

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DENİZEL VERİLERİN CBS TEKNİĞİ İLE MODELLENMESİ

127433

Balıkçılık Teknolojisi Müh. Abdulaziz GÜNEROĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29.07.2002
Tezin Savunma Tarihi : 16.08.2002**

127433

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ercan KÖSE
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kadir SEYHAN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU**

Ercan Köse
Kadir Seyhan
Tahsin Yomralıoğlu

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

A. Kadıoğlu

Trabzon 2002

ÖNSÖZ

Deniz Bilgi Sistemi (DBS) oluşturmaya yönelik model altlık tasarımı konulu bu yüksek lisans tezinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile denizel veri entegrasyonu uygun yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Gerçekleştirilen dinamik veri tabanı daha ileriki çalışmalar için örnek model niteliğindedir.

Bu tez çalışmasında danışmanlığımı üstlenip her aşamada yardımını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr.Ercan KÖSE' sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin tasarı aşamasında benden değerli fikirlerini esirgemeyen Prof.Dr.Tahsin YOMRALIOĞLU ve Prof.Dr.Emin Zeki BAŞKENT' e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan denizel verilerin toplanmasında emeği geçen Yrd.Doç.Dr. Muzaffer FEYZİOĞLU ve Yrd.Doç.Dr.Coşkun ERÜZ' e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sırasında harita ve haritacılık bilgilerini benden esirgemeyen Arş.Gör.Fevzi KARSLI, Arş.Gör.Faruk YILDIRIM ve K.T.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü, GISLab personeline sonsuz teşekkürlerimi bildiririm.

Abdulaziz GÜNEROĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	IX
SEMBOLLER DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Problemin Tanımı	2
1.1.2. Çalışmanın Amacı	3
1.1.3. Yöntem	4
1.2. Coğrafya, Bilgi ve Sistem Yaklaşımı	5
1.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Gelişimi	5
1.2.2. Coğrafya	6
1.2.3. Bilgi	8
1.2.4. Sistem	9
1.2.5. Uzman Sistemler ve CBS	9
1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	10
1.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin Bileşenleri	13
1.3.2. CBS' de Temel Veri Yapıları	15
1.3.2.1. Vektör Veri Yapısı	16
1.3.2.1.1. Topoloji ve Topolojik Veri Yapısı	17
1.3.2.1.2. TIN Veri Yapısı	19
1.3.2.2. Raster (Hücreli) Veri Yapısı	21
1.3.3. CBS Tasarımı ve Sistem Gerçekleştirme	22
1.3.4. Deniz Bilimleri'nde CBS	26
1.3.4.1. Deniz Bilimleri'nde CBS'nin Tarihsel Gelişimi	29
1.3.4.2. Ülkemizde CBS'nin Durum	33
1.3.4.3. Balıkçılık ve CBS	34

1.3.4.3.1.	Balıkçılığa Yönelik CBS Kavramsal Modelinin Temel Bileşenleri	35
1.3.4.3.2.	CBS Kavramsal Modelinin Kompleks Yapısı	36
1.3.4.3.3.	Balıkçılık Amaçlı CBS Kavramsal Modeli ve Sosyoekonomik Durum	38
1.3.5.	CBS ve İstatistiksel Yöntemler	39
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	44
2.1.	Çalışma Alanının Tanıtılması	44
2.2.	Çalışma Alanının Oşinografisi	45
2.3.	Deniz Kafes Balıkçılığı ve Belirleyici Çevresel Koşullar	45
2.4.	DBS Oluşturmaya Yönelik Tasarlanan Kavramsal Model	47
2.5.	Çalışmada Kullanılan Tanımsal ve Grafik Veri Setleri	49
2.5.1.	Oşinografik Verilerin Tematik Gösterimi ve CBS Analizleri	52
2.5.2.	3B Sürmene Koyu Modeli	59
2.5.3.	Karada Tesis Edilecek Alabalık Çiftliği İçin Uygun Yer Seçimi	62
2.6.	Kullanılan Donanım ve Yazılım	63
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA	64
4.	SONUÇLAR	65
5.	ÖNERİLER	66
6.	KAYNAKLAR	67
	ÖZGEÇMİŞ	70

ÖZET

CBS konumsal verileri, tanımsal bilgiler ile birleştiren bilgisayar destekli sistemlerdir. Diğer bilim dallarında kullanım alanları dikkate alındığında, CBS tekniğinin denizel alanların yönetilmesi aşamasında etkili bir karar destek sistemi olarak kullanılabilmesi açıktır. CBS teknolojisi özellikle 1980' li yıllardan sonra Amerika ve Kanada'da gelişme göstermiş, burada karar verme ve konumsal veriye ihtiyaç duyulan alanlar için geniş kapsamlı projeler yapılmıştır. Daha sonrasında Avrupa ve diğer dünya devletlerinde CBS özellikle şehircilik ve organizasyon (yerel yönetim) amaçlı bir çok alanda kullanılmıştır. Bilgisayar ve uydu teknolojisindeki gelişmeler CBS' nin dönüm noktaları olarak kabul görmektedir. Gerçektende, CBS' nin en basit analizleri bile gerçekleştirebilmesi için grafik ve tanımsal bilgiye ihtiyacı vardır ve bilgiler zamanla artarak yönetilmesi güç ve karmaşık veritabanları meydana getirmektedir. Bu tip veritabanlarını yönetebilmek hızlı ve sağlıklı kararlar alabilmek için hızlı bilgisayarlara, geniş alanlar hakkında bilgi içeren uydu görüntülerine ve konum bilgisine (GPS) ihtiyaç duyulmaktadır. CBS uygulamaları, deniz bilimleri ve balıkçılık alanında 1980' li yılların ikinci yarısında özellikle Dünya Gıda Örgütü (FAO) ve Birleşmiş Milletler (UN)'in başlattığı ve desteklediği projelerle ortaya çıkmıştır. Bu projelerde özellikle kıyı yapısı, birincil üretim, iç su yetiştiriciliği, gelgit ve stok yönetimi ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada, Deniz Bilgi Sistemi (DBS) kurmaya yönelik temel altlıkların neler olabileceği konusu üzerinde durulmuş ve bu amaçla bir kavramsal model önerilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde genel CBS bilgisi ve tarihi gelişimi ile deniz bilimlerinde CBS'nin kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Diğer bölümlerde Sürmene Koyunda temel oşinografik parametreler, sıcaklık, tuzluluk ve akıntı hızı gibi değişkenler baz alınarak Gökkuşluğu Alabalığı için en uygun yer seçimine yönelik bir pilot uygulama yapılmıştır. Benzer uygulama, karada tesis edilecek bir çiftlik yeri seçimi için arazi eğimi, su kaynakları ve yola yakınlık ile arazinin bakışı göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca CBS' nin deniz bilimleri alanında doğal kaynakların izlenmesi alanında da güncelleme ve sorgulama özelliklerine bağlı olarak diğer yöntemlerden daha etkili olabileceği vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: CBS, DBS, Balıkçılık, Modelleme

SUMMARY

Modeling Sea Data by Using GIS

Geographic Information Systems (GIS) are computer based tools developed for handling spatially referenced data and information. Normally, they integrate database administration functions with analytical tools and techniques for geographic analysis and computerized cartography. Although GIS is only some 30 years old, already the impacts of these new technologies are having major and far-reaching effects. Given their importance in other areas of natural resource management, it might be anticipated that GIS would be natural tools for assisting, planning and decision making within coastal environment.

By the early 1980s, Geographic Information Systems (GIS) applications were first carried out in United States and Canada. After that, some environmental related projects initiated and completed successfully in Europe. Nevertheless, the biggest turning point was the revolution of computer science in addition to satellite technology. GIS needs graphic and tabular data sets to accomplish its mission. By the time, these data sets return to huge data masses and need to be managed more precisely. To manage such databases, a strong database management system is needed together with, advanced computers, GPS and satellite images. By the late 1980s some fisheries and marine related GIS projects were started by United Nations (UN) and Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). In these projects, primary productivity, inland fishing, shoreline dynamics and natural stock management were studied.

The aim of this study is to examine the potential use of GIS in marine and fisheries sciences by taking account the history of Fisheries GIS and related publications. A model of Sürmene Bay GIS project is established by using appropriate data sets. Additionally, a conceptual fisheries GIS model planned and discussed. An example of site selection for Rainbow Trout in the sea and land systems is given. Ultimately, it is found that GIS is strong tool for planning, managing and decision making on marine environment. As it is well known, it should be stressed that marine environment is 4D with the time dimension. Therefore, there are many gaps left to be investigated.

Keywords: GIS, Fisheries, Modeling

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Coğrafya Bilimi ve Alt Dalları	7
Şekil 2. Temel Sistem Bileşenleri	9
Şekil 3. Temel Coğrafi Veri Elementleri	12
Şekil 4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri	13
Şekil 5. CBS veri yapıları	16
Şekil 6. Topolojik olarak eşit iki farklı geometrik şekil	18
Şekil 7. TIN veri yapısı ve topolojisinin gösterimi	20
Şekil 8. Raster Gösterim ve Çözünürlük	22
Şekil 9. CBS Stratejik Planlama Aşaması	23
Şekil 10. CBS Tasarım ve Uygulama Safhaları	25
Şekil 11. Kavramsal CBS Modelini oluşturan temel bileşenlerin ölçek, etki alanı, hız ve miktar cinsinden değişimi	35
Şekil 12. Balıkçılık yönetimi açısından CBS ve Haritacılık	37
Şekil 13. Sosyoekonomik Yapının Kavramsal CBS' ye Etkisi	39
Şekil 14. Sınır zonları ve seçilen nokta	42
Şekil 15. Çalışma alanı	44
Şekil 16. Deniz Bilgi Sistemi (DBS) Kavramsal Modeli	48
Şekil 17. Tanımsal verilerin saklandığı ilişkisel veri tabloları	51
Şekil 18. Boolean cebir kurallarının Venn diyagramı ile gösterimi	51
Şekil 19. Kullanılan CBS katmanları ve bunlardan elde edilen ürünler	52
Şekil 20. 1999-2002 periyodunda oşinografik veri toplanan istasyonlar	53
Şekil 21. 2000 yılı bahar mevsimi tematik akıntı hızı haritası	54
Şekil 22. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi 10-50 cm/sn arasındaki akıntı hızı dağılımı	55
Şekil 23. 2000 bahar mevsimi tematik sıcaklık haritası	55
Şekil 24. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi 10-15 °C arasındaki sıcaklık dağılımı	56
Şekil 25. 2000 bahar mevsimi tematik tuzluluk haritası	56
Şekil 26. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi ~ ⁰ /0019 tuzluluk dağılımı	57

Şekil 27.	2000 bahar mevsimi akıntı hızı, tuzluluk ve sıcaklığa göre alabalık kafes yetiştiriciliği için uygun alanlar	58
Şekil 28.	Sıcaklık, akıntı hızı ve tuzluluk katmanları 3B gösterimi	58
Şekil 29.	AutoCAD 2000 ve Calcomp Drawing Board III kullanılarak sayısallaştırılan Sürmene Koyu	59
Şekil 30.	Sürmene Koyu eşyüksekti haritası	60
Şekil 31.	Sürmene Koyu derinlik eğrileri	60
Şekil 32.	3B Sürmene Koyu modeli ve veri istasyonları	61
Şekil 33.	Gerçekleştirilen Sürmene Koyu veritabanı sorgu arayüzü	61
Şekil 34.	Sürmene Koyu alabalık çiftliği kurmaya uygun alanlar	62



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo1. 1991-1997 yılları arasında deniz ile ilgili CBS çalışmaları	31
Tablo2. 1985-1999 yılları arasında CBS ile ilgili 216 yayının konu başlıkları	32
Tablo3. Bilinen X, Y, Z değerlerinden bilinmeyen Z değerinin hesabı	42
Tablo4. X, Y, Z veri tablosu	42
Tablo5. Kıyıda tesis edilecek, Salmon kafes balıkçılığı için gerekli su kalitesi parametreleri	46



SEMBOLLER DİZİNİ

BDS	: Bilgiye Dayalı Sistemler
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarı
CAM	: Bilgisayar Destekli Haritalama
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CSIRO	: Avustralya Deniz Araştırma Enstitüsü
CTD	: Akıntı, Sıcaklık, Yoğunluk
ÇS	: Çizgiler Seti
DBS	: Deniz Bilgi Sistemi
DNS	: Düğüm Noktaları Seti
FAO	: Dünya Gıda Örgütü
GCS	: Coğrafi Harita Projeksiyonu
GPS	: Küresel Konum Belirleme Sistemi
ICLARM	: Dünya Balıkçılık ve Deniz Ürünleri Merkezi
IDW	: Ters Mesafe Ağırlıklandırması
IFREMER	: Fransız Balıkçılık Örgütü
IMR	: Norveç Deniz Araştırma Enstitüsü
KDS	: Karar Destek Sistemi
LIS	: Arazi Bilgi Sistemi
NMFS	: NOAA Ulusal Deniz Balıkçılığı Servisi
NOAA	: Ulusal Deniz Atmosfer Yönetimi
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
TIN	: Düzensiz Üçgen Ağları
UTM	: Merkator Harita Projeksiyonu
YSA	: Yapay Sinir Ağları

**E.C. YÜSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Giderek artan dünya nüfusu sahip olduğumuz gıda kaynaklarının daha etkili ve verimli kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Yakın geçmişe kadar denizel kaynakların sonsuz olduğu ve hiç tükenmeyeceği düşüncesi hakimdi fakat geçen zaman bunun gerçekte böyle olmadığını ve denizel ürünlerin diğer doğal kaynaklar gibi yenilenebilir fakat sonlu olduğunu ortaya koymuştur. Karşılabilir oranlarda yapılan avcılık ve buna ek olarak yetiştiricilik mevcut sorun için bir mutlak çözüm olarak görülmemektedir [1].

Bu nedenle sahip olunan denizel kaynakları en iyi şekilde kullanmak için bir sistem yaklaşımı ile planlı bir şekilde hareket edilmeli ve uygulanabilir etkin politikalar üretilmelidir. Ülkemiz balıkçılık yönetimine yönelik alınacak kararlar ve gerçekleştirecek projelerde, birçok alanda kullanılan CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi)'den faydalanılabilir.

Daha etkin ve kalıcı çözümler bulmak için;

- 1) Denizel canlılık ve doğal kaynak üretimini direkt etkileyen oşinografik parametrelerin mümkün olduğunca toplanıp güncelleştirilebilen bir veritabanında saklanması gerekir.
- 2) Ulusal ve bölgesel balıkçılık faaliyetleri ile ilgili tüm bilgilerin bir veri tabanında saklanması gereği mevcuttur. İlgili veri tabanında birincil üretim dahil, tür bilgisi, avcılık oranı, tekne sayısı, motor gücü, av verileri, yıllık sağlanan gelir, direkt ve dolaylı ülke ekonomisine katkı oranı, gibi birçok değişken parametre göz önüne alınmalıdır.
- 3) Geleneksel yöntemler ile yapılan avcılığın yerini, zaman ve para israfına yer vermeyen, kendi geleceğini analitik olarak sorgulayabilen çağdaş balıkçılık anlayışı alınmalıdır.

