüyü oluşturur.

4. GERÇEK ZAMANLI METEORLOJİK VERİLERİN TOPLANMASI, ANALİZİ VE HARİTALANMASI BİLGİ SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Bu bölümde bir önceki bölümde tasarlanan bilgi sistemlerinin uygulaması yapılmıştır. Tek ve çift taraflı sistemlerin uygulama aşamaları, sonuçları verilmiş ve sonuçların analizi yapılmıştır.

4.1 Tek Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sisteminin Uygulanması

4.1.1 Uygulama platformu

Uygulama için aşağıdaki özelliklere sahip sanal bir makine kullanılmıştır:

- Windows Server 2003;
- Microsoft.Net Framework 3.5;
- MS SQL Express 2005;
- ArcGIS Server 9.3;
- ArcSDE;
- Intel Core 2 Duo 2.55 GHz İşlemci, 1 GB Bellek.

4.1.2 Simülasyon verisi

Sunulan mimari Ankara ilinin meteorolojik verileri baz alınarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.1 İstasyon bilgileri

İstasyon ID	İstasyon Adı	X Koordinatı	Y Koordinatı	Yüksekliği
17130	Ankara	39.943	32.856	891
17134	Golbasi	39.794	32.805	1115
17664	KizilciHamam	39.780	32.718	1033
17679	Nallihan	40.188	31.350	650
17680	Beypazari	40.164	31.921	682
17711	Elmadag	39.916	33.242	1130
17728	Polatli	39.584	32.146	886
17144	Sereflikochisar	38.938	33.538	921

Çizelge 4.1’de bahsi geçen meteoroloji istasyonlarından elde edilen simülasyon verisi Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Örnek veriler çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Son saatlik meteoroloji verisi

İstasyon ID	Yıl	Ay	Gün	Saat	Sıcaklık T (°C)	Nem H (%)	Rüzgar W (km/h)
17130	2010	4	14	11	16	35	6
17134	2010	4	14	11	14.1	43	10
17664	2010	4	14	11	13.5	42	17
17679	2010	4	14	11	15	47	8
17680	2010	4	14	11	15.3	46	4
17711	2010	4	14	11	16.9	70	10
17728	2010	4	14	11	15.8	46	6
17144	2010	4	14	11	12.7	63	8
...	...	...	...	...	...	...	...

Sunucu ve meteorolojik verilerin geldiği kaynak arasında bir veri alış verişi standardı oluşturmak gerekir. Bu sebepten uzak istasyondan sisteme gelen verinin (Şekil 3.1, Blok 1) text dosyada CSV formatında olduğu kabul edilmiştir. Aşağıda bu dosyanın içeriğinden bir örnek verilmektedir.

Çizelge 4.3 CSV dosyası örneği

<u>İstasyon ID</u>	<u>X Koordinatı</u>	<u>Y Koordinatı</u>	<u>T (°C)</u>	<u>H (%)</u>	<u>W (km/h)</u>	<u>Tarih ve Zaman</u>
17130	#39.943	#32.856	#16	#35	#6	#14.04.2010 11:00:00
17134	#39.794	#32.805	#14.1	#43	#10	#14.04.2010 11:00:00
17664	#39.780	#32.718	#13.5	#42	#17	#14.04.2010 11:00:00
17679	#40.188	#31.350	#15	#47	#8	#14.04.2010 11:00:00
17680	#40.164	#31.921	#15.3	#46	#4	#14.04.2010 11:00:00
17711	#39.916	#33.242	#16.9	#70	#10	#14.04.2010 11:00:00
17728	#39.584	#32.146	#15.8	#46	#6	#14.04.2010 11:00:00
17144	# 38.938	# 33.538	# 12.7	# 63	# 8	# 14.04.2010 11:00:00

CSV dosyası çizelge 4.1 ve 4.2'deki alanlardan oluşuyor. CSV dosyasındaki kayıtlar özel bir ayıraç karakteri ile ayrılmıştır (bu durumda # ayıraç olarak kullanılmıştır).

4.1.3 Coğrafi veri tabanı tabloları

Sağladığı yararlardan ve ileriki çalışmalar için altyapı oluşturabileceği öngörüldüğü için istasyonlardan üretilen ve sunucuya gelen bu ham veriler bir takım dönüştürme işlemlerinin ardından coğrafi veri tabanında saklanır. Ayrıca analiz, haritalama vb. gibi işlemler için veri tabanı kullanmak en uygun seçenektir. İlişkisel veri tabanı olarak ücretsiz bir MS SQL Server sürümü seçilmiştir. Veri tabanı tasarımı aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

CSV dosyasından gelen ham veriler veri tabanına gönderilme işleminden önce iki tablo hazırlanır. İlk tablo en son gelen güncel verilerin tutulduğu tablodur. İkinci tablo ise geçmişe ait olan tüm kayıtları tutan tablodur. Bu şekilde iki tabloya ayırmanın amacı son güncel verideki işlemlerini sorguların ve analizlerin sürelerini en aza indirmektir. Bu amaçla üstte bahsedilen iki tablo konumsal nokta özelliği saklayabilecek şekilde, uygun alan bilgileri ile beraber ArcCatalog ürünü kullanılarak oluşturulmuştur. İki tablo da aynı formata sahiptir. Bu coğrafi veri tabanı tablolarına örnek aşağıdaki gibidir.

Çizelge 4.4 Okunan verilerin depolandığı coğrafi veri tabanı tablo formatı

İstasyon ID	X Koordinatı	Y Koordinatı	Tarih ve Zaman	T (°C)	H (%)	W (km/h)	Özellik
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Daha sonra CSV dosyasındaki kayıtlar satır satır okunarak (Şekil 3.1 Blok 2) bir önceki aşamada hazırlanan coğrafi veri tabanı (Şekil 3.1 Blok 4) tablolarına kaydedilir. Satır satır okunan kayıtlar uygun konumsal nokta şekillerine dönüştürüldükten sonra veri tabanına dönüştürülmüş şekilde kaydedilir. Ham verilerin bir coğrafi nesneye dönüştürülmesi işlemi için ücretsiz bir kütüphane olan ArcObjects API si yardımı ile geliştirilen kod parçasığında yapılır. Verisi atılmış bir tablo örneği aşağıda verilmiştir.

Fakat coğrafi nesnelerin veri tabanında tutulması özelliklerinden dolayı aslında arka planda birçok tablo ile de ilişkilendirilmiş bir yapıdadır.

Çizelge 4.5 Okunan verilerin depolandığı coğrafi veri tabanı tablo içeriği örneği

İstasyon ID	X Koordinatı	Y Koordinatı	Tarih ve Zaman	T (°C)	H (%)	W (km/h)	Özellik
17130	39.943	32.856	14.04.2010 11:00:00	16	35	6	Point
17134	39.794	32.805	14.04.2010 11:00:00	14.1	43	10	Point
17664	39.780	32.718	14.04.2010 11:00:00	13.5	42	17	Point
17679	40.188	31.350	14.04.2010 11:00:00	15	47	8	Point
17680	40.164	31.921	14.04.2010 11:00:00	15.3	46	4	Point
17711	39.916	33.242	14.04.2010 11:00:00	16.9	70	10	Point
17728	39.584	32.146	14.04.2010 11:00:00	15.8	46	6	Point
17144	38.938	33.538	14.04.2010 11:00:00	12.7	63	8	Point

4.1.4 İstatiksel analiz

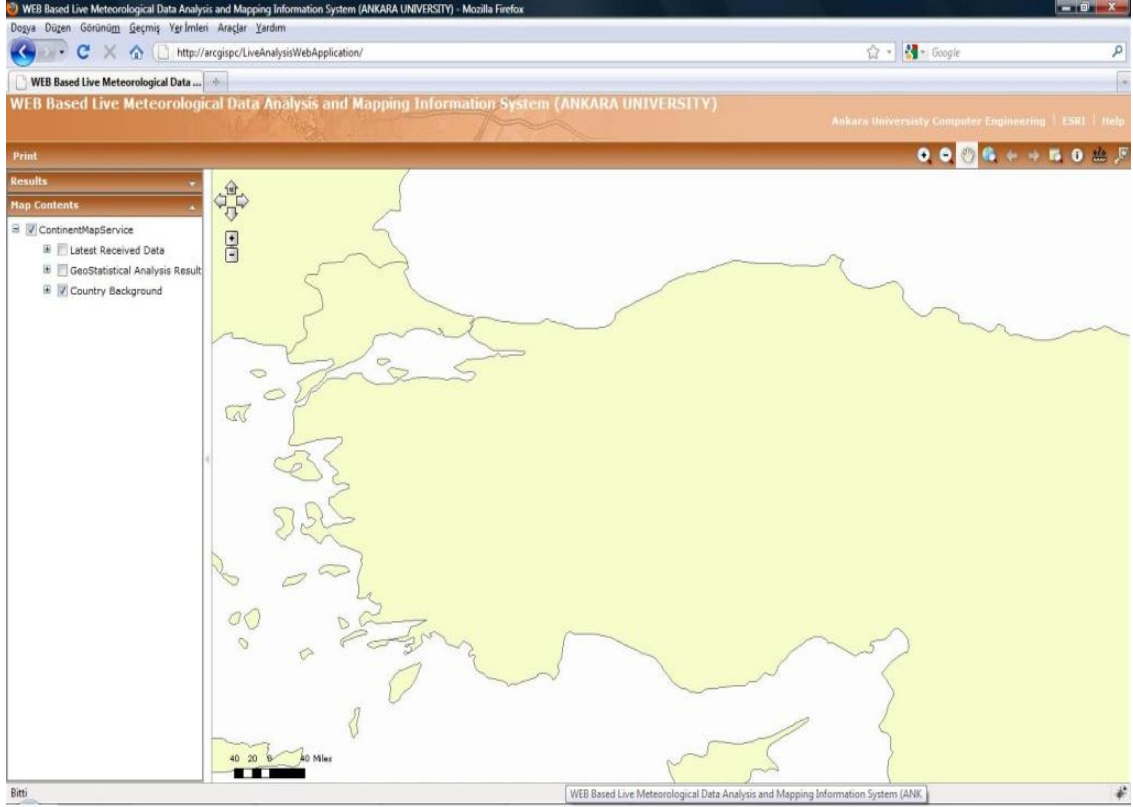
İstatiksel analiz Çizelge 4.5'teki tablo verileri kullanılarak elde edilir (Şekil 3.1 Blok 5). Bu analizin sonucu sıcaklık, nem, rüzgâr hızı gibi alanların günlük en düşük, en yüksek, ortalama gibi istatistiki verileri hesaplanarak bulunur ve bir tabloda saklanır. Çizelge 4.6'da sıcaklığın günlük değerlerinin istatiksel analizinin sonuçlarını veren bir örnek sunulmuştur.

Çizelge 4.6 Günlük sıcaklık değerlerinin istatistiksel analizi

Station ID	X Coordinate	Y Coordinate	Daily maximum T (°C)	Daily minimum T (°C)	Daily average T (°C)
17130	39.943	32.856	21	10	16
17134	39.794	32.805	19	11	14
17664	39.780	32.718	23	13	15
17679	40.188	31.350	22	15	18
17680	40.164	31.921	21	13	16
17711	39.916	33.242	19	10	16
17728	39.584	32.146	21	11	15
17144	38.938	33.538	18	12	15

4.1.5 Harita dokümanı

Bir harita dokümanının bir kereliğine işlemler başlamadan önce manuel olarak hazırlanması gerekmektedir. Harita dokümanı ArcMap ürünü kullanılarak üç katman şeklinde tasarlanmıştır. Örnek harita dokümanı şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Harita dokümanı

Yapılan analiz işlemi bitiminde çıktı olarak bir raster dosya oluşur. Kullanıcılara sadece analiz sonucunu bu şekilde göstermek anlamlı olmaz. Bu sebeple katmanlı bir mimari tasarlanmıştır. Çalışmada kullanıcılara gösterilecek harita 3 katmana ayrılır.

- 1) Son alınan güncel veri katmanı
- 2) Jeostatistiksel analiz sonuç katmanı
- 3) Altlık ülke sınırları katmanı

İlk katman altlık olarak bir dünya haritasıdır. Bu sayede kullanıcılar analizlerin hangi bölgeye geldiğini görebilirler. İkinci katman ise istasyonların koordinatlarını taşıyan noktalar kümesidir. Üçüncü katman ise analiz sonucunu gösteren raster dosyadır. Üç katman birleştiğinde kullanıcılar için anlamlı bir harita meydana gelmiş olur.

Aynı harita dokümanı sıcaklık, nem, basınç, rüzgar hızı gibi değerlerin en düşük, en yüksek ve ortalama değerlerinin gösterimi için de kullanılır.

4.1.6 Geoistatistiksel analiz

Güler ve Kara (2007) tarafından bildirildiğine göre, “IDW, Global polynomial, Local polynomial ve Radial Basis fonksiyon deterministik yöntemlerdir. Radial Basis fonksiyonun değişik uygulamaları sonucunda: spline, inverse multiquadric, spline with tension ve Thin Plate spline yöntemleri ortaya çıkmaktadır. Deterministik yöntemlerden en çok kullanılanları IDW ve Spline yöntemleridir (Dodson ve Marks, 1997; Thornton vd. 1997, Kurtzman ve Kadmon 1999, Goovaerts, 2000, Li vd. 2000, Anderson, 2003, Diodato ve Ceccarelli 2005).

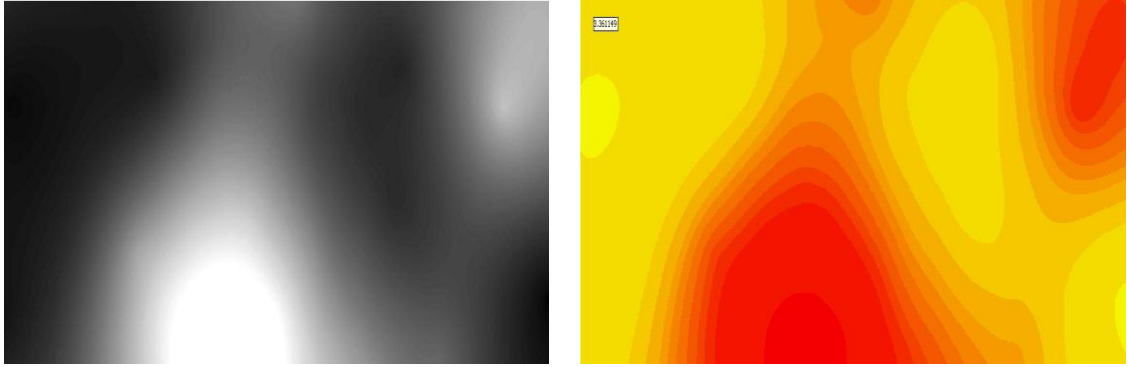
Geoistatistik yöntemler olarak ta adlandırılan stochastic yöntemler temelde Kriging olarak da bilinmektedir. Kriging yöntemleri; Simple Kriging, Ordinary Kriging, Universal Kriging, Indicator Kriging, Probablity Kriging, Disjunctive Kriging ve Cokriging olmak üzere alt başlıklara ayrılmaktadır. Her biri değişik uygulamalar yapmakla birlikte Cokriging dışındakiler ikinci bir değişkeni uygulamaya dahil edememektedir (Isaaks ve Srivastava 1989; Anonymous 2004).”

Yukarıdaki işlemler tamamlandıktan sonra geositatistiksel analiz kısmı başlar (Şekil 3.1 Blok 5). Hava durumu ile ilgili son kullanıcılar için anlamlı çıktılar elde etmek için kullanılması gereken yöntemlerden biride enterpolasyondur. Bir çok enterpolasyon tekniği geliştirilmiş olmasına rağmen meteoroloji verileri için en iyi çıktıyı veren yöntem Krigingdir (Oreal-Timer ve Webster 1990, Krivoruchko 2006). Geoistatistiksel analiz geliştirilen bir kod parçası aracılığı ile ArcGIS Geoistatistiksel Kriging fonksiyonu çağrılarak yapılmaktadır. Bu fonksiyonun girdileri şunlardır:

- 1) Konumsal nokta katmanı (örneğin çalışmadan son okunan ve veri tabanına gönderilen kayıtlar);
- 2) Z değeri alanı (örneğin çalışmada sıcaklık alanı);
- 3) Raster çıktı yüzeyi (herhangi raster bir dosya);
- 4) Kriging modeli (örneğin ordinary, universal);
- 5) Semivariogram (örneğin dairesel) .

Bunların yanında varsayılan değerlere sahip olan başka girdi parametreleri de vardır. Sunulan mimaride dairesel semivariogramın gösterim için en iyi sonuçları verdiği

gözlemlenmiştir. Enterpolasyon işlemi sonrasında elde edilen çıktı raster bir dosyadır. Raster dosya matris yapısında her pikseli ifade eden değerlerden oluşur. Bu değerler uygun bir renk tayfı seçilerek renklerle ifade edilmesi sağlanır. Mesela sıcaklık için sarı-kırmızı renk tayfı seçilecektir. Örnek bir raster çıktısı ve renklendirilmesi şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Gri tonlamalı ve renklendirilmiş raster veri örnekleri

Yeni gelen güncel meteorolojik veriler veya yeni analiz sonuçları raster çıktının değişmesini tetikler. Bununla beraber jeostatistiksel analiz sonucu raster dosyanın referansını üzerinde tutan harita dokümanı da güncellenir. Sunulan sistem gerçek zamanlı meteoroloji verisi ile beslenir ve bunlar sunucu tarafında işlenir, analiz edilir ve haritalanır.