Etkin bir kayıt ve kontrol sistemi ile tüm ülke, münhasır ekonomik bölge balıkçılığının uydu gözlemlerinden de faydalanılarak izlenmesi gereği mevcuttur. Bu bağlamda, CBS Uzaktan Algılama ile birlikte geniş araştırma alanlarını kapsayan grafik ve tablosal bilgilerin saklanması, işlenmesi ve yönetilmesi için kullanılabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), son yıllarda, klasik arşivleme yöntemlerinin erişemeyeceği kadar çok ve değişik türdeki verilerin yönetilmesinde kullanılan önemli bir

araçtır. Bunun yanında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en önemli yararlarından birisi de coğrafi varlıklara ilişkin olaylar üzerinde doğru kararların verilmesine yardımcı olmasıdır. Çok değişik kullanım alanları olan CBS, doğal çevre ile ilgili verilerin toplanmasında, yönetilmesinde, sorgulanmasında ve analizinde ayrıca çevre ile ilişkili olaylar üzerinde doğru kararlar vermede kullanılan etkili teknolojik bir araçtır [2].

Diğer birçok alanda kullanıldığı gibi doğal kaynakların yönetilmesi ve denizel uygulamalarda da CBS kullanımının önemi yirmi yıl önce dile getirilmiş ve yapılan denizel uygulamalar ile desteklenmiştir [3].

Günümüzde balıkçılık dahil yapılan bilimsel çalışmalarda karşılaştığımız sorunların temeli, verilerin konuma bağlı zamansal değişim göstermesidir. Bu konuda özellikle Coğrafya bilimi ile ilgilenen bilim adamları önemli adımlar atmıştır. Dinamik çevresel 4B kompleks şartlar göz önüne alındığında CBS'nin balıkçılık ve oşinografi alanında uygulama alanlarının gelişmesi yavaş olmaktadır. Fakat yine de balıkçılık alanında ileriye yönelik karar verme ve analiz çalışmalarında CBS tekniğinin etkili olduğu ve olacağı söylenebilir [4].

Deniz bilimciler, denizel kaynakların dağılımını ve yersel olarak değişimini göstermek amacı ile ilgili bölgenin habitat değerlendirmesini yaparlar. Klasik yöntemler kullanarak konumsal olarak değişim gösteren bu yaşam alanlarını değerlendirmek çok zordur. Konumsal özellik arz eden problemlerin değerlendirilmesinde CBS etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Çalışılan alanla ilgili bilgilerin toplanması, arşivlenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi, görüntülenmesi ve modellenmesinde kullanılabilir. Ayrıca farklı alanlardan gelen verilerin sosyoekonomik açıdan değerlendirilmesinde de CBS vazgeçilmez bir araçtır [5].

1.1.1. Problemin Tanımı

Ekonomik olmanın çok önemli olduğu günümüzde, sahip olduğumuz diğer tüm doğal kaynaklar gibi denizel kaynaklarımızın da verimli bir şekilde kullanılması gereği açıktır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde maalesef denizlerimiz ile ilgili yeterli bilgi birikimine sahip değiliz. Bu durumda, denizel kaynakların yönetilmesi ve ilgili kararların zamanında alınması zor olmaktadır.

Böylelikle; denizel kaynakları daha etkin ve verimli kullanmak amacı ile ve istediğimiz zaman istediğimiz bilgiye ulaşım kritik kararlar almak veya değerlendirme yapmak için;

- 1) Yapılan alan çalışmaları ile elde edilen oşinografik verilerin bir veritabanında standart formlar halinde saklanması gereği mevcuttur.
- 2) Veritabanında saklanan tablosal bilgilerin grafik veri (harita verisi) ile entegrasyonu sağlanmalıdır.
- 3) Bu iki veri setinin entegrasyonu;
 - a) Güncelleştirilebilir olmalıdır.
 - b) Oluşturulacak olan sistemden istenen bilgi hemen sorgulanabilmeli, analiz edilebilmeli ve elde edilen sonuç görüntülenebilmelidir.
 - c) Oluşturulan bilgi sistemi diğer ilgili veriler ile de etkileşimli olarak ilişkilendirilebilmeli ve daha büyük alanlara yönelik kararların alınmasında kullanılabilir olmalıdır.

Bütün bu özellikleri içinde barındırması nedeni ile CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), problemin çözümü için günümüzde benzer çalışmalarda bir çok ülkenin de kullandığı önemli bir araçtır.

Yukarıdaki şartlar göz önüne alındığında, en çok denizel veri toplanan alan olması nedeni ile Sürmene Koyu çalışma alanı olarak seçilmiştir.

1.1.2. Çalışmanın Amacı

Bilgi toplumu olma yolunda ilerlerken, kısa zamanda daha başarılı olabilmek için uygun yöntem ve araçların kullanılması zorunludur. Yoğun bir çalışma sonunda ve büyük harcamalar yaparak elde edilen denizel verilerin dinamik bir veritabanında bir araya getirilmesi ve elde edilen bilgilerin istendiğinde işlenebilmesi için 1999-2002 tarihleri arasında R/V KTÜ Denar 1 gemisi ile çıkılan deniz seferlerinde elde edilen oşinografik veriler uygun düzeltmeler yapılarak oluşturulan veri tabanına aktarılacaktır. Çalışma bölgesi olarak seçilen Sürmene Koyu' na ait veritabanı 1/25000'lik topoğrafik ve 1/100000' lik denizel haritalar ile desteklenecektir. Bunun sonucunda elde edilecek olan coğrafi veritabanı kullanılarak çeşitli coğrafi analizler ve değerlendirmeler yapılacaktır.

Uygun altlıklar ile desteklendikten sonra deniz kafes balıkçılığı için en uygun yer seçimi, karada tesis edilecek bir alabalık çiftliği için en uygun yer seçimi gibi problemlerin

çözüm yolları araştırılacaktır. Ayrıca; deniz seferlerinde elde edilen oşinografik veriler çeşitli interpolasyon yöntemleri kullanılarak ölçüm yapılamayan yerler ile ilgili bilgilerin ortaya çıkarılması sağlanacaktır.

Çalışma alanının 3B modeli oluşturulup burada çeşitli tablosal bilgiler model üzerinden sorgulanacaktır.

Yapılacak çalışmanın en önemli özelliği, CBS' nin Deniz Bilimleri alanında nasıl uygulanabileceğinin araştırılması ve gelecekte gerçekleştirilmesi olası Deniz Bilgi Sistemi (DBS) için model olma özelliği taşıması olacaktır.

1.1.3. Yöntem

Bu çalışmada aşağıdaki işlem adımları gerçekleştirilecektir:

- 1) Çalışma alanı olarak seçilen bölge, Sürmene Koyu' nda 1999-2002 yılları arasında toplanan oşinografik veriler düzenlenerek, oluşturulacak veritabanı için hazır hale getirilecektir.
- 2) Coğrafi veritabanının temel altlıkları için gerekli 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar elde edilerek AutoCAD yazılımı kullanılarak sayısallaştırılacaktır.
- 3) Trabzon DSİ Bölge Müdürlüğünden çalışma alanındaki bazı büyük derelere ait debi rasat bilgileri edinilecektir.
- 4) Toplanan vektörel verilerin Arc/Info yazılımı kullanılarak topolojisi kurulacak ve gerekli projeksiyon dönüşümleri yapılacaktır.
- 5) Grafik ve tanımsal bilgiler (her bir deniz seferi için ayrı ayrı kodlanan istasyon ölçüm değerleri) ArcView yazılımı kullanılarak birleştirilecektir.
- 6) Çeşitli CBS analiz ve sorgu fonksiyonları çalıştırılarak Sürmene Koyu ile ilgili tematik haritalar elde edilecektir.
- 7) Sürmene Koyu' na ait 3B Sayısal Arazi Modeli (SAM) oluşturularak model üzerinde ölçüm yapılan istasyonlar gösterilecektir.
- 8) Sürmene Koyu' nda deniz veya karada kurulacak bir balık tesisi için en uygun yer seçimine yönelik alternatif sonuçlar elde edilecektir.
- 9) Deniz Bilgi Sistemi kurmaya yönelik yeni bir kavramsal model tasarlanacaktır.

1.2. Coğrafya, Bilgi ve Sistem Yaklaşımı

1.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Gelişimi

Genel amaçlı haritalar uzun zamandan beri topoğrafya, arazi durumu göstermek ve taşıma amaçlı kullanılmaktadır. Geçen yüzyıl içinde, tematik tabanlı haritalar kullanılmaya başlanmıştır. Tematik haritalar; jeolojik yapı, arazi kullanımı, politik yapı gibi verilerin gösteriminde kullanılmaktadır. Her iki harita çeşidi CBS 'de kullanılmasına rağmen bazı verilerin entegrasyonunu daha kolay sağladığı için kartoğrafya'nın CBS 'ye yönelmesinde tematik haritalar daha etkili olmuştur. Planlamanın bir parçası olarak farklı amaçlı haritaların bir araya getirilmesi örneğini ilk defa 1912 yılında Almanya' nın Dusseldorf örneğinde görmekteyiz. Daha sonrasında, 1922-1929' lu yıllarda benzer örnekler Billerica (Massachusetts), Doncaster (İngiltere) ve New York (Amerika) için yapılan eş zamanlı şehir planlama amaçlı trafik akışı, arazi kadastro ve nüfus ilişkisi gibi özellikleri içeren haritaları bir araya getirerek oluşturulmuştur.

1950 yılında ilk defa Jacqueline TYRWHITT şehir planlaması amaçlı kitabının bir bölümünde arazi karakteristikleri olarak bilinen ve arazinin yüksekliğini, jeolojisini, hidrolojisi ile tarım alanlarını üst üste çakıştırarak ilk defa CBS' nin en önemli fonksiyonlarından birini yerine getirmiştir. 1969 yılında McHarg "Doğanın Dizayını" adlı kitabında New York' un Staten adasında bazı iskan problemlerinin çözümüne yönelik saydam kalıplar ile oluşturulmuş haritaların çakıştırılmasını örnek vermiştir.

1962 yılında, Massachusetts Enstitüsünden iki araştırmacı 26 farklı pafta kullanarak bazı otoyolları tercih sırasını ağırlıklandırma yöntemi ile haritaları fotoğraflayıp belli bir sıraya koyarak farklı kombinasyonlar oluşturmuştur.

1959 yılında Waldo TOBLER haritayı girdi olarak kabul eden, değiştiren ve çıktı veren, üç temel fonksiyona sahip MIMO (Map Input,Map Output) kartoğrafya amaçlı bilgisayar programı ile bugünkü modern CBS yazılımlarının ilk örneğini sunmuştur. Bu tarihten itibaren bir çok kişi FORTRAN gibi programlama dillerini kullanarak haritaları bilgisayar ortamına aktarma çalışmalarını sürdürmüştür fakat zaman geçtikçe kişisel programlardan çok komplike yazılımlara ihtiyaç olduğu görülmüş ve SURFACE II, IMGRID, CALFORM, CAM, SYMAP gibi yazılımlar ilk haritalama programları olarak literatürde yerini almıştır. Bir çok ön model çalışmadan sonra Amerikan nüfus idaresi

tarafından DIME (Dual Independent Map Encoding) kodlama sistemi ile bir çok harita diğer bilgiler ile birlikte toplanmış ve ilgili veritabanında saklanmıştır.

Yine 1960'lı yıllarda Harvard Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı ilk CBS programı olarak bilinen "Odyssey"i ortaya çıkarmışlardır. Bu programla birlikte bugün Arc/INFO yazılımının da kullandığı çizgi-düğüm veri yapısı ortaya konmuştur.

1980'li yıllarda IBM ilk kişisel bilgisayarını piyasaya sürdü, bu tarihten itibaren CBS yazılımları büyük bilgisayarlardan ve WorkStation' lardan masaüstüne taşındı. Bu gelişmeye 1980'li yılların ikinci yarısı ve 1990' lardan sonra Arc/INFO, IDRISI ve GRASS gibi yazılımlar da ayak uydurarak CBS' nin bugünkü şeklini almasında katkı sağlamıştır. Bunlara ek olarak bilgisayar teknolojisi, ağ yapıları ve internet yardımı ile bugün CBS ile ilgili olmayan pek az bilim dalı mevcut olup planlama, bilgi ve coğrafyanın söz konusu olduğu hemen hemen her alanda CBS' ye gereksinim duyulmaktadır [6].

Türkiye, haritacılıkta bilgisayar kullanımı ile 1980'li yıllarda tanışmıştır. O yıllarda henüz kişisel bilgisayarların ülkemize girmemiş olmaları nedeni ile birçok kuruluşta AMSTRAD, COMMODORE 64 ve benzeri bilgisayarlar kullanılmaktaydı. 1985'lerden sonra PC'lerin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile birlikte haritacılıkta otomasyon çalışmaları ağırlık kazanmış ve haritaların üretim ve kullanımında gerçek anlamda CAD (Computer Aided Design) yazılımlarından yararlanılmıştır. CAD yazılımlarının kullanılmaya başlanması ile harita üretiminde yeni bir dönem başlamıştır. Harita yapan, yaptıran ve kullanan bir çok kuruluş sayısallaştırıcı ve çizicilere yatırım yapmış ve böylelikle harita üretiminde hız artışı, hataların en aza indirilmesi ve doğruluk derecesinin artırılması, maliyetin azaltılması, personelin optimum kullanılması gibi bir çok kazançlar elde edilmiştir. Ülkemizde ciddi anlamda bilgi sistemi üretimine 1990'lı yıllarda başlanmıştır. Bu konuda kent bilgi sistemi çalışmaları bir çok ilimizde gerçekleştirilmiştir [7].

1.2.2. Coğrafya

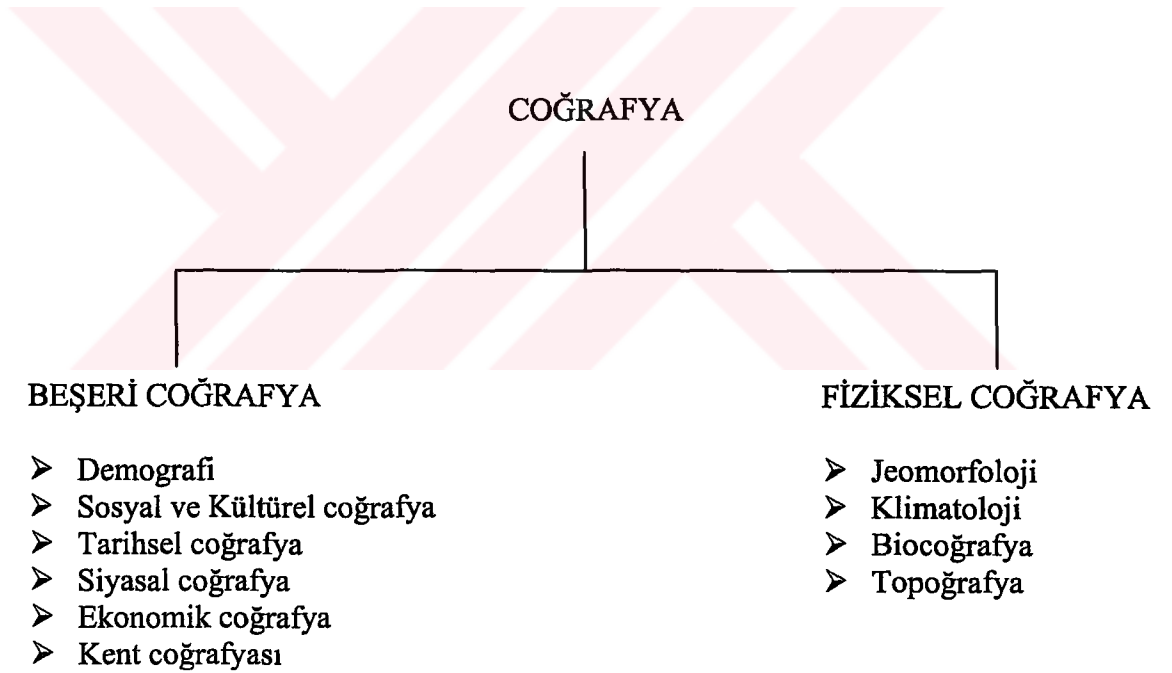
"Coğrafya" sözcüğü, Büyük Larouse ansiklopedisinde "coğrafya ile ilgili" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu sözcüğün kökeni, "geo" (yer) ve "graphein" (yazmak) sözcüklerinin bileşkesi olan yunanca "geographein" sözcüğüdür [8].