4.1.7 Harita servisi

Harita yukarıda bahsedilen katmanlar ile beraber bir servis olarak sunulmak üzere kaydedilir. Daha sonrasında ise of OGC (Open Geospatial Consortium)’nin belirlediği standartlara göre bir XML web servisi olarak sunulur. Bu uygulama hazırlanırken uyumluluk göz önünde bulundurularak tasarım yapılmaya çalışılmıştır. Haritanın servis olarak sunulması kısmında da bu hususa dikkat edilmiştir.

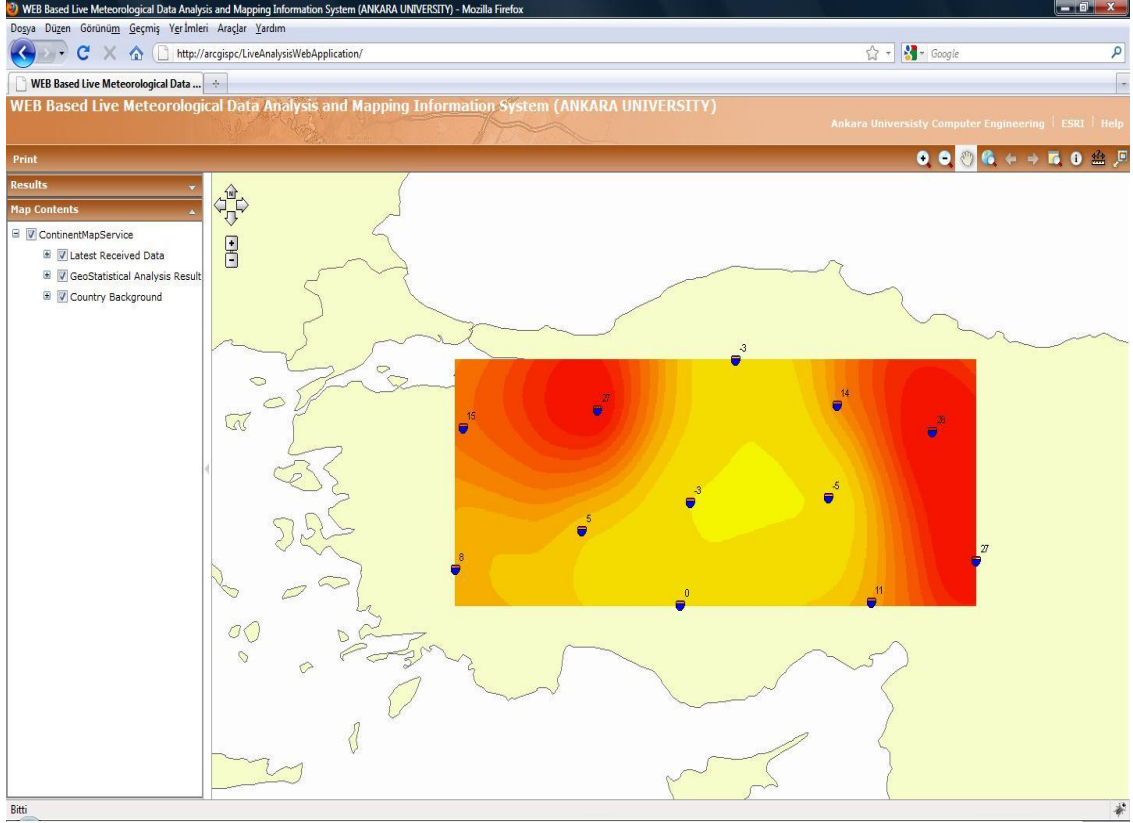
Yeni bir harita servisi ArcGIS sunucusu üzerinde oluşturulur. Bu işlem manuel olarak sistemin hazırlık aşamasında bir kereliğine yapılır. Daha sonra yaratılan bu harita servisi bilgileri geliştirilen sistemin ayar dosyalarına kaydedilir. Daha sonra sistem

otomatik olarak güncel veri geldiğinde işlem tekrarlanacak şekilde tekrar eder ve haritanın yayınlanmasını sağlar. Böylece 4.5 başlığı altında anlatılan harita dokümanı bir harita servisi olarak hazır hale getirilmiş olur (Şekil 3.1 Blok 7). Kullanılan ArcGIS Server ürünü haritanın uluslararası standartlara uygun olarak servis edilmesini sağlar. Son aşamada harita dokümanı XML web servisleri halinde yayın yapmaya hazır hale gelmiş olur.

4.1.8 Web tabanlı harita uygulaması

Harita bir servis olarak hazırlanıp sunulduktan sonra artık kullanıcıya görsel olarak haritayı gösterme aşamasına gelinmiştir. Bu aşamada servis olarak hazırlanan harita kullanarak ekranda gösterecek bir web uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama Microsoft Asp.Net mimarisinden faydalanılarak yapılmıştır. Uygulama sunucusu olarak Microsoft IIS(Internet Information Server) seçilmiştir.

XML tabanlı web servisi halinde sunulan harita dosyasının son kullanıcıya uygun biçimde görselleştirilmesi için C# dili ile bir ASP.Net web uygulaması hazırlanmıştır. Son kullanıcılar ekranın sol tarafındaki katmanları kullanarak harita üzerinde görsel değişiklikler yapabilirler. Üst taraftaki araç çubuğu standart yakınlaştırma, uzaklaştırma, haritayı ortalama, detay bilgi görüntüleme, vb gibi standart harita fonksiyonlarının gerçekleştirilmesini sağlar. Web uygulamasının ekranının orta kısmında bulunan harita görüntüsü sunucu tarafına yeni veri geldiğinde ve analiz yapıldığında buna haritayı otomatik olarak güncelleştirerek ve güncel analiz sonucunu ekrana yansıtarak tepki verir. Uygulama amaçlı olarak yapılan web tabanlı harita uygulamasının örneği Şekil 4.3'te görülmektedir.



Şekil 4.3 Web tabanlı harita uygulaması

Buradaki mavi noktalar istasyonları temsil eder, yanlarındaki küçük etiketler de istasyonlardan gelen son verideki sıcaklığı gösterir. Arkadaki yeşil alan ise altlık dünya haritasıdır. En üstte ise analiz sonucu oluşan katman sarı ve kırmızı renk tayfında gösterilmiştir.

4.1.9 Gerçek zamanlı veri denetleyicisi

Bölüm 4.1- 4.8 arasında önerilen sistemin çalışma prensibi detaylı olarak modül modül verilmiştir. Bu bölümde ise gerçek zamanlı veri denetleyicisi (Şekil 3.1, Blok 3) açıklanacaktır. Sunulan mimaride merkez modül bu kısımdır. Tüm modüllerin birbirleri ile senkronize çalışmasını ve meteoroloji verilerinin gerçek zamanlı olarak son kullanıcıların hizmetine sunulmasını sağlar. İlk olarak meteoroloji istasyonlarından gelecek güncel ham veriyi kontrol eder. Eğer veride herhangi bir değişim olursa ve yeni güncel veriler istasyonlardan gelirse gerçek zamanlı veri denetleyicisi bu değişimin farkına varır ve yeni ham verinin uygun konumsal biçime dönüştürülmesi ile coğrafi

veri tabanında depolanması işlemlerini başlatır (Şekil 3.1 Blok 3). Eş zamanlı olarak bu modül analiz işlemleri içinde sorumludur ve analiz adımını da başlatır. Bu özellikler sayesinde tüm sistem yeni güncel verinin gelmesi ile beraber harekete geçer ve son kullanıcılara en güncel verileri ve analiz çıktılarını sunar. C# yazılım dili ve ArcObjects API si bu modülü gerçekleştirmek için araç olarak kullanılmıştır.

4.1.10 Uygulama sonuçları

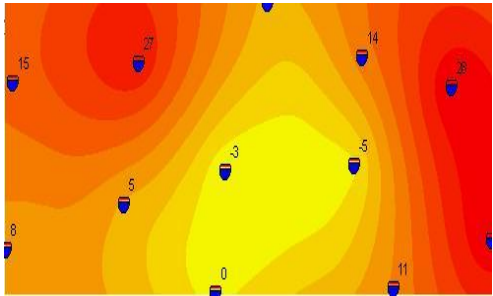
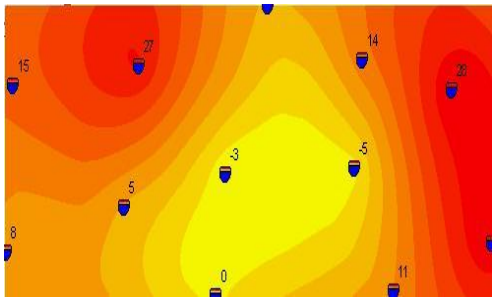
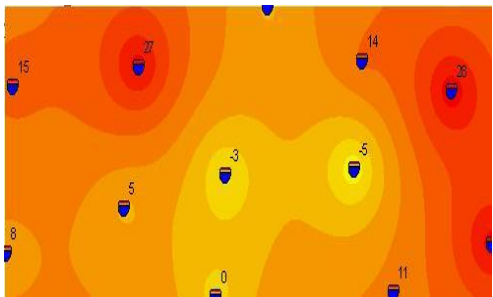
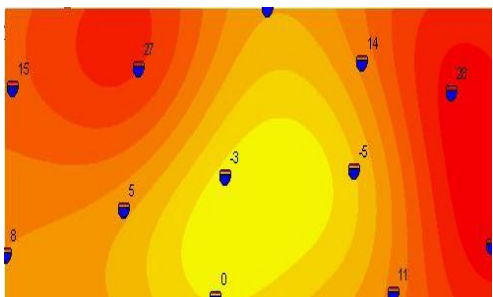
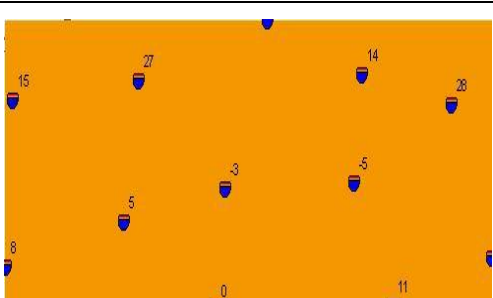
Uygulama sonuçları çizelge 4.7’de sunulmuştur. Önerilen mimari değişken sayıda istasyon için farklı enterpolasyon teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar işlem zamanı ve analiz çıktısı rasterın son kullanıcılar için uygunluğu baz alınarak değerlendirilmiştir.

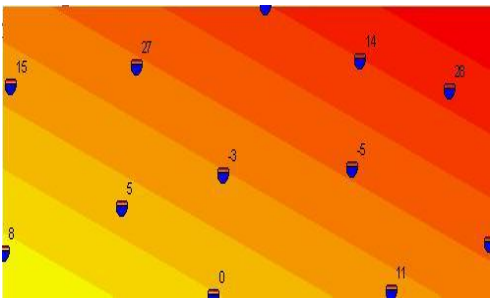
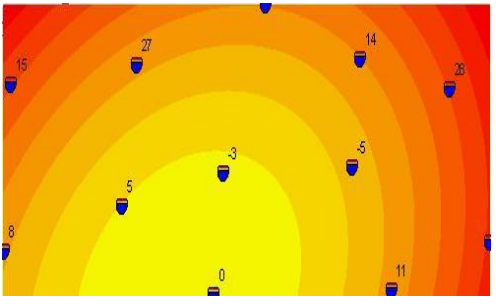
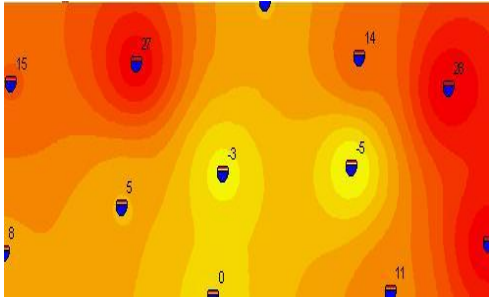
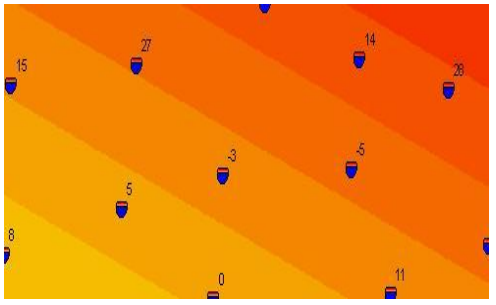
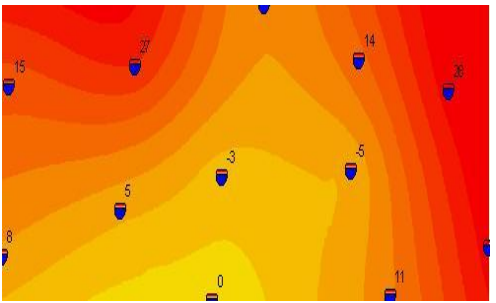
İşlem zamanı verinin sunucuya ulaşması ve haritanın yayınlanması anları arasında geçen zaman periyodudur. Bu zaman periyodu istasyon sayısı arttıkça doğru orantılı olarak artış gösterir. Bunun yanında geçen zaman periyodu aynı sayıdaki istasyon için değişik enterpolasyon teknikleri içinde farklılık gösterir.

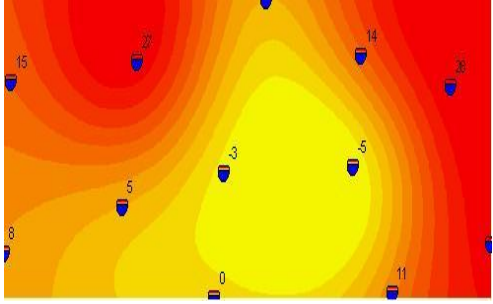
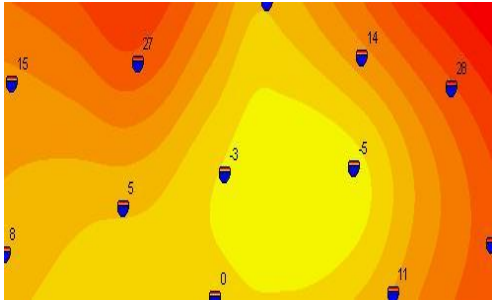
Analiz çıktısı rasterın son kullanıcılar için uygunluğu gerçek bir senaryo için uygunluğu şeklinde tanımlanmıştır. Bu kontrol çeşitli enterpolasyon teknikleri sonucu oluşan sonuçların karşılaştırılması ile yapılır.

Sonuç olarak işlem zamanı ve raster verinin anlamlılığı bakımından en iyi değerler, herhangi sayıda istasyon için, küresel (spherical) ve dairesel (circular) kriging enterpolasyon tekniği ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 Uygulama sonuçları

Enterpolasyom Yöntemleri		İstasyon Sayısı	Süre, (sn)	Raster Çıktısı
Kriging	Spherical (Ordinary)	12	5.15	
		50	5.78	
		100	6.13	
		200	7.50	
	Circular (Ordinary)	12	5.29	
		50	6.20	
		100	7.18	
		200	8.00	
	Exponential (Ordinary)	12	5.85	
		50	6.01	
		100	6.38	
		200	7.63	
	Gaussian (Ordinary)	12	5.50	
		50	5.94	
		100	6.24	
		200	7.86	
	Linear (Ordinary)	12	5.67	
		50	5.99	
		100	6.29	
		200	6.90	

	Linear Drift (Universal)	12	$\cong 10$	
	Quadratic Drift (Universal)	12	$\cong 11$	
IDW		12	$\cong 5$	
Global Polynomial		12	$\cong 5$	
Local Polynomial		12	$\cong 5$	

Radial Basis Functions		12	$\cong 5$	
Spline		12	$\cong 6$	

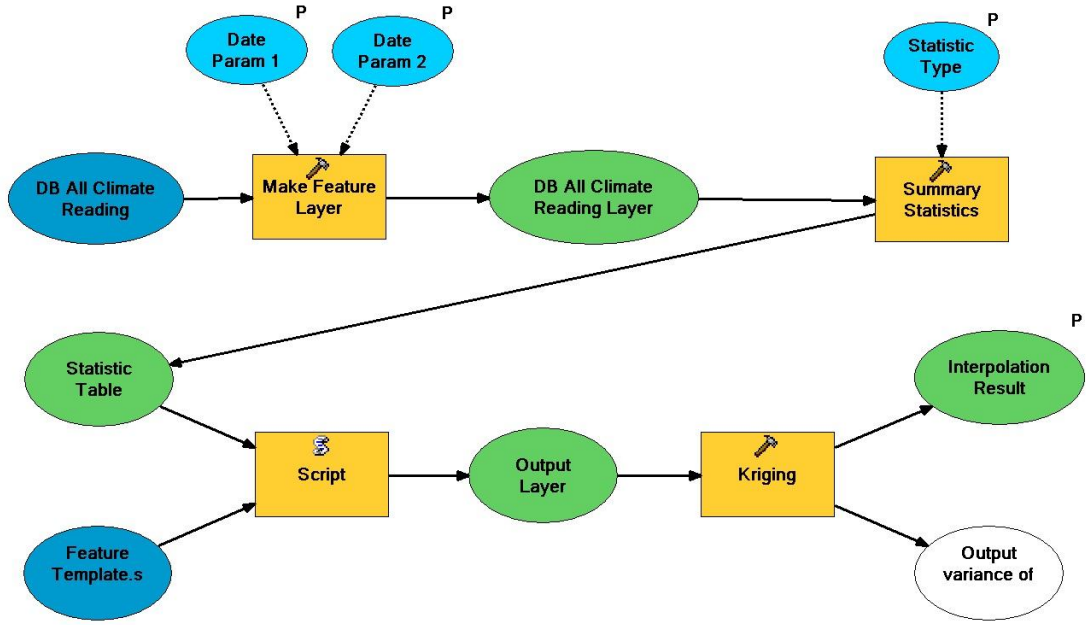
4.2 Çift Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sisteminin Uygulanması

Mimaride de bahsedildiği gibi çift yönlü sistem tek yönlü sistemin tüm özelliklerini barındırır. Tek yönlü sistemde verilen uygulama platformu, simülasyon verisi, coğrafi veri tabanı tabloları ve harita dokümanı çift yönlü sistemde değişiklik göstermez. Bu bölümde uygulaması yapılan tek yönlü sistemden farklı çalışan bölümlerin uygulaması ve sonuçları verilmiştir.