Coğrafya, yeryüzünü temsil eden çizimi, veya “yeryüzündeki herhangi bir bölgenin fiziksel ve beşeri özelliklerinin bütünü” olarak tanımlanabilir [9].

Çağdaş coğrafya disiplini, yeryüzündeki mekanlar ile gerek doğal, gerek insan ürünü çevresel oluşumlar arasındaki ilişkileri, farklılık ve benzerlikleri betimleyen ve açıklayan bilimdir [8].

Yeryüzü, birbirinden bağımsız tekil alanlardan değil, farklı özellikleri olan fakat birbirini örten bölgelerden oluşan bir yapıya sahiptir. Bu yapı insana ilişkin süreçlerin ve doğaya ait süreçlerin etkisi altında karmaşık bir yapı özeliği sergilemektedir. Coğrafyanın amacı bu karmaşık yapıyı örgütlü ve tutarlı bir bütünlük içinde ele almaktır.

Coğrafya bilimi temelde, beşeri (insanla ilgili) ve fiziksel (doğayla ilgili) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Her bir temel alt birim yine kendi arasında yine çalışma konusuna bağlı olarak dallanmaktadır. Coğrafya bilimi ve alt dallarını gösteren bir şema aşağıdaki gibi temsil edilebilir.



Şekil 1. Coğrafya Bilimi ve Alt Dalları [10].

1.2.3. Bilgi

“Bilgi”, sözcüğü, Büyük Larousse ansiklopedisinde, “bir iş veya konu hakkında bilinen şey”, olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte yine bilgi, “insan aklının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü”, olarak da ifade edilmektedir.

“Bilgi”, idari, hukuki, sosyal, bilimsel, teknik, ekonomik, endüstriyel, ticari, dini ve benzeri diğer konularda araştırma yapmak, politika üretmek ve günlük olaylara yön vermek için üretilmesi gereken bir ihtiyaç olup, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkar. Bilgi, genel olarak üç ana grup halinde sınıflandırılabilir [10].

Bunlar;

A. Mevcut Bilgiler

- a. Sabit Bilgiler
- b. Değişken Bilgiler
- c. Birikimli Bilgiler

B. Üretilebilen Bilgiler

C. Planlanan Bilgiler

Bilgi kavramı, bilgi teorisi çerçevesinde “objektif gerçeğin belli bir kısmına ilişkin ifadeler” şeklinde tanımlanmaktadır. Örneğin objektif gerçek eğer bir köprü ise, bu gerçeğin belli bir kısmına ilişkin ifadeler, örneğin köprü yüksekliğinin 20 metre olduğu ifadesi bilgi olarak nitelendirilmektedir [11].

Bazı araştırmacılar veriyi, bilginin hammaddesi olarak tanımlamaktadır. Bu araştırmacılara göre veri, bilgiye dönüştürülebilen her türlü işaret, harf veya rakamlar topluluğu olarak ifade edilebilir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken nokta, farklı uygulamalar için veri olabilecek bilgi, aynı zamanda veri özeliğini de taşır. Veri bilginin temsil biçimidir.

Bilgi, basit düşünüldüğünde sadece verilerin toplamından oluşan bir küme değildir. Bilgi, veriye göre daha fazla şeyler sunar; etkileşimde bulunarak insanları değişik konularda bilgilendirir. Veriler gerçek dünyada yer alan gerçeklere ilişkin sembolik gösterimlerdir. Bilgi, kullanıcı tarafından anlaşılabilir formlara dönüştürülmüş verilerden oluşan bir grup şeklinde de tanımlanabilir.

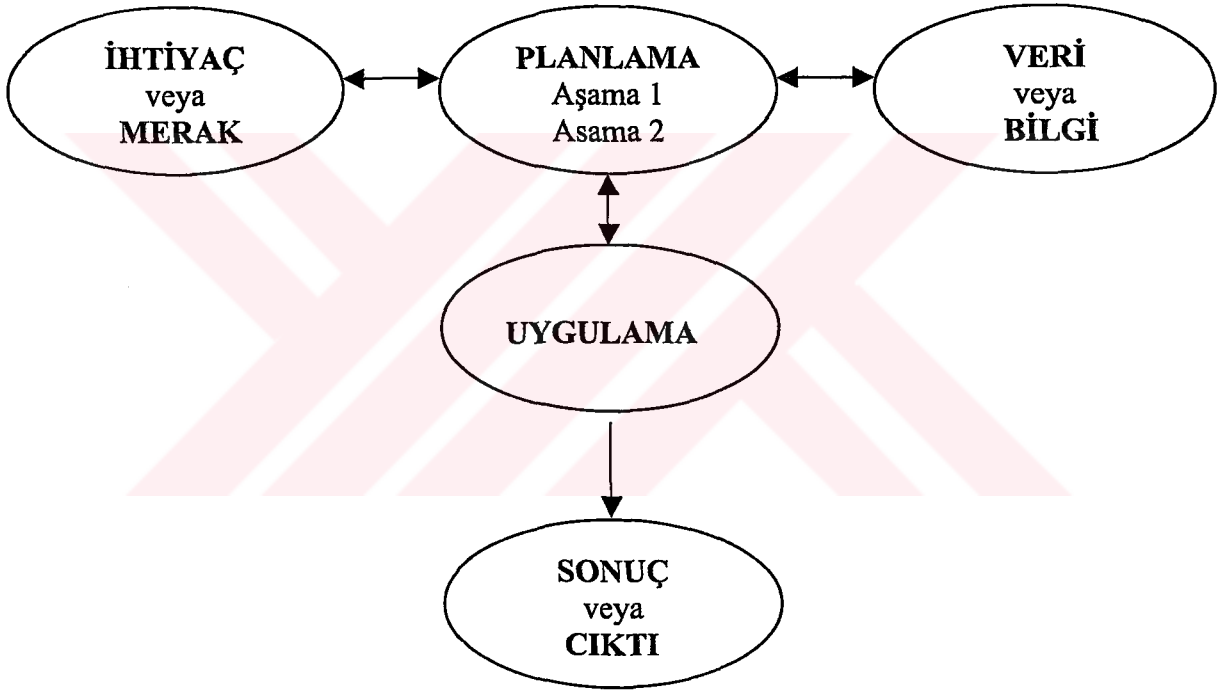
1.2.4. Sistem

“Sistem”, bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzenidir [12].

“Sistem”, belli bir işlevi yerine getirmeyi amaçlayan işlemler,örgütlenmiş, yada kurumlaşmış uygulamalar bütünüdür [9].

“Sistem”, değişik parçalardan oluşan ve belli bir işlevi yerine getiren düzenektir [10].

Sistem olgusunu meydana getiren temel öge ihtiyaçlardır. Günlük hayatımızda karşılaştığımız en basit olayların bile bir amacı, planı, işleyişi ve sonucu mevcuttur. Bir sistemin temel aşamalarını aşağıdaki gibi temsil edebiliriz.



Şekil 2. Temel Sistem Bileşenleri

1.2.5. Uzman Sistemler ve CBS

Çok yoğun çalışmalar sonunda 1980’li yılların sonlarına doğru yapay zeka alanında meydana gelen gelişmeler bugün anladığımız manada ilk ticari bilgiye dayalı sistemi ortaya koymuştur. Bilgiye dayalı uzman sistemlerin (BDS) genel yapılandırılma mimarisi, bilgi ayırma birimi, işleme birimi, temsili şema (akış şeması), problem çözme ara düzeniği ve açıklama kısımlarından meydana gelir. Akıllı sistemlerin dayandığı temel, genel olarak

“IF.....THEN” durumsal döngüsüdür. Bu şekildeki ilk basit uygulamalar akıllı sistemlerin ilk örnekleridir. Fakat temelde bu sistemlerin uygulamalarında bazı eksiklikler mevcuttur. Bunlar;

1. Akıllı sistemlerin temelinde bilgi olduğu için bazen bilgiye ulaşmada karşılaşılan bir aksaklık sistemi tümü ile çalışmaz hale getirebilmektedir.
2. Bilgiye dayalı sistemler henüz kendi eksikliklerini görüp ortaya koyabilecek düzeyde değildir.
3. Beklenmeyen bazı girdiler ve düzensizlik karşısında sistemler esnek değildir.
4. Uzman sistemler zaman ve tecrübe ile çözümlene (işlem) yeteneklerini arttıramamaktadır.
5. Bilgiye dayalı sistemler (BDS), ve yapay sinir ağları (YSA) bilginin yapılandırılmasına yönelik güçlü araçlar içermezler.
6. Bu gibi sistemlerin devamlılıkları çok zor olmaktadır. Örneğin küçük bir kural değişikliği tüm sistemi çalışmaz hale getirebilmektedir.
7. Bilimsel araştırmalarda daha çok örnek model yönteminin seçilmesi.

Konu ile ilgili çalışmalarda bulunan kişiler arasında genelde iki görüş hakimdir. Bunlardan birincisi, yapay zeka sistemlerini, felsefe ve teorinin bilgisayar yardımı ile ortaya koyarak problemlere çözüm bulma yaklaşımıdır. İkinci yaklaşım ise, bilgi işlemeye yönelik otomatik sistemleri oluşturan bir mühendislik disiplini olarak görmektedir. CBS tasarımcılarının girdiği grup ise ikinci yaklaşım olmaktadır. Özellikle haritayı meydana getiren verilerin kalitesine yönelik yapılan yenileştirmelerde yapay zeka uygulamaları mevcuttur. Gerçek dünyanın modellenmesi söz konusu olduğunda problemlerin çözümüne yönelik döngüde, esnek bir kullanıcı ara yüzü, durumların sorgulandığı bir sorgu modülü gibi bileşenlerin olması gerekmektedir. Akıllı sistemlerin CBS alanındaki uygulamaları kullanılan nesnelere genelde grafik tabanlı olduğu için bir kartografik model tasarımı söz konusu olduğunda, kodlama aşamasında bazı problemler yaşanmaktadır [13].

1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

“İyi bir bilimsel çalışma başarılı tanımlamalar ile başlar”,sözünden yola çıkarak günümüzde bir çok bilimsel disiplin içinde kullanım yeri bulan CBS için bazı tanımlamalar aşağıdaki gibi yapılabilir fakat unutulmamalıdır ki CBS kullanım amacı ve kullanıldığı yere göre bir çok şekilde tarif edilebilir.

“CBS”, belirli amaçlara yönelik, etkili ve güçlü bir takım araçları kullanarak, konumsal verilerin bir araya getirilmesi, depolanması, işlenmesi ve görüntülenmesidir [14].

“CBS”, yeryüzünü teşkil eden özellikler hakkındaki bilgilerin, kullanıcı ihtiyacını karşılayacak biçimde çeşitli kaynaklardan toplanıp, kaydedilip, depolanması, analiz edilip, yönetilmesi ve sunulması fonksiyonlarını bütünleşik olarak sağlayan, donanım, yazılım, ve personel bileşenlerinden oluşan bir organizasyon olarak tanımlanabilir [15].

“CBS”, harita ve üzerindeki tanımlayıcı bilgilerin bir araya getirildiği, depolandığı, işlendiği, analiz edildiği, bilgi teknolojisi ve işlemlerin tümüdür [16].

“CBS”, diğer otomatik haritalama sistemleri (CAD, CAM, LIS,.....) sistemlerinden farklı olarak, grafik veri yanında, grafik olmayan tanım verisini de depolayarak, bunları coğrafi harita verisine bağlayabilmek gibi güçlü ve karmaşık becerisi olan sistemlerdir [17].

Diğer bir çok bilimsel disiplinin aksine CBS’ nin kavramsal yapısı özel bir takım uygulamalardan ortaya çıkmıştır. Klasik yöntemler ile konumsal verilerin bir araya getirilip bir karar destek sistemi (KDS), işleyişinde kullanılması zordur. CBS konumsal veriyi girdi olarak kabul edip, temel matematiksel operatörleri kullanarak, konumsal bilgilerin haritalanması, yönetilmesi ve analiz edilmesi olanaklarını sağlamaktadır.

CBS’de bir takım analitik yöntemler matematiksel alt yapı üzerine işlenerek kartografik modelleme şeklinde geliştirilmektedir [18].

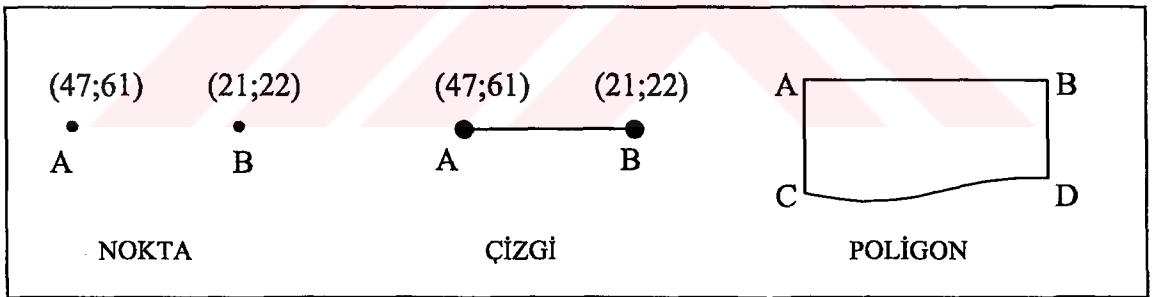
“CBS”, bir alanın doğal özellikleri ile birlikte yollar, evler, fabrikalar gibi suni özelliklerini de gösteren iki veya üç boyutlu görüntüleri oluşturabilmektedir. Bir çok çalışmada CBS verisi, kesin ölçümlerin yapılmasında, verilerin birleştirilmesinde ve fikirlerin test edilmesinde bir model olarak kullanılmaktadır [19].

Günlük çalışmalardan edilen bilgilerin bir belge şeklinde saklama gereksinimi veritabanları olgusunun gelişimini sağlamıştır. Böylelikle çeşitli kaynaklardan edilen bilgiler bir veritabanında saklanmış ve gerektiğinde kullanılmıştır. CBS veritabanının klasik veritabanlarından farkı bilgilerin ilgili oldukları konumsal veriler ile ilişkilendirilebilmesidir. Bir takım veriyi belge şeklinde kodlayıp saklamak ve bunları grafik (harita) bilgisi ile eşleştirmek mümkündür fakat zamanla oluşacak veri fazlalığı daha etkin bir depolama sistemi kullanılması gereğini doğurmuştur. Şüphesiz günümüzde depolama ve işlem kapasitesi gittikçe artan bilgisayarlar bunun için en iyi çözümdür [6].

Coğrafi Bilgi Sistemleri temel olarak grafik ve grafik olmayan verilerin organizasyonundan oluşur. CBS’ lerin sınıflandırılmasında bilgi sisteminin amacı donanım

yapısı, veri güncelleme ve verilerin derlenme tekniği ve söz konusu verilerden üretilmesi planlanan temel bilgilerin yapıları gibi faktörler rol oynar. Sistemden, temel olarak veriler arasındaki ilişkilere bağlı bilgiler türetilecekse, bir istatistiksel amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemlerinden bahsedilir. Bir hastalık hakkında, hastalığın yayılma yönünü, hızını, bölgelere göre yoğunluğunu, bölgesel ve insani özelliklere göre gelişimini ve gelecekte durumunun nasıl olabileceğini anlamaya yönelik “Sağlık Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemleri”, baraj, akarsu, göl, dere, sahil gibi su kaynaklarında muhtemel su seviyesi değişimlerinin, topoğrafik yapıya olabilecek muhtemel etkilerinin analizi amaçlı “Hidrografik Bilgi Sistemi”, gibi tahmin amaçlı istatistiksel üretim yapan Coğrafi Bilgi Sistemleri bu türe örnektir [20].

Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde konum son derece büyük önem arz etmektedir. Basitçe konum bir yerin (x,y) koordinat çifti ile belirtilmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. Temel altlık olarak haritayı kullanan CBS’lerin temsil ettiği alan büyüdükçe depolamaları gereken konum bilgisi de o denli büyümektedir. Günlük hayatta her an karşılaştığımız coğrafi varlıklar, grafik veriler şeklinde, basitten karmaşığa doğru, “nokta”, “çizgi” ve “poligon”lardan meydana gelmiştir [6].



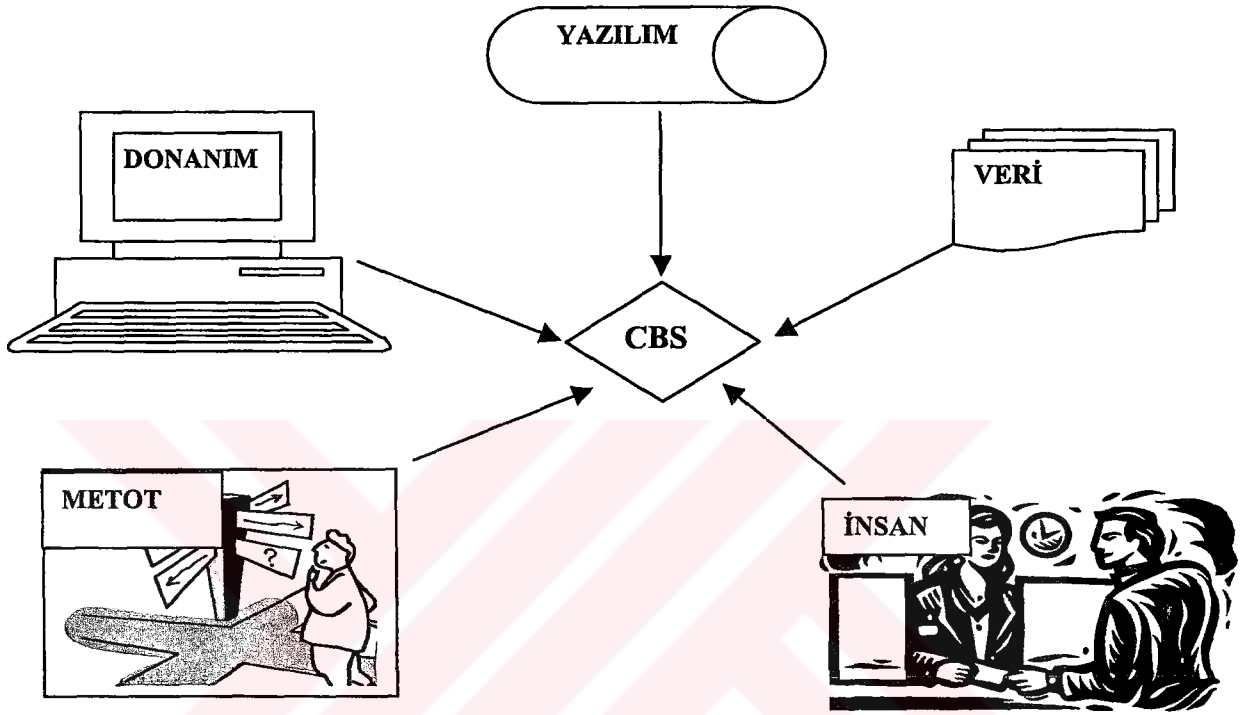
Şekil 3. Temel Coğrafi Veri Elementleri [6].

Bu gösterim şekli coğrafi varlıkların gösterimlerini son derece basite indirgemektedir. Dolayısıyla bir haritanın sadece nokta, çizgi ve poligonlardan meydana geldiğini söylemek mümkündür. Veri elementlerinin konumları bir koordinat veya bir dizi koordinat tarafından ifade edilirken, konum bilgisi dışındaki grafik olmayan bilgiler öznitelik verileri şeklinde ifade edilir [10].

1.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemlerine fonksiyonel, teknolojik ve yönetim açılarından bakıldığında farklı bileşenlerden oluştuğu görülür [21].

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli bileşenler aşağıda şematize edilmiştir.



Şekil 4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri

Fonksiyonel açıdan bakıldığında bir CBS' de veri aktarma, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz ve veri sunma bileşenlerinin var olması gerekir. Teknolojinin rolü ise bu fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan ibarettir. Yönetim ise fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanı sıra insan ve mali kaynaklarının yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler.

CBS'de veri aktarımı, verinin toplanması, doğrulanması ve kalitesinin belirlenmesi şeklinde olmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri için gerekli veriler farklı kaynaklardan ve farklı teknolojiler kullanılarak toplanabilir. Coğrafi veri toplama yöntemlerinin başlıca veri toplama şekilleri;

- Çalışma alanındaki ölçümler,
- Fotogrametri,

- Uzaktan algılama,
- Harita ve doküman sayısallaştırma,
- Coğrafi bilgi ithali

olarak gruplanabilir. Önceleri ayrı birer disiplin olarak uzmanlaşan bu dalların her birinde şimdi CBS uzantıları yer almaktadır. CBS' yi aktif olarak kullanan bilim dalları ve teknik alanda meydana gelen gelişmeler ölçülen verilerin anında uygun arayüzler kullanarak CBS ortamına aktarılması imkanını sağlamaktadır. Diğer bir yenilik ise eş zamanlı ölçüm yapacak şekilde elektronik olarak bütünleştirilmiş GPS ve diğer ölçüm aygıtlarının koordinat ve öznitelik bilgilerini anında kaydedebilmesidir. Dijital fotogrametri alanında meydana gelen gelişmeler ve yeni sayısallaştırma tekniklerinin CBS' ye önemli katkıları olmuştur. Veri depolama daha çok bilinen veri yönetim işlemlerinin dışında veri yapılandırma üzerinde yoğunlaşır. Geometrik veri raster veya vektör yöntemleri ile temsil edilirken her iki yöntemde de farklı veri yapıları söz konusudur. CBS' lerde veri işleme en önemli aşamalardan biridir ve genel olarak aşağıdaki gibi uygulanır;

- Semantik verilerin ve özniteliklerin veri tabanına girilmesi, değiştirilmesi, silinmesi,
- Nokta ve çizgi tipi geometrik elemanların girilmesi, konumunun değiştirilmesi, ölçeklendirilmesi, döndürülmesi, simetrik transformasyonu, biçiminin değiştirilmesi, nokta sayısının azaltılması, bölünmesi, kopyalanması, birleştirilmesi gibi bilgisayar destekli tasarım işlemleri,
- Nokta, çizgi ve alan detay bileşenlerinin topolojik değerlerinin değişmesi,
- Benzeşim, afin ve projektif dönüşümler,
- Projeksiyon dönüşümleri,
- Sınıflandırma, kodlama, tutarlılık ve format kontrolleri.

CBS' lerde coğrafi analiz, bir dizi coğrafi işlemde oluşan ve coğrafi veriyi bilgiye dönüştüren ve üretilen bu bilginin başka bilgilerin elde edilmesinde kullanılmasına olanak tanıyarak CBS' lere kendi içlerinde doğurganlık kazandıran bir bileşendir. Çizgi ve yüzey interpolasyonları, yüzey modellendirme, istatistiksel analiz, tampon yaratma, üst üste çakıştırma, yeniden sınıflandırma, alan birleştirme, ikili cebir, ağ analizi gibi işlemlerden oluşan coğrafi analiz pek çok CBS projesinin temel hedefini oluşturmaktadır. Sorgulama işlemleri ise hem coğrafi analiz kapsamında, hem coğrafi veri işleme kapsamında ve hem de veri sunma kapsamında yer alabilir. Bir CBS' nin uzun hesaplamalara gerek kalmadan cevaplayabileceği soruların toplamı o CBS' nin "sorgulama uzayı" olarak adlandırılır ve

bu uzayın gerek genişliği gerekse cevap-süre performansı büyük ölçüde verinin depolandığı mantıksal ve fiziksel coğrafi veri yapısının bir fonksiyonudur. Sorgulama uzayı sonuçta bir sorgu listesidir. Bu sorgulama tipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Grafikten veritabanına sorgulamalar,
- Veritabanından grafiğe sorgulamalar,
- Metrik sorgulamalar,
- Topolojik sorgulamalar,
- Düzen sorgulamaları,
- Veritabanı sorgulamaları.

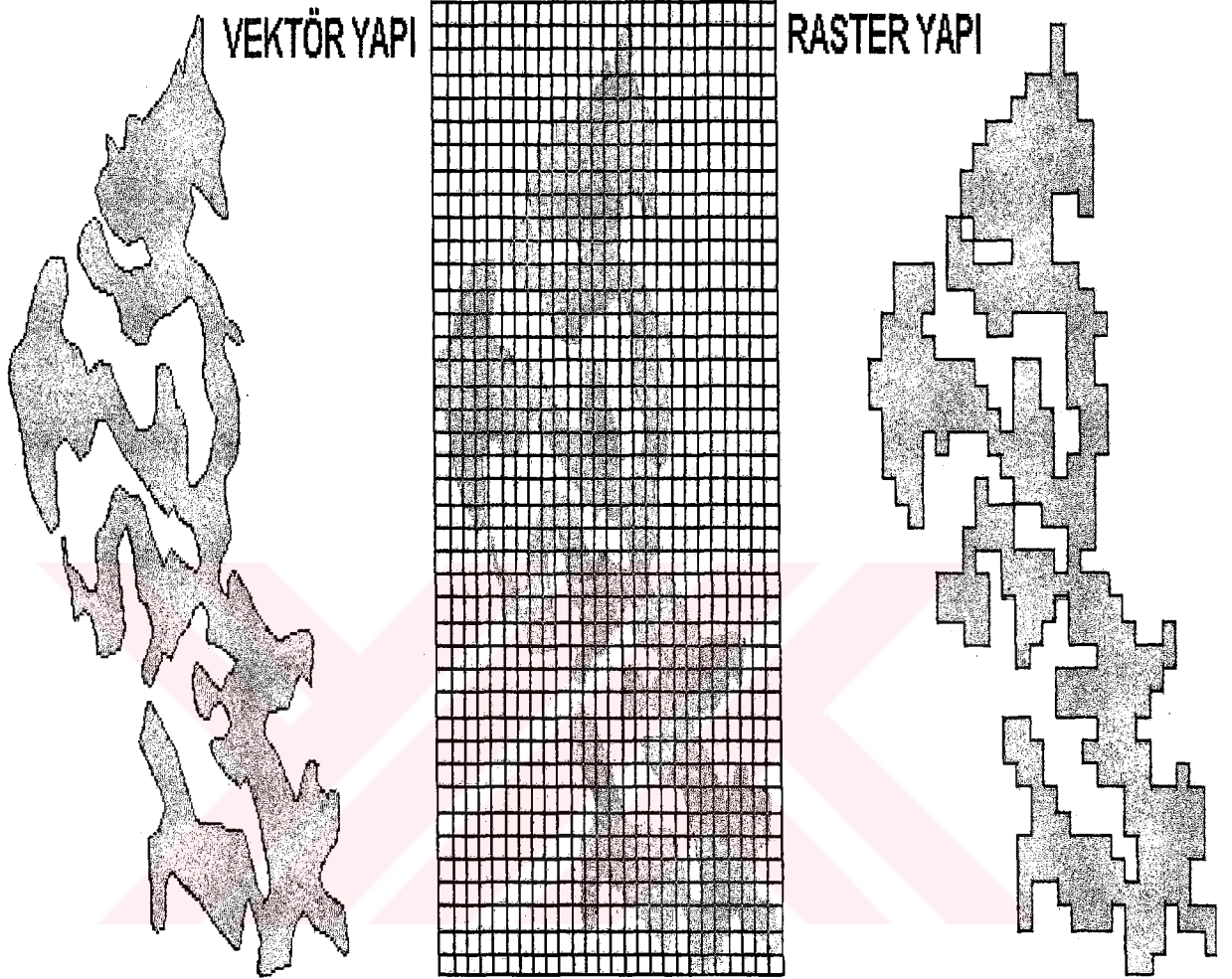
CBS’de veri sunma işlemi toplanan ve üretilen coğrafi verilerin raporlar, grafikler, haritalar, ekran görüntüleri, coğrafi veri ihraç dosyaları gibi pek çok şekillerde kullanıcılara sunulmasını kapsar. Veri toplama ve aktarma işleminde olduğu gibi büyük ölçüde teknoloji bağımlı bu bileşen donanım firmalarının her gün yeni bir çözüm sundukları bir pazar görünümündedir [21].

Teknolojik bileşen kapsamı CBS ‘nin uygulama aşamasında en çok kullanılan ve diğer bileşenler üzerine direk etkisi olan donanım ve yazılım araçlarından ibarettir. Teknolojik bileşen içine yazılım ve donanımları üreten pazarlayan firmalar ile bunları kullanıp proje üreten resmi veya özel organizasyonların ilişkileri de dahil edilir. Bir CBS projesinin başarıya ulaşmasında organizasyonel bileşenler ve metotlar en az fonksiyonel ve teknolojik bileşenler kadar önemlidir. Organizasyonel bileşenler insan kaynaklarının yönetimi, mali kaynakların yönetimi, kalite yönetimi, risk yönetimi, zamanlama gibi proje yönetim konularının yanı sıra organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir.

1.3.2. CBS’de Temel Veri Yapıları

Coğrafi verilerin bilgisayara aktarılması, bilgisayarda işlenmesi ve görüntülenmesi için öncelikle söz konusu ham verilerin bilgisayarca anlaşılır hale dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm verilerin sayısal, diğer bir deyişle dijital forma getirilmesi ile mümkündür. Ayrıca, dijital şekle dönüştürülen verilerin, bilgisayarda gerçek modeli yansıtabilmesi için konumsal veri modellerinden biri tercih edilmeli ve veri yapısı buna göre tasarlanmalıdır. Coğrafi bilgi sistemlerinde konumsal veri modelleri aşağıdaki gibi temsil edilmektedir.

1. Vektör veri yapısı
2. Hücresel veri yapısı [Raster]



Şekil 5. CBS veri yapıları

1.3.2.1. Vektör Veri Yapısı

Coğrafi veriler, vektörel veri modelinde tıpkı bir harita görünümüne sahiptir. Bu görünümde, noktalar, sabit alanların çok küçük boyutlu şekillerini; çizgiler, süreklilik ve alan özeliği gösteren yine çok küçük boyutlu coğrafi varlıkları; poligonlar ise; homojen yapıya sahip bütünlük gösteren coğrafi varlıkları temsil ederler. Poligon, çok kenar anlamına gelip bazen “alan” olarak da adlandırılıp, birden çok çizginin birleşmesinden meydana gelir. Dolayısıyla noktalar serisinden çizgiler, çizgiler serisinden de poligonlar meydana gelmektedir.