4.2.1 Dinamik analiz gerçekleştirimi

Son kullanıcılar analizi tek bir zaman aralığına, tek bir fonksiyona ya da analiz metoduna göre görmek istemezler. Örneğin tek yönlü sistemde kullanıcı yalnızca son gelen verinin analizini görürken kullanıcı son bir ayın analizini görmek isteyebilir. Ya da bir çiftçi ortalama sıcaklık değerlerinin değil de en düşük sıcaklık değerlerinin analiz sonuçlarına tarlasında önlem almak isteyebilir. Ya da bir doğal afet sorumlusu için yağmur miktarının lokal polinom metoduyla yapılan enterpolasyonu, Kriging metoduyla yapılan enterpolasyondan daha anlamlı olabilir. Tek yönlü analiz gerçekleştiriminin statik olduğu bir yapıda bu tür ihtiyaçları karşılamak için her farklı koşul için yeni bir

uygulama ve her birinin gösterimi için ayrı web sayfaları yapılması gerekir. Fakat bu çözümde olabilecek varyasyonların sayısının çokluğu nedeni ile belli bir süre sonra çalışamaz hale gelir. Bu sebeplerden dolayı dinamik olarak verilen parametrelere göre analizi gerçekleştirecek bir yapıya ihtiyaç duyulur. Tek yönlü sistemden farklı olarak çift yönlü sistemde analiz işlemleri parametrelere göre çalışması gerekir. Sunulan mimariye uygun olarak bu ihtiyaçları karşılayacak internet üzerinden çalışan ve servis odaklı mimariyi destekleyecek şekilde bir analiz uygulaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.4 Çift yönlü sistemin akış modeli

Analiz Modülünü gerçekleştirmek için ArcCatalog yazılımı araç olarak kullanılmıştır. İlk olarak analiz servisinin girdi ve çıktı parametreleri belirlenmiştir. Bu parametreler işlevselliğe göre daha fazla ayrıntı için artırılabilir. Yapılan simülasyon uygulamasında girdi olarak kullanıcıya istediği bir tarih ya da tarih aralığı seçmesine izin verilmiştir. Bunun yanında son kullanıcı analiz işleminde kullanılacak fonksiyonlardan birini de analize gönderilecek bir parametre olarak seçer. Bu seçim listesi ortalama, en büyük, en küçük, toplam, standart sapma, vb. gibi fonksiyonlardan biri olabilir. Çıktı olarak enterpolasyon sonucunu raster formatta verecek biçimde parametre ayarlanır. Akış modeli çizilmiş analiz araçlarından biri yukarıdaki gibidir. Sol üstten tarih aralıklarını parametre olarak başlayan akış sağ altta raster analiz sonucunu vererek sonlanır. Kısaca yapılan model özetlenirse girdi olarak alınan iki tarih parametresine göre coğrafi veri

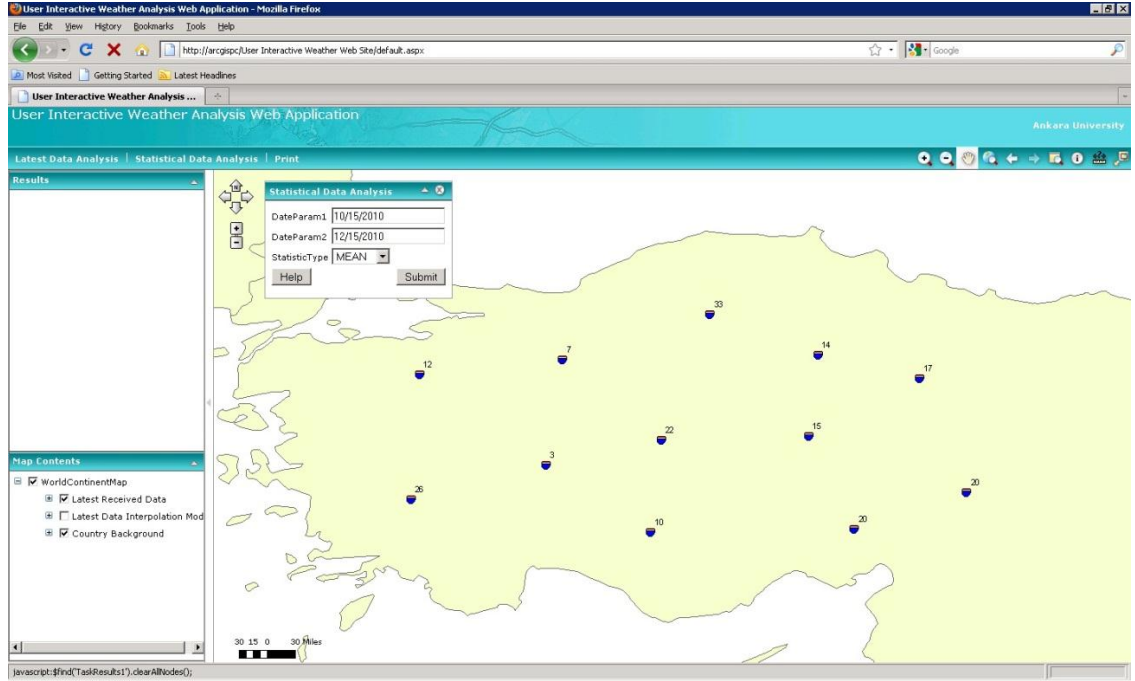
tabanındaki veri filtrelenir. Filtrelenen katman girdi olarak alınan istatistiksel fonksiyon ile işleme sokulur. Bu işlemin sonunda olarak istatistiksel olarak sonuçların olduğu bir tablo elde edilir. Kriging analiz fonksiyonu sadece konumsal verileri kabul eder. Bu sebepten tablo yapısındaki verinin konumsal veriye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem kullanılan yazılımın desteklemediği için bir kodlanan bir python scripti ile çözülmüştür. Tablo şeklinde gelen veri konumsal bir nokta katmanına dönüştürülerek çıkar ve enterpolasyon için kriging operasyonuna girer. Kriging sonucunda ise oluşan raster servisin çıktısı olarak dışarıya verilir. Bu işlemlerden sonra dizayn edilen model harita ile beraber web servisi olarak yayınlanır. Bu sayede dizayn edilen model sadece web uygulaması için değil, diğer masaüstü ve mobil uygulamalar içinde kullanılabilir hale getirilmiş olur.

4.2.2 Web tabanlı harita uygulamasındaki değişiklikler

Mimari kısmında bahsedildiği gibi tek yönlü sistemde analiz operasyonun tetiklenme zamanı dinamik olarak gerçekleştirilir ve verinin gelme sıklığı ile senkronize şekilde analiz ve görüntüleme işlemleri gerçekleştirilir. Çift yönlü sistemde ise analiz işlemi kullanıcı isteğine göre asenkron şekilde çalışır. Son kullanıcı aralığı belli olmayan herhangi bir zamanda ekranda analizi tetikleyecek düğmeye basar ve işlemler başlar.

Mimariye uygun olarak gerçekleştirilen web uygulamasında uygulama kullanıcıdan analiz işlemi için bazı parametreleri alacak şekilde güncellenmiştir. Ayrıca sunucu tarafında zaman alan analizin asenkron olarak çağırılması ve sonucunun belirli periyotlarda tamamlanıp tamamlanmadığını kontrol edip tamamlandıysa bu sonucu alıp kullanıcı ekranına yansıtacak şekilde güncellemeler yapılmıştır.

Kullanıcı ilk olarak ekranda sadece altlık harita olarak kullanılan yalnızca ülke sınırlarını ve son ölçülen meteoroloji verilerini görür.