Coğrafik varlığın gerçek modeldeki konumu, referans tabanlı herhangi bir koordinat sisteminde (x,y) koordinat değeri ile gösterilir. Vektörel veri modelinde de, coğrafik varlıklara ait her konum yine bir (x,y) koordinatına sahiptir. Noktalar tek bir koordinat ile temsil edilirken, çizgiler ve poligonlar sıralı koordinat serileri ile temsil edilir. Ancak poligonları temsil eden koordinat serisinde başlangıç ve bitiş noktasının koordinatı aynı olup, bu özellikleri ile çizgilerden ayrılmaktadırlar [10].

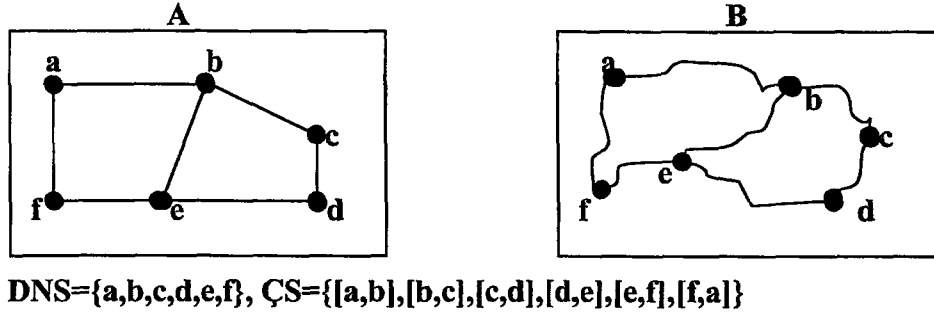
Vektörel veri yapılarının kullanılmasının en önemli avantajı; bu veri yapısı ile, jeodezik hesaplamaların daha kolay bir şekilde yapılmasıdır. En çok kullanılan vektör yapıları ise; spaghetti veri yapısı, topolojik veri yapısı ve TIN veri yapısıdır. Bunlardan yapılan çalışmada kullanılmasından ötürü, topolojik ve TIN veri yapıları açıklanacaktır.

1.3.2.1.1. Topoloji ve Topolojik Veri Yapısı

Varlıkların birbiri ile olan komşuluk, sağında-solunda olma durumları, yakınlıkları gibi metrik olmayan ilişkileri; analiz ve sorgulamalarda büyük önem taşır. İnsan haritaya baktığında; buradaki bir derenin hangi köylerin içinden geçtiğini kolayca anlayabilir. Ancak aynı haritayı sayısallaştırdığımızda, bu harita içindeki varlıkların topolojik bilgilerini de bilgisayara öğretmemiz gerekir. Aksi takdirde, yapılan çalışma bilgisayar destekli kartoğrafya uygulamasından ileri gidemez. Bu bağlamda topolojinin, CBS' de önemli bir yeri vardır.

Topoloji, konumsal ilişkileri kesin bir şekilde tanımlar. Uygulamadaki prensipler aslında çok basittir; konumsal ilişkiler bir liste halinde saklanır. Topolojik ilişkileri oluşturup, saklamak bir çok yarar sağlar. Veri, verimli bir şekilde depolanır, çok büyük veri kitleleri bile hızlı bir şekilde işlenebilir. Topoloji analitik fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar [22].

Topoloji, varlıkların metrik özelliklerinden çok birbirleri ile olan konumsal ilişkileri ile ilgilenen bir matematik dalıdır. Topolojide 2 temel element vardır; düğüm noktaları ve çizgiler [23].



Şekil 6. Topolojik olarak eşit iki farklı geometrik şekil

Topolojinin temelinde, bir matematik teorisi olan; grafik teorisi vardır. Grafik teorisine göre, detaylar iki setin bileşiminden oluşur; düğüm noktaları seti (DNS) ve çizgiler seti (ÇS). Düğüm noktaları seti sınırlı sayıda eleman içerir ve boş olamaz yani en az bir elemana sahip olması gerekir. Çizgiler seti ise sınırsız sayıda elemana sahip olabilir ve de boş olabilir yani hiç elemanı olmayabilir. Ancak çizgiler seti eğer bir elemana sahip ise bu eleman, düğüm noktaları setinin iki elemanından meydana gelmektedir. Topoloji şekillerin büyüklük ve biçim özellikleri ile değil, şekil bozulmaları karşısında değişmeden kalan özellikleri ile ilgilenir. Topolojinin bir CBS için yararlarını sayacak olursak;

- 1) Daha hızlı veri seçebilmek üzere ilişkilerin (çakışıklık, komşuluk vb.) kolayca tanımlanmasına yardım eder.
- 2) Çakışıklık (detay tanımlarında aynı kenar veya aynı düğümün yer alması) bir kez tanımlandığında ortak çizginin bir yerde depolanması suretiyle fazla veriyi en aza indirir.
- 3) Geometrik veri boyunca navigasyona yardımcı olur.
- 4) Geometrik verinin kendi içinde tutarlı kalmasını sağlar.

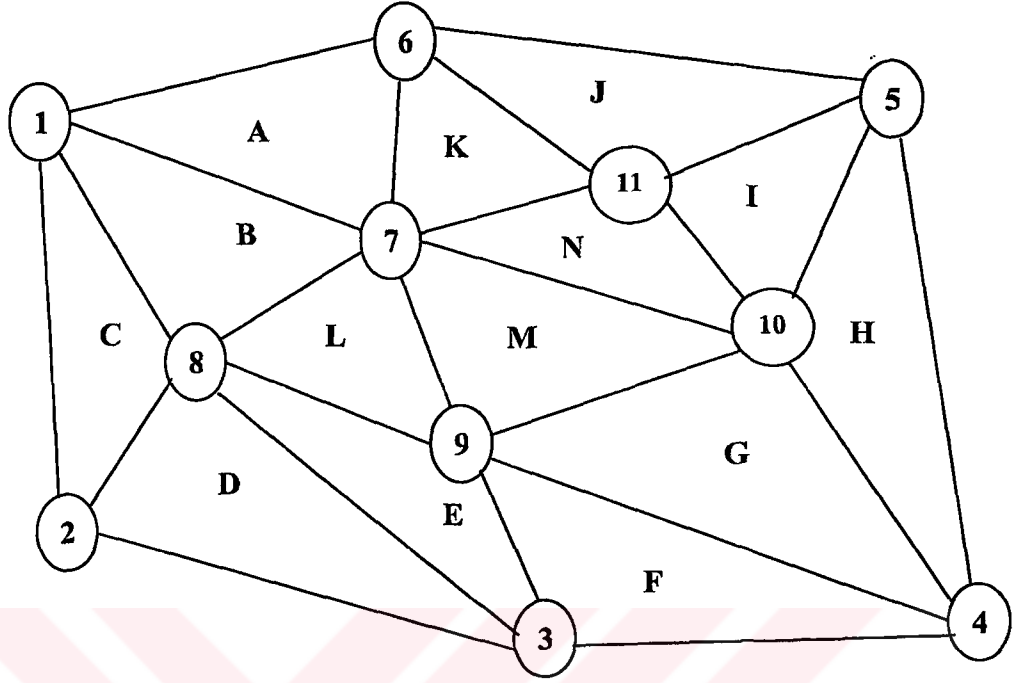
Bir CBS yazılımında topolojiye gereksinimin en büyük nedeni, topoloji sayesinde komşuluk, doğrultu, kapsama vb. analizlerin koordinat bilgisine ihtiyaç duyulmadan yapılabilmesidir. Bu sebeplerden dolayı, günümüzde, topolojisi olmayan bir CBS yazılımı yoktur [23].

1.3.2.1.2. TIN Veri Yapısı

Modern teknoloji daha önce işlenmesi çok güç olan çok fazla yer kaplayan konumsal verilerin işlenmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, yeni metotlar ve veri yapılarının da geliştirilmesi bu işi daha kolay hale getirmiştir. İşlemci hızı yüksek modern bilgisayarların üretilmesi bunda önemli rol oynamıştır. Bununla beraber, gelişen teknoloji konumsal veri hacminin de artmasına yol açmıştır. Doğada herhangi bir değişkenin konuma bağlı değişiminde kullanılabilen TIN veri yapısı için bir çok algoritma mevcut olmasına rağmen temel prensip noktaların birbirine olan yakınlık yada uzaklığına dayanmaktadır.

Yaşadığımız ortama ait coğrafi verilerin x,y,z konum bilgisi ile 3B özellik gösterdiği ve gerçekte böyle bir gösterim şeklinin çeşitli matematiksel fonksiyonlar kullanılarak yüzeyler şeklinde temsil edildiği bilinmektedir. Yüzey temsilde çıkış noktası rasgele dağılım gösteren noktalardır, her üç nokta birleştirildiğinde bir üçgen temsil edilir. Bu şekilde rasgele dağılmış noktalardan elde edilen üçgenlerin birleştirilmesiyle de düzensiz üçgen ağı (TIN) yapısı ortaya çıkmaktadır [24].

TIN veri yapısı, yüzeylerin gösterilmesinde, raster veri yapısının bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmak için, vektörel model üzerinde yapılan bazı değişikliklerden ibarettir. TIN veri yapısının da kendisine özgü bir topolojisi vardır. Aşağıdaki şekilde Arc/INFO yazılımının, TIN topolojisi görülmektedir. Burada metrik veriler ile topolojik veriler tablolar halinde saklanmaktadır. Topolojik tablolar; kenar tablosu ve düğüm noktası tablosudur. Kenar tablosunda; her üçgenin, komşusu olan diğer üçgenlerin numaraları saklanırken, düğüm noktaları tablosunda; her üçgeni oluşturan üç düğüm noktasının numaraları saklanır.



X-Y Koordinatları	
Düğüm	Koordinat
1	x_1, y_1
2	x_2, y_2
3	x_3, y_3
-	-
-	-
11	x_{11}, y_{11}

Z Koordinatları	
Düğüm	Z
1	z_1
2	z_2
3	z_3
-	-
-	-
11	z_{11}

Kenarlar	
Δ	Δ komşuları
A	B, K
B	A, C, L
C	B, D
D	C, E
E	D, F, L
F	E, G
G	F, H, M
H	G, I
I	H, J, N
J	I, K
K	A, J, N
L	B, E, M
M	G, L, N
N	I, K, M

Düğüm Noktaları	
Δ	Düğüm
A	1, 6, 7
B	1, 7, 8
C	1, 2, 8
D	2, 3, 8
E	3, 8, 9
F	3, 4, 9
G	4, 9, 10
H	4, 5, 10
I	5, 10, 11
J	5, 6, 11
K	6, 7, 11
L	7, 8, 9
M	7, 9, 10
N	7, 10, 11

Şekil 7. TIN veri yapısı ve topolojisinin gösterimi [23].

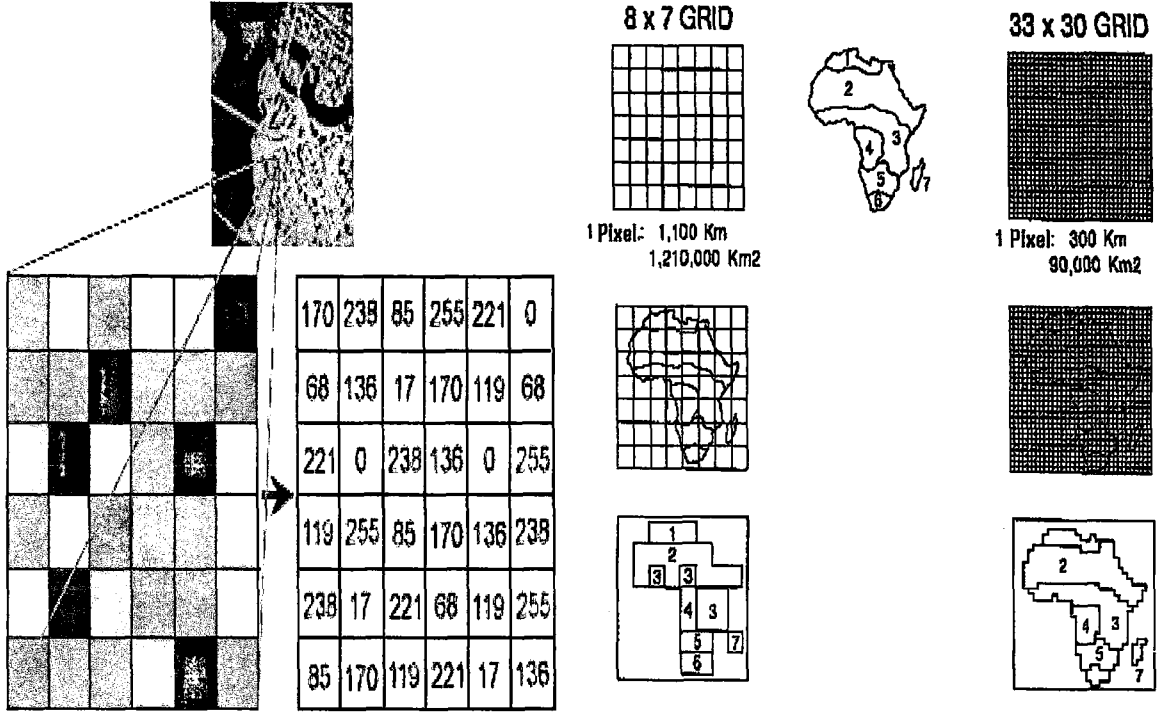
1.3.2.2. Raster (Hücresel) Veri Yapısı

Raster gösterimde nesnelere ait grafik ve tanım bilgisi tek bir veri dosyasında bir araya getirilir ve verilerin noktasal olarak saklandığı bir ağı andıran hücrelerden oluşur. Buradaki her bir hücreye bir sayısal değer verilerek ilgili nesnenin hem nicel hem de nitel olarak tanımlaması yapılır. Örneğin; deniz, böyle bir grid temsil de “5” ile kodlanmış ise ilgili görüntüde “5” sayısal değerini taşıyan tüm hücreler deniz olarak sınıflandırılır [25].

Vektörel gösterim daha çok harita üzerindeki özelliklerin çizgisel gösterimi şeklinde olurken, raster gösterimi, aynı coğrafik özelliklerin çekilmiş bir fotoğrafı gibidir. Raster gösterimde bilgi taşıyan en temel yapı pikseldir. Piksel üzerindeki renk bilgisi kontrollü veya kontrolsüz sınıflama yöntemleri ile ilgili nesne ve renk skalasına atanır buna, görüntünün derinliği denir. Her bir pikselin boyut olarak temsil ettiği değer görüntünün yersel çözünürlüğü olarak bilinir. Bir görüntüye ait renk ve yersel çözünürlük ne kadar çok olursa görüntü o denli bölge ile ilgili tanımsal bilgi içeriyor demektir. Raster veri yapılarının gösterim gücünün artırılması için piksel boyutlarının azaltılması ve renk derinliğinin artırılması gerekmektedir.

Raster veriyi işlemek ve saklamak vektör veriyi saklamak ve işlemekten daha kolay olmasına rağmen, vektör veri yapısında daha fazla detay bulundurmak mümkün olmaktadır. Ayrıca, vektör veri ile daha doğru alan, hacim uzunluk hesabı yapmak daha kolaydır [26].

Raster veriden , vektör veriye dönüşüm yapmak, yada vektör veriden raster veriye dönüşüm yapmak mümkün olmakla beraber her iki yöntemde de orijinal veriden kalite kaybı söz konusudur. Bazı durumlarda bu tür dönüşümlerin kullanılması kaçınılmazdır. Genelde raster veriden vektör veriye dönüşüm daha sık kullanılan bir yöntemdir [27].



Şekil 8. Raster Gösterim ve Çözünürlük [27].

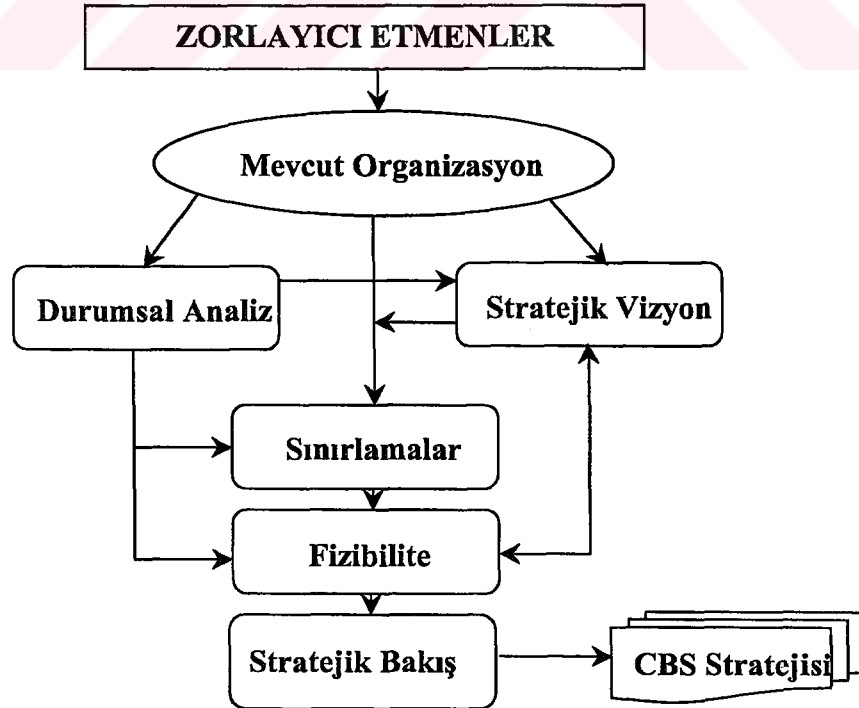
1.3.3. CBS Tasarımı ve Gerçekleştirme

Bir CBS projesinin en önemli aşaması sistemin kurulma aşamasında amaca yönelik iyi bir stratejik planlama yapmaktır. Bu aşamada CBS'yi meydana getiren her bir bileşenin mevcut organizasyon üzerine muhtemel etkileri araştırılır. Stratejik planlamaya yönelik bir çok yaklaşım mevcuttur. Şüphesiz en iyi yaklaşım organizasyonun kendi ihtiyaçlarını ortaya koyarak seçeceği yöntem olacaktır. Planlama aşamasında yapılması gerekenler aşağıdaki gibidir;

- Gerçekleştirilecek sistemin amacının ,nasıl yönetileceğinin, yönetim şeklinin ortaya konması.
- Karşılaşılabilecek organizasyonel engellerin ortaya konması.
- Söz konusu organizasyonda CBS bilincinin oluşturulması.
- Stratejik bakış açısının organizasyonda diğer düşünce ve uygulamalar ile desteklenip, etkinleştirilmesi.
- Fizibilitenin ortaya konması için gerekli işlemlerin belirlenmesi.
- Stratejinin mevcut engeller ve fizibilite ile ilişkilendirilmesi.

- Stratejik yaklaşım ortaya konarak, içerik, veri, organizasyon ve teknolojik açıdan ele alınır.
- Stratejik plan bir rapor şeklinde hazırlanarak kayıt edilir.

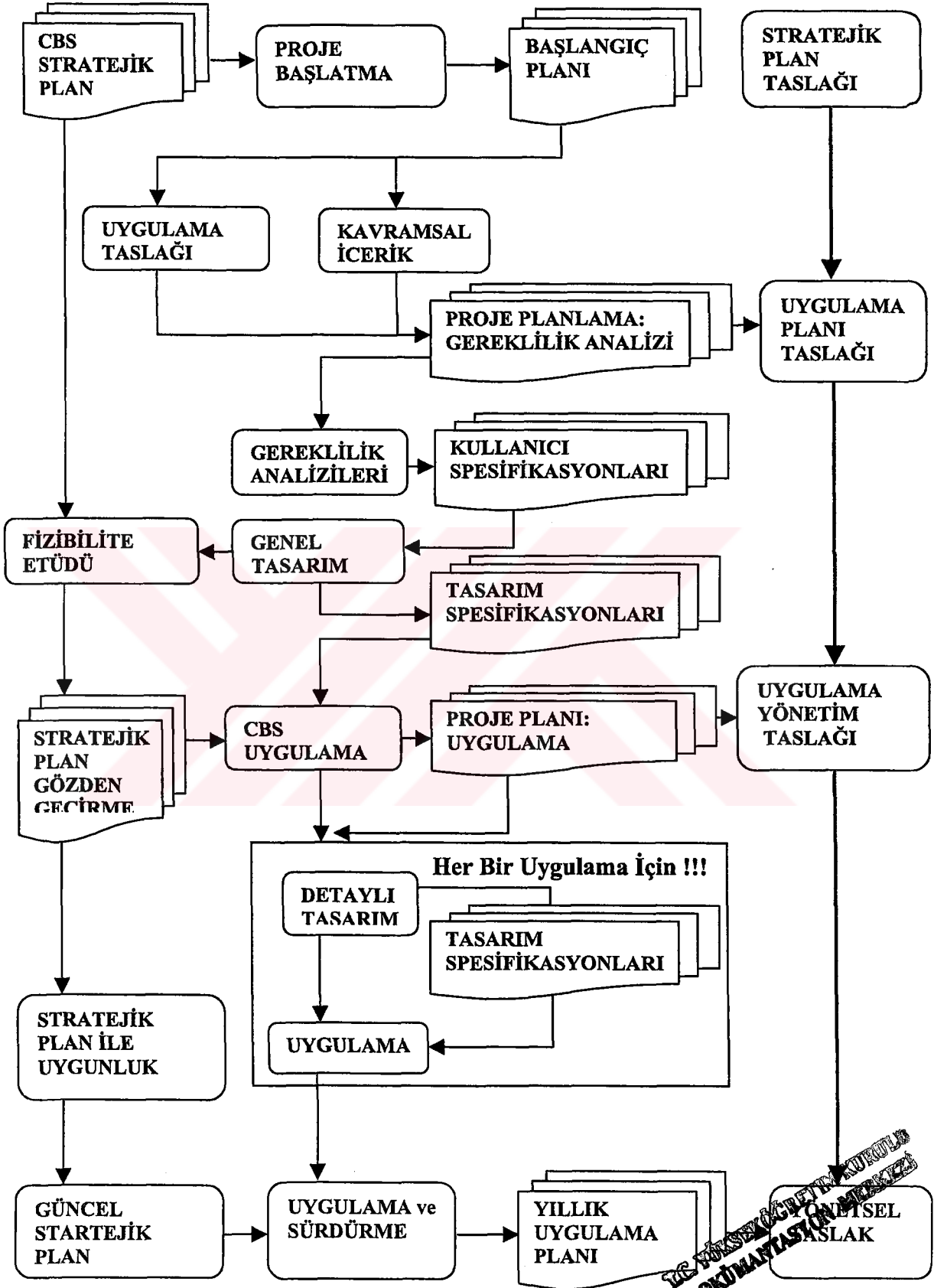
Stratejik planlama aşamasının uzun sürmesi gerekmemektedir. Bunun için yapılacak kısa süreli bir çalışma yeterli olacaktır. Stratejik plan günün gereklerine uygun olmalıdır. Ve sürekli organizasyonun ihtiyaçlarına göre güncellenmelidir. Durumsal analizler organizasyon için ardıl planlamalar yaparken gerekli olacaktır. Bu analizler sonucunda gerçekleştirilecek CBS 'den en yüksek verimin alınması sağlanacaktır. Durumsal analizler daha çok mevcut organizasyonun değişimlere, yeni kararlar almaya ve yeni uygulama tekniklerine nasıl cevap vereceğini ölçmeye yöneliktir. Bir CBS gerçekleştirilmesinde diğer önemli faktör ise insandır. İnsan hem sistemi kuran, hem sürdüren ve hem de uygulayan olacaktır. Stratejik vizyon, durumsal analizler aşamasında görülen bazı eksiklerin giderilmesine yöneliktir. Stratejik vizyon, CBS' nin yapabilecekleri ve diğer uygulamalar ile olan ilişkisi açısından önemlidir. Burada önemli olan oluşturulacak CBS için en uygun bakış açısının ortaya konmasıdır. Bu aşamadan sonra sistemin olabirlik etüdünün yönetim, mali kaynak, teknik, sürdürülebilirlik açısından test edilip ortaya konması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde bir CBS için stratejik plan işlem akış şeması görülmektedir;



Şekil 9. CBS Stratejik Planlama Aşaması

Stratejik planlama aşamasından sonra CBS uygulama planına geçilir. Fonksiyonel bir CBS için aşağıdaki işlemlerin sırayla yerine getirilmesi gerekmektedir [16].

- 1) **Gereklilik Analizleri:** Organizasyonun ihtiyaçları ortaya konarak farklı işlem üniteleri arasındaki ilişkiler irdelenir ve mevcut ihtiyaçların CBS ile nasıl çözülebileceği araştırılır.
- 2) **Sistem Tasarımı:** Belirlenen her bir CBS uygulaması için kullanılacak işlem, veri ve teknoloji ortaya konur.
- 3) **Tasarım Spesifikasyonları:** Gerçekleştirilen analiz ve işlemlerin sonucunda elde edilen bilgilerin ışığında teknik olarak yapısal veritabanları, yazılım seçimi, gerekli ara yazılımlar ile uygun donanım seçimi yapılır.
- 4) **Donanım ve Yazılım Seçimi ve Kurulumu:** Tasarım spesifikasyonları sonucunda sistem için gerekli olan donanım ve yazılım seçilerek kurulur.
- 5) **Veri Dönüşümü:** Gerekli olan CBS uygulamaları için mevcut kaynaklardan çeşitli format dönüşümleri yapılarak veriler toplanır.
- 6) **Eğitim:** Kurulan CBS' yi kullanacak, yönetecek ve güncelleyecek olan personelin eğitilmesi gerekmektedir.



Şekil 10. CBS Tasarım ve Uygulama Safhaları [16].

1.3.4. Deniz Bilimleri' nde CBS

CBS' nin diğ er doğ al kaynak yönetimi çalışmalarındaki önemi göz önüne alınırsa, denizel uygulamalara yönelik planlama ve karar verme aş amalarında kullanımının kaçınılmaz oldu ğ u görüleb ilir. Teorik açıdan, denizel CBS uygulamalarının bilimsel çalış malarda kullanılması ile zaman, para ve emekten tasarruf sağlayacağı söylenebilir. Fakat, pratikte bu tür uygulamaların çok yavaş ve az oldu ğ u görülmektedir.

Yıllardan beri insan-deniz etkileş imi bir çok şekilde meydana gelmiştir. Kıyı dendiğ inde, karasal alan çizgisinin bittiğ i ve denizi etkilemeye başladığı çizgi anlaş ılmaktadır. Aynı şekilde denizlerinde kara alanları üzerine olan etkisi de kıyısal alan kapsamı içine girmektedir. Kıyısal alan ile ilgili bir başka tanımda da “insanların günlük iş lerini sürdürdüğü, sosyal, kültürel, ekonomik ve politik açıdan son derece büyük önem arz eden alanlar anlaş ılmaktadır. Bazı kaynaklar dünya nüfusunun yaklaşık %40'lık kısmının kıyısal alanlarda yaşadığını ifade etmektedir [28].

Kıyısal alanlarda artan nüfus ile doğru orantılı olarak insanın kıyıya yönelik artan olumsuz etkisinden bahsedilebilir. Fakat kıyısal alan ile insan etkileş imi çok daha karmaş ık bir yapı arz etmektedir. Burada her bir kuvvetin diğ eri üzerine olumlu, olumsuz etkileri mevcuttur. Kıyısal alanın şekli, yapısı ve ne önemli öğelerinden denizin durumu insan aktivitelerini durdurabileceğ i gibi, bazı yeni faaliyetler içinde bazen yeni alanların oluş masına yardımcı olmaktadır. Öncelikle, yıllardan beri kıyısal alanlar insanlar için tüketim alanı olma özeliğ i göstermiştir. Ş öyle ki;

- Kıyısal alanlar, bir çok durumda, kentleş me, tarım, ticaret, taşıma ve diğ er ekonomik aktiviteler için ihtiyaç duyulan alternatifsiz alanlar olmuştur.
- Geleneksel olarak, en önemli ticaret yolları, iletişimin sağ landığı yollar, yeni alanların ele geçirildiğ i veya savunma çizgisi olarak kıyısal alanlar kullanılmış tır.
- Özellikle son zamanlarda rekreasyon ve dinlenme amaçlı, çeş itli parklar, oteller ve marinalar kıyısal alanlarda kurulmaktadır.
- Yine sediment taş ınımı sonucu kıyısal alanlar tarım için son derece verimli alanlar oluş maktadır.
- Yine dünyada ki avlanan balıkların %99'u bugün 320 km' lik kıyısal alanda avlanmaktadır. Yine biyolojik üretimin %50'den fazlası bu alanlardan elde edilmektedir. Ayrıca, doğ al kaynak suları ve zengin mineral kaynakları da yine kıyısal alanlarda bulunmaktadır.

- Denizin ılıman etkisi sayesinde iklimi sert olan bazı bölgelerin hayatsal bazı faaliyetlerinin yürütüldüğü yer olma özeliği gösterir.
- Denizel alanların diğere bir önemi de özellikle açık denizlerin çöp, radyoaktif elementler gibi atıklar için uygun depolama yerleri olma özeliğidir.
- Söz konusu denizel alanlar özellikle petrol ve diğere enerji kaynakları için uygun alanları kapsamaktadır.

Denizler yukarıda anlatıldığı şekilde her zaman olumlu etkiler oluşturmazlar, bazen de kıyısız hayatı zorlaştırıcı hatta önleyici bir yıkım etkisi bile yaratabilirler. Öyle ki, çoğu ünlü kıyı şeridi en dinamik ve de en tehlikeli alanlar olma özeliği taşımaktadır. Kıyısız alanların bu özeliği en çok Bangladeş gibi üçüncü dünya devletlerinde en çok hissedilmek ile beraber, Avrupa'nın Atlantik kıyıları ve Amerika'da da etkisini göstermektedir.

Özellikle son iki yüz yıl içinde artan insan nüfusu ve teknoloji ile insan bilerek veya bilmeyerek denizel alanları tahrip etmiştir. Kıyısız erozyonu önlemek için gerçekleştirilen çalışmalar, tarımsal çalışmalar yapılan bilinçli aktiviteler olmakla beraber kullanılan gübrelerin yıkanma sonucu atıklarının denizi kirletmesi bilinçli olmayan etkilere örnektir.

İnsan kaynaklı etkilerin deniz ve kıyısız yapı üzerine yarattığı baskı, kıyı-deniz etkileşiminden çok, insan-doğa mücadelesi şeklinde kendini göstermektedir. Kıyı alanlarının gün geçtikçe yanlış yönetimler, cahillik ve ilgisizlik yüzünden tahrip edildiği gerçeği açıktır. Bu etkiler hem kıyı morfolojisini hem de ekolojik prosesi bir çok şekilde etkilemektedir. Söz konusu etkiler aşağıdaki gibi ortaya çıkmaktadır,

- Navigasyon, tarımsal, bina yapımı gibi amaçlar için kıyısız sedimentin toplanması veya yerinin değiştirilmesi.
- Dalgakıran, mahmuz, liman gibi bazı kıyı mühendisliği yapılarının yanlış projelendirilmesi sonucu daha büyük zararların oluşması.
- Endüstrileşme ve kentleşme sonucu, biyolojik çeşitlilik ve habitatlara zarar veren, kirlilik, aşırı avcılık, bazı ekzotik türlerin ortaya çıkması ve hastalık gibi olumsuz etkilerin oluşması.