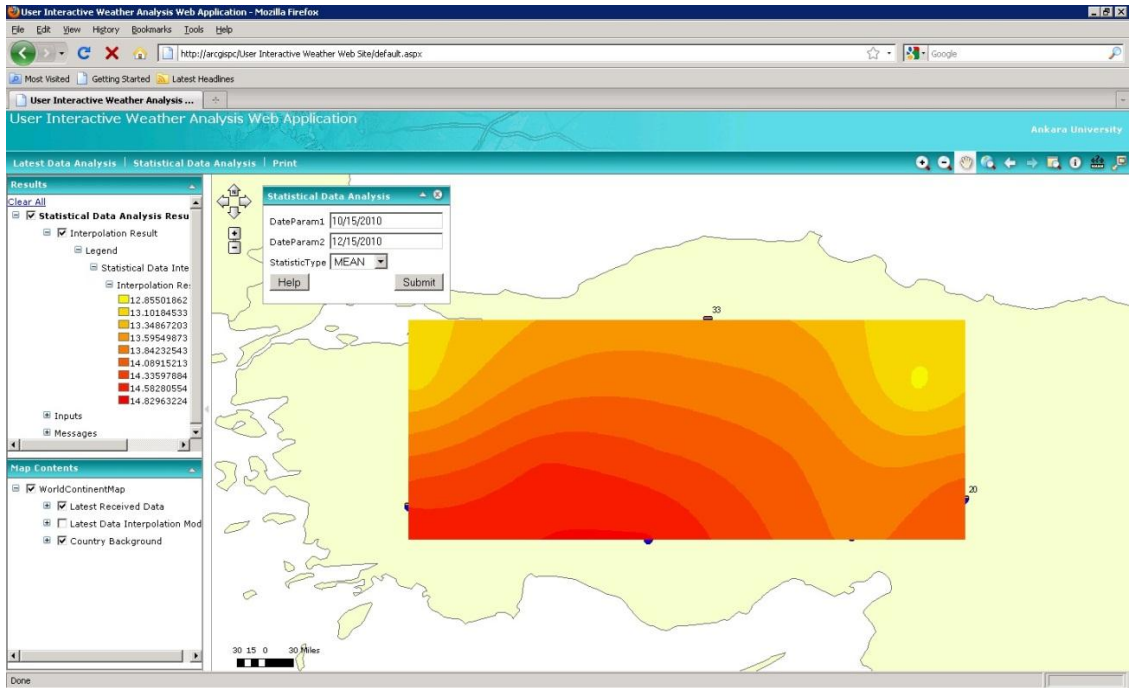


Şekil 4.5 Çift yönlü web uygulamasının açılış görüntüsü

Şekil 4.6 Analize gönderilen parametre girişi

Son kullanıcı tarafından ihtiyacına uygun olarak şekil 4.6’da görüldüğü gibi iki tarih aralığı ve bir istatistiksel fonksiyon seçilir. Seçilen parametreler ile analiz işlemini başlatmak için kullanıcı “Gönder” (Submit) düğmesine tıklar ve analiz işlemleri sunucu tarafında başlar. Analiz işlemleri istemci tarafında hiçbir ek yük getirmez, tüm analiz istemci tarafından alınan parametreler ile sunucu tarafında gerçekleştirilir ve sunucudan çıkan analiz sonucu istemciye gönderilir. Analiz düğmesine tıklandığında sunucuya girilen parametreler ile bir servis çağrısı yapılır. Analiz operasyonu zaman alan bir

işlem olduğu için kullanıcının ekranın kitlenmemesi ve kullanıcının harita üzerindeki mevcut işlemlerinin devam etmesi gerekir. Bu nedenle servise yapılan ilk çağrıdan sonra 7 saniyelik periyodlar ile sunucudaki servisin raster analiz sonucunun alınıp alınmadığı kontrol edilir. Bu sayede kullanıcı sunucu tarafındaki analiz sonucunu beklerken uygulama üzerinde mevcut işlerine devam edebilir. Girilen tarih aralığı sayesinde kullanıcı geçmişteki herhangi bir tarih aralığının analizini, herhangi bir istatistiksel fonksiyon ile gerçekleştirir. Böylece her kullanıcı özelleşmiş ihtiyaçlarına dayalı analiz yapabilir. Analiz tüm kullanıcılar için ortak değil her bir kullanıcı için ayrı ayrı yapılmış olur.



Şekil 4.7 Çift yönlü web uygulamasında parametreye göre çıkan analiz görüntüsü

5. SONUÇ

Bu çalışmada gerçek zamanlı olarak ham veriyi almak, bu veriyi analiz etmek, istatistiksel ve jeostatistiksel analizleri yapmak ve sonuçları yayınlamak için dinamik bir bilgi sistemi önerildi. Önerilen bilgi 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 giderildi. Bu çalışma kapsamında geliştirilen bilgi sistemi son kullanıcıların anlık olarak gerçek zamanlı verilere ve analiz sonuçlarına web üzerinden ulaşabilmesine imkan sağlar. Güncel veriler sunucuya ulaşır ulaşmaz gerçek zamanlı olarak analizinin yapılmasını, haritalanmasını, son kullanıcıların geçmiş tarihli verilere ulaşmasını ve taleplerine uygun analizlerin gerçekleşmesini sağlayacak metot ve algoritmalar önerilir.

“Gerçek Zamanlı Meteoroloji Verilerinin Toplanması, Analizi ve Haritalanması” bilgi sistemi isimli çalışmanın tasarımı ve uygulanması yapıldı. Tasarım iki aşamalı olarak gerçekleştirildi. İlk aşamada “Tek Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sisteminin” tasarımı yapıldı. Bu sistem sayesinde mevcut sistemlerin; analiz sonuçlarının sadece belirli aralıklarla güncellenmesi ve veriler ve analiz sonuçlarını ifade eden haritaların statik olarak sabit bir resim formatında yayınlanması gibi dezavantajları giderildi. İkinci aşamada tasarımı yapılan “Çift Yönlü Gerçek Zamanlı Meteorolojik Verilerin Toplanması, Analizi ve Haritalanması Bilgi Sistemi” ise ilk aşamada tasarlanan sistemin bütün özelliklerini içermekle beraber mevcut sistemlerin kullanıcıların özel isteklerini karşılayamaması dezavantajı giderildi. Uygulama aşamasında geliştirilen yazılım sayesinde yukarıda tasarlanan sistemlerin uygulanması ve simülasyonu yapıldı.

Kullanıcıların manuel olarak veriyi alıp, analiz işlemine tabi tutup, bunu yayınlaması işlemlerinin gerçek zamanlı bir otomasyona dönüştürülebilmesi, kolay kullanım, yüksek verimlilik ve uluslararası standartlara uygunluk ArcGIS ürünleri kullanılarak elde edildi. Her ne kadar geliştirme ve test amaçlı olarak bir sanal makine kullanıldıysa da performansı gerçek zamanlı haritalama sistemi için kabul edilebilir düzeyde olmuştur.

Yeni gelen güncel veriye tüm sistem bileşenlerinin tepkisi 10 saniye civarında tamamlanmıştır. Jeostatiksel analiz işlemleri bu sürenin büyük bir kısmını kaplar. Jeostatiksel analiz olarak Kriging enterpolasyon tekniği meteoroloji verisi için en iyi sonucu vermiştir. Sunulan gerçek zamanlı analiz otomasyonu gerçek zamanlı veri analizi uygulamaları içinde kabul edilebilir bir hızdadır.

Her analiz periyodunda ArcGIS Server uygulamasının çok kısa bir zaman için analiz çıktılarının kaydedilebilmesi sebebi ile durdurulup başlatılması gerekmektedir. Fakat bu süre asla kullanıcıların fark edemeyeceği bir zaman diliminde meydana gelir. Bu sistemin bir dezavantajı olarak görülebilir. Son zamanlarda artan zengin internet uygulamalarının (RIA) gelişmesi ile bu eksiklikte gelecek çalışmaların konusudur.

Yayınlama modülü kapsamındaki enterpolasyon tekniklerini içeren geostatiksel analiz işlemleri ArcGIS sunucusu kullanılarak gerçekleştirildi. ArcGIS sunucusu, verilerin uzaktaki kaynaktan alınması ve haritanın yenilenmesi arasındaki işlemlerin hızını olumsuz etkileyen etkenlerden biridir. Bu aralıktaki işlemleri daha hızlı yapabilmek için ArcGIS sunucu kullanılmadan özel kodlar geliştirilerek yeni sistem tasarımı ve uygulanması bir sonraki çalışma olarak yapılacaktır.