Yukarıdaki etkilerde göz önüne alındığında yakın kıyı-insan etkileşiminin deniz ekolojisi ve kıyısız yapı üzerine olumsuz etkilerinin önlenmesi için gerçekçi, güncel, bilimsel yönetim stratejilerinin ortaya konması gereği mevcuttur. Kıyı yönetimi konusunda böylesine çağdaş yaklaşımlar olmasına rağmen, pratik olarak gerçekleştirilen projeler ve alınan kararlar da yöntem, içerik ve amaç açısından yetersiz kalmaktadır.

Deniz bilimlerindeki ilk CBS uygulamaları temel olarak denizel verilerin toplandığı ve gerektiğinde çeşitli sorgulamaların yapıldığı bilgisayar sistemleriydi. Fakat, özellikle son zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalar bu alandaki CBS uygulamalarını çok daha kompleks hale getirmiştir [28].

CBS' nin, Uzaktan Algılama ve Görüntü İşleme ile birlikte, kıyı yapısının değişiminin incelenmesi araştırmalarında kullanımına yönelik çalışmalar zaman serisi içinde yıllardan beri uygulanmaktadır. Denizel alanların en önemli özeliği sahip oldukları dinamik yapı olarak göze çarpmaktadır. Kıyı, karadan denize olan madde taşınımı, enerji dengesi ve canlı hayat üzerine önemli ipuçları içermektedir. Bu tür döngüler zamansal ve konumsal açıdan farklı yönlerde süreklilik arz etmektedir. Kıyısal alanlarda meydana gelen bu gibi döngüleri kısa vade de günlük hava durumu, uzun vade de iklim değişimleri, gel-git ve yerçekimine bağlı etkiler ile deniz seviyesinde meydana gelen değişimler belirlemektedir.

Kıyı erozyonu, sel, limanlardaki dolmalar ve çeşitli hidrokarbon atık kirlilikleri insan oğlunun kıyı ekosistemini nasıl etkilediğine birer örnek teşkil etmektedir. Bu gibi etkilerin çok ciddi ölçümler yapılarak ele alınması gerekmektedir. Ekosistemde meydana gelen bu olaylar rasgele, düzenli, döngüsel bir özellik arz edebilmektedir veya başka bir olay ile ilişkilendirilebilmektedir. Konumsal açıdan bu gibi olaylarda yapılan ölçümler milimetre altı duyarlılıkta olabileceği gibi bazen de kilometrelere varan kaba ölçümler şeklinde ortaya çıkabilmektedir.

Dinamik deniz etkisi altında meydana gelen birikme ve erozyon, kıyı-deniz etkileşimi, ısı transferi, canlı hayatın devamlılığı açısından son derece büyük önem taşımaktadır. Öyle ki, kıyıları bir çok prey-predator ve canlılığın devamı için gereken zincirlerin en çok cereyan ettiği alanlardır. Bu gibi özellikler göz önüne alındığında kıyısal dinamik etkilerin modellenmesi için gerekli teknolojik arayışlar sürekli devam etmektedir. Bu gibi kıyısal proseslerin daha iyi anlaşılması ve daha doğru kararların alınması için, uygun araçlar kullanılarak simülasyon yoluna gidilmesi gerekmektedir.

Günümüzde bu gibi çalışmalarda en çok kullanılan tekniklerden biri de modern CBS tekniğidir. Bu şekilde doğaya zarar vermeden çeşitli olumsuz etkiler altında oluşabilecek muhtemel etkinin hesaplanması yoluna gidilmektedir. İyi bir simülasyonu gerçekleştirilebilmesi için çalışma konusunun kavramsal açıdan iyi bir şekilde ifade edilmesinin yanında çok güçlü bir veri modeli tasarımı da gerekmektedir. Ancak bu şekilde, oluşturulacak CBS'nin değişkenleri ortaya konabilir. Veri tabanı oluşturulduktan

sonra istenen model parametresinin zaman ve konuma bağılı değerlendirilmesi geçmişini de ele alınarak yapılabilir. Böylelikle incelenen parametrenin prosesi başlangıç noktasından ele alınıp şimdi ve geleceğe yönelik daha gerçekçi senaryolar üretilebilir.

Sediment taşınımı, dalga dinamiği, ve plume çalışmaları yıllardan beri en çok çalışılan bilimsel araştırma konularıdır. Bununla birlikte CBS mantığı ile çeşitli analiz ve sentezlerinde yapılan çalışmalar ile konumsal olarak ilişkilendirilmesini sağlamıştır.

Son yıllarda CBS tekniği kullanılarak deniz seviyesindeki değişimin gözlenmesi, petrol kaynaklı kirlilik çalışmaları, balıkçılık için uygun alanların saptanması ve benzeri birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Çeşitli matematiksel modellerinde CBS ile birleştirilmesi mümkün olmaktadır. Örneğin; FORTRAN kullanılarak yazılan bir lineer dalga kırılma modeli vektör tabanlı CBS programı olan Arc/INFO ile çok rahat bir şekilde birleştirilebilmektedir.

Denizel alanlarla ilgili alınacak kararlar ve üretilecek politikalar için iyi şekilde tasarlanmış bilgi sisteminin denizel canlı hayatın varlığını korumak ve canlı kaynak yönetimini optimize etmeye yönelik sonsuz yararlar sağladığı bilinmektedir [28].

1.3.4.1. Deniz Bilimleri' nde CBS' nin Tarihsel Gelişimi ve Yapılan Çalışmalar

Birçok uygulamalı bilimde olduğu gibi CBS' nin deniz bilimleri alanında kullanılmaya başlanması 1980' li yılların başında gerçekleşmiştir. O güne kadar gerçekleştirilmiş olan karasal CBS' ler özellikle deniz bilimlerinde ki uygulamalara yol vermişken yinede başlangıç için özellikle FAO ve Birleşmiş Milletler' in birlikte 1984 yılında Roma' da iç su ve kafes balıkçılığında Uzaktan Algılamanın nasıl kullanılabileceğine yönelik yapmış oldukları çalışmalar ilk örnekleri oluşturmuştur. Bu çalışmalar arasında, karides çiftliklerinin planlanması, fitoplankton patlamalarının gözlenmesi ile gelgit akıntılarının kıyısal etkileri, ileri haritalama yöntemleri kullanılarak incelenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu gibi çalışmaların her birinde analitik yöntemler kullanılarak çeşitli anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. İlk defa 1985 yılında balıkçılık ile ilgili problemlerin çözümüne yönelik harita tekniğinin nasıl kullanıldığını açıklayan ilk bilimsel makale yayınlanmıştır. Bu makalede özellikle bilgisayar tekniğinin bu alanda nasıl etkin kullanılabileceği tartışılmıştır. Aynı tarihte, Warner CBS' nin balıkçılık alanında nasıl kullanıldığını açıklayan ilk makalesini sunmuştur. Bütün bu başlangıç çalışmalarına rağmen yine de o tarihlerde CBS tam anlamı ile denizbilimlerinde yer bulmuş değildi.

CBS' nin balıkçılık alanındaki ilk uygulamaları yetiştiricilik amaçlı tesislerin konumlandırılması ile ilgili çalışmalar olmuştur. Bunun nedeni, genel olarak bu konunun karasal bir uygulama olması ve konuyu etkileyen değişkenlerin durağan olmasından ileri gelmiştir. Bu çalışmaları, 1980 ile 1990 yılları arasında Kapetsky' nin yetiştiricilik ile ilgili yaptığı çalışmalar, Aguilar-Manjarrez ve Ross' un midye yetiştiriciliği ve Salmon deniz kafes balıkçılığı için uygun alanların tespiti ile ilgili çalışmalar izlemiştir. Bu çalışmalarda bilim adamlarının karşılaştığı en büyük sorun konu ile ilgili ham verilerin elde edilme zorluğuydu.

CBS ile ilgili ilk çalışmalar bu şekilde ilerlerken, en büyük sorun olan veri elde etme, Uzaktan Algılama yöntemi kullanılarak aşılmaya çalışılıyordu. Bu konuda balıkçılık dahil deniz bilimleri alanında bir çok örnek çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında;

- Balıkçılık alanlarının izlenmesi,
- Alansal dağılım gösteren deniz çayırı ve yosunların bilançosu,
- Fitoplankton patlamalarının izlenmesi ve birincil üretim,
- Çeşitli kirletici ve bulanıklık etkilerinin izlenip modellenmesi,
- Deniz yüzey sıcaklıklarının balık sürüleri ile ilişkilendirilerek incelenmesi,
- Deniz ekosistemini oluşturan farklı habitatların irdelenmesi,
- Kıyusal alanlar başta olmak üzere deniz dibi haritalarının oluşturulması

gibi konular çalışılmıştır. 1992 yılında Simpson bir konuşma sırasında, CBS ve Uzaktan Algılamanın deniz bilimleri alanında henüz yaygın olmadığını dile getirirken, aslında balıkçılık ve deniz bilimlerinin ihtiyaçlarının CBS uygulamalarından önce tam anlamı ile ortaya konulmasının gerektiğini vurgulamıştır [29].

1992-1996 yılları arasında gerçek manada balıkçılık ile ilgili CBS çalışmaları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu çalışmalar temel habitat çalışmaları ve analizleri olmuştur. Burada toplanan denizel veriler deniz ekosistemi açısından önemli deniz çayırları, mangrov ormanları, ve kıyusal alanlarının analiz edilip modellenmesine yönelik olmuştur. Bu temel çalışmalar daha özel alt analizlerin yapılmasına olanak sağlamış ve ilgili veri tabanları kullanılarak, birincil üretim, stok yönetimi, deniz insan etkileşimi alanlarında çalışmalar yapılmış ve artık süreklilik arz eden güncellenebilen Deniz Bilgi Sistemlerinden bahsedilmeye başlanmıştır. Aşağıda 1991-1997 yılları arasında balıkçılık ve CBS ile ilgili yapılan bazı çalışmalar ile bu çalışmaları gerçekleştiren bilim adamları tablo şeklinde sunulmuştur,

Tablo 1. 1991-1997 yılları arasında deniz ile ilgili CBS çalışmaları [30].

Konu	Araştırmacı
Deniz haritacılığı ve CBS atlasları	Ostrowski [1994], Ramster [1994], Carocci and Majkovski [1996], Selvik ve Ark. [1994], Ramos ve Ark. [1996].
Habitat haritalama	Gordon [1994], Liebig [1994], Somers ve Long [1994], O'Brien-White ve Thomason [1995], Castillo ve Ark. [1996], Keleher ve Rahel [1996], Long ve Skewes [1996], Rogers ve Bergersen [1996], Rubec [1996], Sotheran [1997].
Denizel birincil üretim	Caddy ve Ark. [1995]
İnsan kaynaklı etkiler ve balıkçılık	Wood ve Ferguson [1995], Irwin ve Noble [1996], Porter ve Ark. [1997].
Sınıflama ve arazi kullanımı	Klemas ve Ark. [1993].
Genel amaçlı denizel çalışmalar	Swartzman ve Ark. [1992], Do Chi ve Taconet [1994], Kapetsky [1994], Le Corre [1995], Taconet [1995], Ali ve Ark. [1991], Paw ve Ark. [1992], Ross ve Ark. [1993], Beveridge ve Ross [1994], Aguilar-Manjarrez ve Ross [1995], Habbane ve Ark. [1997], McGowan ve Ark. [1997].

Günümüzde, 1990' lı yılların sonlarına doğru denizbilimleri ile ilgili bir çok alanda kullanılır hale gelmiştir. Bu aşamada gerçekleştirilen çalışmalar daha önce gerçekleştirilen çalışmalar ile paralellik göstermekle birlikte, birçok alt bölüme ayrılarak gelişme göstermiştir. Aşağıdaki tabloda 1985-1999 yılları arasında sempozyum bildirileri dahil 216 bilimsel çalışmanın konu başlıklarına göre dağılımı verilmiştir. Bu çalışmaların çoğu sadece balıkçılık ile ilgili olmayıp, deniz bilimleri ve CBS ile ilişkili bir çok konu başlığı birlikte ele alınmıştır [30].

Özellikle yetiştiricilik alanında, deniz veya kara çiftliklerinin tesis edilmesi aşamasında karar destek yöntemi olarak CBS yıllardan beri kullanılmaktadır. Son zamanlarda balık dağılımını gösteren istatistiksel indislerin bazı temel çevresel parametreler ile ilişkilendirilmesi ile daha geniş alanlarda benzer türlerin dağılımını tahmin yöntemi CBS tekniği sayesinde mümkün olmaktadır. Fakat çevresel parametrelerin anlık değişimi ile av verilerinin elde edilmesindeki zorluklar sorun olmaktadır. İlgili algoritmalar kullanılarak interpolasyon veya extrapolasyon ile dağıtılan verilerin istatistiksel güvenilirlikleri yüksek değildir. Ayrıca, en durağan özellik göstermesi beklenen (deniz batimetrisi gibi) parametrelerin bile ölçek bazında gösterdiği büyük değişimler de sayılabilecek engellerdendir.

Tablo 2. 1985-1999 yılları arasında CBS ile ilgili 216 yayının konu başlıkları [30].

Konu başlığı	İç su	Kıyı	Deniz	Yetiştiricilik
Veritabanları	2	-	6	-
Balık Dağılımı ve Stok Yönetimi	9	3	22	-
Habitat	16	7	13	-
Arazi Kullanımı ve Analizi	3	2	-	-
Balıkçılık Yönetimi	2	12	21	7
Haritalama ve Modelleme	6	3	11	2
Su Kalitesi	2	-	1	-
Uzaktan Algılama ve Akustik Sonar	-	3	10	2
Uygun Yer Seçimi	-	-	-	17
Genel Amaçlı	4	2	22	6
TOPLAM [Adet Yayın]	44	32	106	34

Haritacılık ve modelleme alanında da başta yeni modelleme teknikleri olmak üzere farklı çalışmalar yapılmıştır. Özellikle ABD, Florida eyaletinde bazı aşırı nüfus artışı olan alanların deniz ve kıyı üzerine muhtemel etkisinin sürekli kontrol altında tutmak amacı ile eyalet ve federal yönetimin desteklediği projeler bulunmaktadır. Ault ve Luo, 1998 yılında bölgeyi kuşbakışı 3B sürekli kontrol altında tutan bir sistem geliştirmiş ve Biscayne Körfezinde Pembe Karidesin tüm yaşam evrelerini (üreme, büyüme,göç) CBS altlıkları ve animasyonları kullanarak izlemeyi başarmıştır.

Balıkçılık açısından, tür, av gücü, avlanan miktar gibi önemli temel balıkçılık verilerinin çevresel koşullar ile ilişkilendirilmesi konusundaki çalışmalar özellikle balıkçılığın geleceği açısından son derece önemlidir. Günümüzde av sırasında kayıt altına alınan veriler genelde defterlere el ile kayıt edilmektedir ve bu durum hem ticari hem de bilimsel veri akışını olumsuz etkilemektedir. Her türlü elektronik donanıma haiz balıkçı gemilerinde bu tür kayıtların dijital ortamda anında kayıt edilmesi ile bu sorun aşılabilecektir. Özellikle balıkçılık ve oşinografik verilerin izlenmesine yönelik IFREMER (Fransız Balıkçılık Araştırma Örgütü) araştırma gemilerine monte ettikleri “FishView” adındaki yazılım ile deniz seferleri sırasında toplanan veriler daha ileri konumsal ve kartografik analizler için hazır hale getirilmektedir. Yine, GPS bağlantılı “FishCAM” yazılımı deniz seferleri sırasındaki av verileri dahil diğer tüm verileri saklama özeliğine sahip olup uzun süreli analiz ve stok yönetimi için uygun modüller içermektedir.