KAYNAKLAR

- Al-Sabhan, W., Mulligan, M. and Blackburn, G.A. 2003. A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the WWW. Computers, Environment and Urban Systems, s.9-32
- Anderson, S. 2003. An evaluation of spatial interpolation methods on air temperature in Phoenix, Web Sitesi <http://www.cobblestoneconcepts.com/ucgis2summer/anderson/anderson.htm> Erişim Tarihi: 15.04.2010
- Anonymous, 2002. ArcGIS 3D Analyst: Three-Dimensional Visualization, Topographic Analysis and Surface Creation, An ESRI White Paper, USA.
- Anonymous, 2002. Working with the Geodatabase: Powerful Multiuser Editing and Sophisticated Data Integrity. ESRI White Paper, şubat.
- Anonymous, 2004. Using Arcview GIS. Environmental System Research Institute, ESRI. Redlans, California.
- Anonymous, 2004. Mine Action Information Center, 2004. Spatial Information Clearinghouse, Web Sitesi <http://maic.jmu.edu/sic/gis/components.htm>, Erişim Tarihi: 15.04.2010
- Arslandoğlu, M. ve Özçelik, M. 2005. Sayısal Arazi Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara
- Başel, E.D.K., Çakın, K. ve Satman, A. 2008. Türkiye'nin Yeraltı Sıcaklık Haritası Ve Tahmini Isı İçeriği. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 10, İstanbul.
- Burke, D. and Dodd, P. 2009. Easy Access to Near Real-Time Data, ArcUser Magazine Spring, Mart, s. 36-38.

- Copley, R. 2010 Real-time Weather in GIS. Web Sitesi: <http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/pap711/p711.htm>, Erişim Tarihi: 15.04.2010
- Diodato, N. and Ceccarelli, M. 2005. Interpolation processes using multivariate geostatistics for mapping of climatological precipitation mean in the Sannio Mountains (Southern Italy). *Earth Surface Processes and Landforms*, 259–268.
- Dodson, R. and Marks, D. 1997. Daily Air Temperature İnterpolated At High Spatial Resolution Over A Large Mountainous Region. *Climate Research*, 1-20.
- Durak, R.D. 2008. ukurova Üniversitesi Gelişim Planı. Yüksek Lisans Tezi, 74-81, Adana.
- Goovaerts, P. 2000. Geostatistical Approaches for Incorporating Elevation Into The Spatial Interpolation of Rainfall. *Journal of Hydrology*, 113-129.
- Güler, M. ve Kara, T. 2007. Alansal Dağılım zelliğı Gösteren İklım Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi Ve Kullanım Alanları; Genel Bir Bakış. *OM Zir. Fak. Dergisi*, 7, Samsun.
- Harding, M.P. 2007. GIS Representation and Assessment of Water Distribution System for Mae La Temporary Shelteri Thailand, MIT Civil Engineering Yüksek Lisans Tezi.
- İnal, C. ve Yiğit, C.. 2003. Jeodezik Uygulamalarda Kriging Enterpolasyon Yönteminin Kullanılabilirliğı. *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağılar alıştay*, 177-185, Konya
- Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M. 1989. An Introduction to applied Geostatistics. Oxford Uni. Press, Inc., 561, New York.

- Jia, Y., Zhao, H., Niu, C., Jiang, Y., Gan, H., Xing, Z., Zhao, X. and Zhao Z. 2009. A WebGIS-based System for Rainfall-Runoff Prediction and Real-time Water Resources Assessment for Beijing, Elsevier Computers and Geosciences. 1517-1528
- Karaburun, A. ve Toz, G. 2006. Veri Tabanlarında Mekânsal Verilerin Çok Kullanıcılı Ortamda Depolanması Ve Özgeçmişlerinin İzlenmesi. İTÜ Dergisi Cilt:5 Sayı:5, 23-32
- Keskiner, A.D. 2008. Farklı Olasılıklı Yağış Ve Sıcaklıkların Cbs Ortamında Haritalanmasında Uygun Yöntem Belirlenmesi Ve M. Turc Yüzey Akış Haritasının Geliştirilmesi: Seyhan Havzası Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, 100, Adana.
- Krivoruchko, K. 2006. Introduction to Modeling Spatial Processes Using Geostatistical Analyst, <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/introFmodeling.pdf>
Erişim Tarihi: 15.04.2010
- Kurtzman, D. and Kadmon, R. 1999. Mapping Of Temperature Variables In Israel: A Comparison Of Different Interpolation Methods. Climate Research, 33–43.
- Li, S., Tarboton, D.G. and Mckee, M. 2000. GIS-based temperature interpolation for distributed modelling of reference evapotranspiration. Web Sitesi www.engineering.usu.edu/cee/faculty/dtarb, Erişim Tarihi: 15.04.2010
- Mcperson, 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.
- Obasi, G.O.P. 2001. WMO-No 920, WMO Statement On The Status Of The Global Climate, Geneva, Switzerland.

- Oreal-Timer, M. A. and Webster, R. 1990. Kriging: a method of interpolation for geographical information system, INT. J. Geographical Information Systems, Bölüm 4, No 3, s. 313-332
- Özdilek, O. and Şeker D.Z., 2004. A Web-Based Application for Real-Time GIS, XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, 12-23 Temmuz, 1-5.
- Sensoy, S., Ulupınar, Y., Demircan, M., Balta, İ., Taştekin, T. ve Alan, İ. 2007. Klimatolojik Uygulamalarda ArcGIS Kullanımı. 12. ESRI kullanıcıları Grubu Toplantısı, s. 1-11, Ankara.
- Smith, T.M. and Lakshmanan V. 2010. Real-Time, Rapidly Updating Severe Weather Products For Virtual Globes, Elsevier Computers & Geosciences 37 (2011) 3-12.
- Şen, A. 2007. Elektrik Alan Şiddetlerinin Ölçümü ve Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Yapay Sinir Ağları İle Analizi. Yüksek Lisans Tezi.
- Thornton, P.E., Running, S.W. and White, M.A. 1997. Generating Surfaces of Daily Meteorological Variables Over Large Regions of Complex Terrain. Journal of Hydrology, 214-251.
- 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.

EK 1 Tasarlanan Bilgi Sisteminin Kod Örnekleri

/* Herhangi bir kaynaktan gelen sıcaklık verilerini temsil eden sınıf */

```
public class TemperatureInput
{
    private double _x;
    private double _y;
    private double _temperature;
    private DateTime _measureDate;

    public double X
    {
        get { return _x; }
        set { _x = value; }
    }
    public double Y
    {
        get { return _y; }
        set { _y = value; }
    }
    public double Temperature
    {
        get { return _temperature; }
        set { _temperature = value; }
    }
    public DateTime MeasureDate
    {
        get { return _measureDate; }
        set { _measureDate = value; }
    }
}
```

```

/* Analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi */
public static class AnalyzeOperation
{
    public static string PerformAnalyze()
    {
        return KrigingAnalyze();
    }

    public static string PerformCopyAnalyzedRaster()
    {
        return StopStartServiceWithCopy();
    }

    private static string StopStartServiceWithCopy()
    {
        string resultMessage = string.Empty;
        ServerOperation serverMngr = new ServerOperation();
        //Stop Service
        resultMessage += serverMngr.StopService();
        //Copy Temp Raster to Current Workspace
        Thread.Sleep(Settings.Default.ServerStopTime);
        resultMessage += CopyResultToWorkspace();
        //Start Service
        resultMessage += serverMngr.StartService();
        return resultMessage;
    }

    private static string KrigingAnalyze()
    {
        // Initialize the geoprocessor.
        Geoprocessor GP = new Geoprocessor();
    }
}

```

```

        ESRI.ArcGIS.SpatialAnalystTools.Kriging kriggingTool = new
ESRI.ArcGIS.SpatialAnalystTools.Kriging();
        kriggingTool.in_point_features = Settings.Default.KriggingInPointFeatures;
        kriggingTool.z_field = Settings.Default.KriggingZValueField;
        kriggingTool.out_surface_raster =
Settings.Default.KriggingOutputSurfaceRaster;
        kriggingTool.semiVariogram_props =
Settings.Default.KriggingSemiVariogramModel;
        //Execute the tool
        GP.OverwriteOutput = true;
        object result = GP.Execute(kriggingTool, null);
        string resultMessage = string.Empty;
        resultMessage += "\r\n//Krigging Analyze Operation://\r\n";
        resultMessage += "-----\r\n";
        resultMessage += ReturnMessages(GP);
        return resultMessage;
    }

```

```

private static string CopyResultToWorkspace()
{
    // Initialize the geoprocessor.
    Geoprocessor GP = new Geoprocessor();
    ESRI.ArcGIS.DataManagementTools.CopyRaster copyTool = new
ESRI.ArcGIS.DataManagementTools.CopyRaster();
    copyTool.in_raster = Settings.Default.CopyInRaster;
    copyTool.out_rasterdataset = Settings.Default.CopyOutRaster;
    //Execute the tool
    GP.OverwriteOutput = true;
    object result = GP.Execute(copyTool, null);
    string resultMessage = string.Empty;
    resultMessage += "\r\n//Copy Analyze Result Operation://\r\n";
    resultMessage += "-----\r\n";
}

```

```

        resultMessage += ReturnMessages(GP);
        return resultMessage;
    }

    private static string ReturnMessages(Geoprocessor gp)
    {
        StringBuilder sb = new StringBuilder();
        if (gp.MessageCount > 0)
        {
            for (int Count = 0; Count <= gp.MessageCount - 1; Count++)
            {
                System.Diagnostics.Trace.WriteLine(gp.GetMessage(Count));
                sb.AppendFormat("{0}\r\n", gp.GetMessage(Count));
            }
        }
        return sb.ToString();
    }

    public static int PerformDataOperations()
    {
        SdeClimateHelper sdeClimateHelper = new SdeClimateHelper();
        IList<TemperatureInput> lastInputList =
        FileOperation.GetInputData(Settings.Default.TextInputFile);

        sdeClimateHelper.AddTemperaturesToClimateTable(Settings.Default.AllClimateTable
        Name, lastInputList);
        sdeClimateHelper.ClearTable(Settings.Default.LastClimateTable);
        sdeClimateHelper.AddTemperaturesToClimateTable(Settings.Default.LastClimateTabl
        e, lastInputList);
        return lastInputList.Count;
    }

```

```

/* Coğrafi veri tabanı ile konuşan katman */
public class SdeClimateHelper
{
    private IWorkspace workspace;
    public SdeClimateHelper()
    {
        this.workspace = CommonUtility.OpenSdeWorkspaceFromConfig();
    }
    public void AddTemperaturesToClimateTable(string featureTable,
    IList<TemperatureInput> inputList)
    {
        IWorkspaceEdit workspaceEdit = (IWorkspaceEdit)workspace;
        workspaceEdit.StartEditing(true);
        workspaceEdit.StartEditOperation();
        string featureName = featureTable;
        IFeatureWorkspace fWS = workspace as IFeatureWorkspace;
        IFeatureClass fClass;
        fClass = fWS.OpenFeatureClass(featureName);

        try
        {
            using (ComReleaser comReleaser = new ComReleaser())
            {
                // Create a new insert cursor with buffering.
                IFeatureCursor featureCursor = fClass.Insert(true);
                comReleaser.ManageLifetime(featureCursor);
                IFeatureBuffer featureBuffer = fClass.CreateFeatureBuffer();
                comReleaser.ManageLifetime(featureBuffer);
                foreach (TemperatureInput input in inputList)
                {
                    ESRI.ArcGIS.Geometry.Point point = new
ESRI.ArcGIS.Geometry.Point();

```

```

        point.X = input.X;
        point.Y = input.Y;
        featureBuffer.Shape = point as IGeometry;
        featureBuffer.set_Value(1, input.X);
        featureBuffer.set_Value(2, input.Y);
        featureBuffer.set_Value(3, input.MeasureDate);
        featureBuffer.set_Value(4, input.Temperature);
        featureCursor.InsertFeature(featureBuffer);
    }

    // Flush the cursor.
    featureCursor.Flush();
    // All of the features were successfully inserted; stop the edit operation
    // and stop the edit session, saving the changes made in edit operations.
    workspaceEdit.StopEditOperation();
    workspaceEdit.StopEditing(true);
}
}
catch (Exception ex)
{

    // An error occurred while editing. Abort the edit operation and stop the
    // edit session, discarding any changes made in edit operations.
    workspaceEdit.AbortEditOperation();
    workspaceEdit.StopEditing(false);
    // Let the user know what went wrong.
    MessageBox.Show("The insert operation could not be completed:",
ex.Message);
}
}

public void ClearTable(string featureTable)

```

```

{
    IWorkspaceEdit workspaceEdit = (IWorkspaceEdit)workspace;
    workspaceEdit.StartEditing(true);
    workspaceEdit.StartEditOperation();
    string featureName = featureTable;
    IFeatureWorkspace fWS = workspace as IFeatureWorkspace;
    IFeatureClass fClass;
    fClass = fWS.OpenFeatureClass(featureTable);
    QueryFilter queryFilter = new QueryFilter();
    IFeatureCursor featureCursor = fClass.Update(queryFilter, true);
    IFeature feature = featureCursor.NextFeature();
    while (feature != null)
    {
        featureCursor.DeleteFeature();
        feature = featureCursor.NextFeature();
    }
    // All of the features were successfully inserted; stop the edit operation
    // and stop the edit session, saving the changes made in edit operations.
    workspaceEdit.StopEditOperation();
    workspaceEdit.StopEditing(true);
}
}

public static IWorkspace OpenSdeWorkspaceFromConfig()
{
    SDEConnectionParameters sdeParams = new SDEConnectionParameters();
    IWorkspaceFactory sdewWorkspaceFactory = new
SdeWorkspaceFactoryClass();
    IPropertySet propertySet = sdeParams.GetEsriPropertySet();
    IWorkspace workspace = sdewWorkspaceFactory.Open(propertySet, 0);
    return workspace;
}

```

```

/* ArcGIS Server üzerindeki servisleri kontrol eden katman */
public class ServerOperation
{
    private string sType = "MapServer";
    private string sServer = Settings.Default.ServerName;
    private string sService = Settings.Default.MapServiceName;
    private IServerObjectAdmin2 pServerObjectAdmin;

    public ServerOperation()
    {
        //connect to the GIS Server
        GISServerConnection pGISServerConnection = null;
        try
        {
            pGISServerConnection = new GISServerConnectionClass();
            pGISServerConnection.Connect(sServer);
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine("Could not connect to server. Make sure this user is a
member of the AGSADMIN group.");
            Console.WriteLine("Details: " + e.Message);
            throw e;
        }
        //read configurations
        pServerObjectAdmin = pGISServerConnection.ServerObjectAdmin as
IServerObjectAdmin2;
    }

    public string StopService()
    {
        string resultMessage = string.Empty;
    }
}

```

```

        string messageLine;
        //STOP SERVICE
        Console.WriteLine("Attempting to stop " + sType + " " + sService + "...");
        pServerObjectAdmin.StopConfiguration(sService, sType);
        if (pServerObjectAdmin.GetConfigurationStatus(sService, sType).Status ==
esriConfigurationStatus.esriCSStopped)
        {
            messageLine = sType + " " + sService + " was stopped.";
            resultMessage += messageLine + "\r\n";
            Console.WriteLine(messageLine);
        }
        else
        {
            messageLine = "Warning! " + sType + " " + sService + " could not be
stopped.";
            resultMessage += messageLine + "\r\n";
            Console.WriteLine();
        }
        return resultMessage;
    }

    public string StartService()
    {
        string resultMessage = string.Empty;
        string messageLine;
        //START SERVICE
        Console.WriteLine("Attempting to start " + sType + " " + sService + "...");
        pServerObjectAdmin.StartConfiguration(sService, sType);
        if (pServerObjectAdmin.GetConfigurationStatus(sService, sType).Status ==
esriConfigurationStatus.esriCSStarted)
        {
            messageLine = sType + " " + sService + " was started.";

```

```
        resultMessage += messageLine + "\r\n";
        Console.WriteLine(messageLine);
    }
    else
    {
        messageLine = "Warning! " + sType + " " + sService + " could not be
started.";
        resultMessage += messageLine + "\r\n";
        Console.WriteLine(messageLine);
    }
    return resultMessage;
}
}
```

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serhat TURAL

Doğum Yeri : Zonguldak

Doğum Tarihi : 24.05.1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Buca Anadolu Lisesi, 1998-2002

Lisans : Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, 2002-2007

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2008 – Mart)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Horizon Bilgisayar Yazılım Hizmetleri Ltd. Şti., 2007

İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti., 2008

Türk Telekomünikasyon A.Ş., 2008-...

Yayınları:

- 1) Samet R., **Tural, S.**, 2010. Web Based Real-Time Meteorological Data Analysis and Mapping Information System. WSEAS Transactions on Information Science and Application, Issue 9, Volume 7, pp. 1115-1125.
- 2) Samet, R. and **Tural, S.**, 2010. WEB Based Real-Time Meteorological Data Analyses and Mapping Information System. Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Automation & Information (ICAI'10), Recent Advances in Automation & Information "G. Enescu" University, Iasi, Romania, June 13-15, pp. 80-85.
- 3) Samet, R. and **Tural, S.**, 2010. Real-time meteorological data analysis and mapping", The Third International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics", PCI'2010, Volume III, Baku, Azerbaijan, September 6-8, pp. 287-291.
- 4) Samet R., **Tural, S.**, 2011. Full Duplex Interactive Real-Time Meteorological Data Analysis and Mapping Information System. Manuscript.
- 5) Samet R., **Tural, S.**, 2010. Web Based Real-Time Meteorological Data Analysis and Mapping Information System. International Journal Of Education And Information Technologies, Issue 4, Volume 4, pp. 187-196.