CBS’ lerde diğer önemli bir konu olan veritabanlarının derlenmesi konusunda da bir çok çalışma mevcut olup bu konuda ulusal ve uluslararası projeler yürütölmektedir. Bu projelere öncülük eden kuruluşlar arasında NOAA, ICLARM, FAO, NMFS, IFREMER, IMR, CSIRO gibi kuruluşlar mevcuttur.

1.3.4.2. Ülkemizde CBS’ nin Durumu

Kullanım alanı giderek artan ve sınırsız uygulamaları olan CBS, ülkemizde de özel yada resmi bir çok kuruluşta değişik amaçlara yönelik olarak etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Bilişim teknolojisinin doruk noktalara ulaştığı günümüzde, ülke çapında üretilen verilerin, dağıtılmış bilgi sistemleri ortamında, ulusal ve uluslar arası standarttaki veri tabanlarında oluşturulması temel alınmaktadır. Söz konusu bilgi sistemlerinin, güncelliği korunacak bir şekilde, ülke çapında kullanma ve erişim yetkileri de göz önünde bulundurularak, ilgili kullanıcılara açılması ve paylaşımının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla; VIII. beş yıllık kalkınma planı içine ülkemizdeki tüm kamu kurum ve kuruluşlarının yer alacağı “Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi” ne yönelik çalışmalar başbakanlık tarafından kurulan özel bir birim tarafından yürütölmektedir. Böyle bir çalışmanın gereksiz iş gücü ve kaynak israfını önleyeceği açıktır. CBS’ nin sağladığı olanaklar nedeniyle bir çok kurum ve kuruluş hızla bu konudaki alt yapıyı oluşturmuş, yakın geçmişte geleneksel yöntemlerle sürdürdükleri çalışmalarda CBS donanım ve yazılımlarından yararlanmaya başlamışlardır. Ancak bu konuda yapılan tüm çalışmalar

birbirinden bağımsız bir organizasyon yapısı içerisinde sürdürülmekte, mevcut donanım, yazılım, personel temini ve eğitimi, bunlar için gerekli finans kaynağı faaliyeti sürdüren kurumların kendi olanakları ile çözümlenmeye çalışılmaktadır [31].

1.3.4.3. Balıkçılık ve CBS

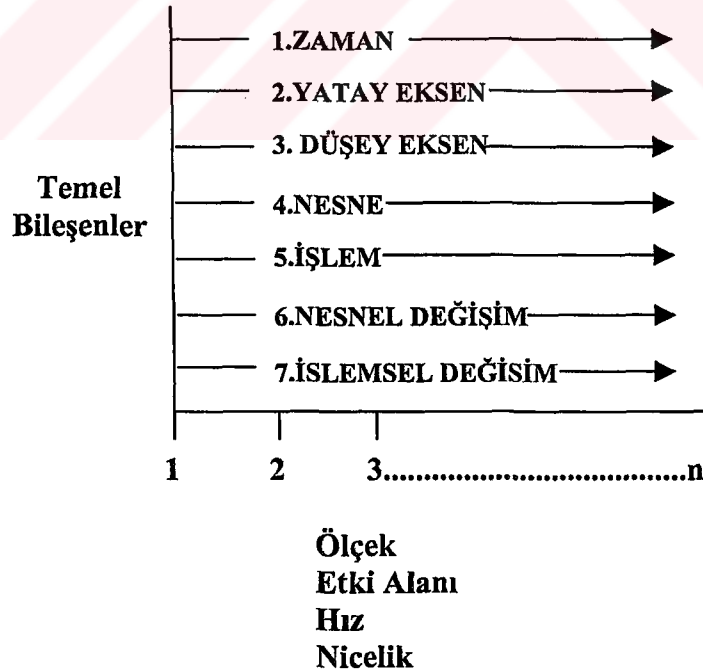
Dünya denizlerinin yaklaşık %20'lik kısmı, tropik ve ılıman denizlerdeki kıyusal şelfler başta olmak üzere, özellikle balıkçılık sayesinde dünyadaki biyolojik üretim oranına ciddi katkı sağlamaktadır. Özellikle kıyusal alanlar ile upwelling olayının meydana geldiği alanlar son derece verimli alanlar olup yoğun balıkçılık faaliyetinin gerçekleştiği yerlerdir. Son yıllarda özellikle daha verimli olmalarından ötürü arktik sulardaki balıkçılık faaliyeti hız kazanmıştır. Dünya denizlerinin, açık deniz olarak nitelenen, geri kalan %80'lik kısmı biyolojik üretim açısından çok daha fakir alanlardır. Bu alanlardan genelde bazı pelajik türler, kafadan bacaklılar ve köpek balığı avcılığında faydalanılmaktadır [29].

Balık ve balık ürünleri üretimi 1980'li yıllara doğru çok büyük miktarlarda artış göstermiş ve daha sonra denizel kaynaklardan elde edilen ürün miktarlarındaki azalmalar iç su ve kültür balıkçılığı ile arttırılmaya çalışılmıştır. Karşılabilir oranlarda yapılmayan avcılık ile bazı stoklarda ciddi azalmalar meydana gelmiştir. Bazı pelajik ticari türlerin aşırı avlanması deniz ekosistem dengesini kötü yönde etkilemiş ve fazla ticari öneme sahip olmayan bazı demersal türlerin stok artışına neden olmuştur. Özellikle üssel şekilde artış gösteren kirlilik, habitat yıkımı, aşırı avcılık ve kıyıların yanlış kullanımı bazı türlere ait stokları çok olumsuz etkilemiştir. Bu gibi sorunların konumsal olarak değişim gösterdiği ve sürekli kontrol altında tutulması gerçeği açıktır. Bu noktada, CBS devreye girmekte ve özellikle çevresel etki ve ekosistem modellemesi konusunda son derece büyük faydalar sağlamaktadır. Son on yıl içinde CBS'ye dayalı arazi kullanımı ve kent bilgi sistemi uygulamaları özellikle konum ile ilgili problemlerin çözümünde son derece faydalı kararların alınmasına yardımcı olmuştur. Bunun gibi daha bir çok alanda CBS' nin sağladığı yararlar göz önüne alındığında, balıkçılık yönetimi konusunda da kullanılabileceği düşünülmüş ancak günümüze kadar bu alandaki uygulamalar yeterli düzeye gelememiştir. Bu sorunun çözümüne yönelik üç aşamalı bir kavramsal model önerilmektedir. İlk aşamada balıkçılık için düşünülen kavramsal CBS modelinin bileşenleri ele alınırken, ikinci aşamada modeli meydana getiren temel iki unsur, CBS' nin fonksiyonları ve konumsal veri, ele alınarak değerlendirilir, üçüncü aşamada ise düşünülen

model çeşitli kompleks değişkenler ve özellikle sosyoekonomik açıdan göz önüne alınarak incelenir.

1.3.4.3.1. Balıkçılığa Yönelik CBS Kavramsal Modelinin Temel Bileşenleri

Her CBS işlevsel açıdan temel bileşenler baz alınarak uygulanır. Örneğin, basit bir haritalama işi bile üç temel işlevin bir arada olmasını gerektirir. Bunlar, haritalanacak nesne, ilgili nesnenin konumu ve zaman faktörüdür. Buna ek olarak ilgili nesnenin zamansal ve konumsal değişimi gibi bazı karmaşık işlevleri de CBS' nin yerine getirmesi beklenir. Balıkçılığa yönelik tasarlanan bir CBS için temel işlevler aşağıdaki şekilde açıklandığı gibidir. Burada her bir işlev birbiri ile ilişkili olmasına rağmen, kavramsal tanımlamaların rahatça yapılabilmesi için ayrı ayrı ele alınmıştır. Burada her bir işlev ölçek, etki alanı, hız, düzen ve miktar açısından bir nicel değere sahiptir. CBS' yi meydana getirecek olan her bir işlev için gereken veri baştan sona veri toplama, kartografik gösterim, sınıflandırma aşamalarını direk etkileyecektir. Her bir işlevin sahip olacağı x ekseninde belirtilen nicel değerler o işlevin karmaşıklık derecesine bağlıdır.



Şekil 11. Kavramsal CBS Modelini oluşturan temel bileşenlerin ölçek, etki alanı, hız ve miktar cinsinden değişimi [29].

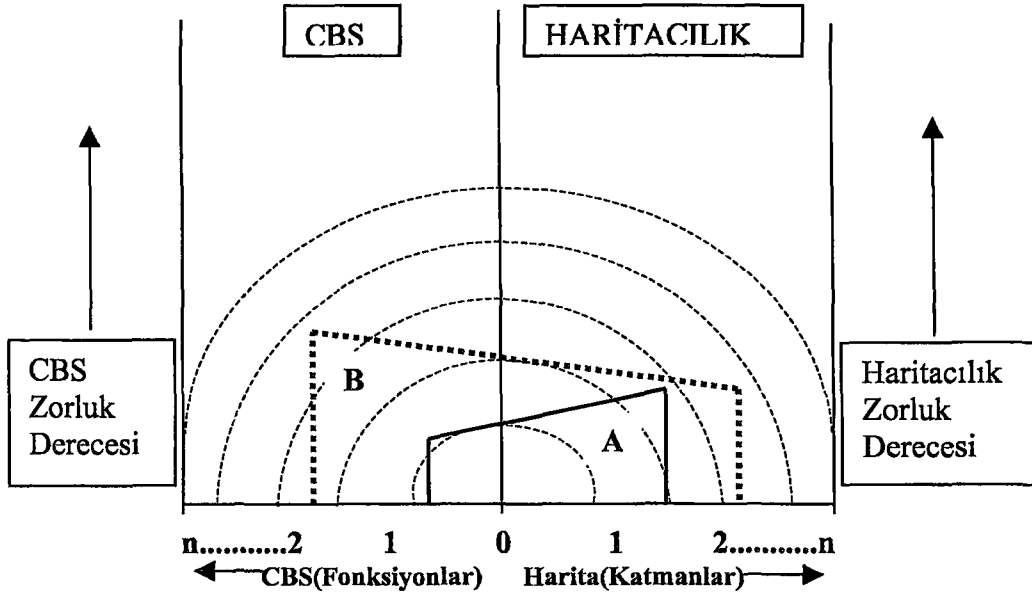
Temelde, oluşturulacak bir CBS 1,2 ve 4 numaralı bileşenlere sahip olmalıdır. Ancak, balıkçılık veya oşinografik amaçlı CBS' ler söz konusu olduğunda 7 adet bileşenin istisnasız ele alınması gerekmektedir. Öyle ki, temel bileşenler 1,2,4' e ek olarak balıkçılıkta ve oşinografide uygulama alanının 3B olma özeliği 3.bileşen düşey ekseninde hesaba katılmasını gerektirir. Denizel ortamın dinamik özeliği göz önüne alındığında 5. bileşen işlemsel değişiminde paylaştırılması gerektiğini vurgulamaktadır. İşlev ve nesnel değişimin zaten kendiliğinden doğal ortamın bir gereği olduğu düşünüldüğünde 7. ve 8. bileşenlerin de dikkate alınması gerektiği ortadadır. Böylelikle temel bileşenlerin denizel bir CBS' deki kompleks yapısı irdelenmiş olup bundan sonraki aşamada bu tür CBS' lerin uygulanmada niye yavaş kaldığı incelenecektir [29].

1.3.4.3.2. CBS Kavramsal Modelinin Kompleks Yapısı

Denizel uygulamalara yönelik CBS tasarımı temel bileşenlerin tek tek ele alınmasından sonra genel olarak bir CBS uygulama alanı açısından iki temel alana ayrılabilir. Bunlar, oluşturulan CBS' nin fonksiyonelliği ve konumsal veri şeklindedir. Burada, CBS' nin sonuç üretmesi için veri girdisi, veri işlem, sorgulama, analiz ve gösterim gibi temel fonksiyonlar ve bu fonksiyonların gerçekleştirilebilmesi için en azından 2B konumsal veri yada harita verisi anlatılmak istenmektedir.

Temel iki alan aşağıdaki şekilde karmaşıklık ve nicelik açısından çeşitli x,y değişkenleri ile incelenmiştir. Şekilde değişkenler CBS fonksiyonları ve konumsal veri işleme (haritalama) birleştirilerek ele alınmıştır.

Merkezden uzaklaştıkça artan x- eksenindeki değerler çalışılan katmanlar ve CBS fonksiyonlarını temsil ederken y-ekseni her iki alan için artan karmaşıklık değerini temsil etmektedir. Buradaki karmaşa, kavramsal açıdan tasarlanan CBS için karşılaşılabilecek programlama zorluğu, donanım ihtiyacı, veri eldesindeki problemler ve bazı format problemleri gibi unsurlar olmaktadır. Harita ile ilgili zorluklar ise haritalanacak alanın yüzey modelinin çok karmaşık olması, haritalamada sürekliliğin çeşitli nedenler ile sürdürülememesi, veri eldesi, batimetrik çalışmalarda yaşanan zorluklar ve daha geniş alanların haritalanma problemleri olmaktadır. Böylelikle iki temel alan aşağıdaki gibi modellenebilmektedir.



Artan Zorluk Derecesini Temsil Eden Yaylar

- A Kabuklu Dağılımını Gösteren Harita İçin
- B Ringa Balığına Ait Üreme Alanlarının Haritalanması

Şekil 12. Balıkçılık yönetimi açısından CBS ve Haritacılık [29].

Orijin etrafında mevcut yaylar, oluşturulacak bir CBS modelinde amaca yönelik gerçekleştirilecek CBS uygulamaları için toplam zorluk derecelerini göstermeye yönelik olup merkezden uzaklaştıkça, yapılan çalışmanın daha karmaşık bir hal aldığı ve buna bağlı olarak zorluk derecesinin arttığı görülür. Burada toplam zorluk derecesi olarak daha önce açıklanan CBS temel bileşenlerinin karmaşıklığından söz edilir. Yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi varsayımlar kullanılarak balıkçılığa yönelik gerçekleştirilecek bir CBS uygulaması için zorluk derecesi diyagramı oluşturulabilir. "A" örneğinde gösterildiği şekilde, bir gölde bulunan kabuklu dağılımını gösteren CBS oluşturmak için dip yapısı, kayalık dağılımı ve kabuklu hasat miktarlarını gösteren birkaç temel katman bindirilerek oluşturulabilir bu gibi CBS' ler düşük zorluk derecesine sahipken, "B" diyagramında gösterilen Ringa balığına ait deniz ekosistemi ve konumsal ilişkiler dikkate alınarak oluşturulan bir CBS' nin zorluk derecesi kullanılan altlıklar, ihtiyaç duyulan veriler ve gerçekleştirilen analizler açısından basit bir haritalama işinin çok ötesinde olup karmaşık ve oldukça zordur. Burada temsil edilen A ve B yamuğunun karşılaştırmalı alanları toplam zorluk derecesini gösterirken, A ve B yamuklarının şekilleri CBS ve harita girdileri

açısından farkı ortaya koymaktadır. Karasal uygulamalar ile karşılaştırıldığında yukarıdaki modelde temsil edildiği üzere denizel CBS uygulamaları dinamik deniz ortamındaki sonsuz değişimden dolayı daha çok merkeze yakın bölgelerde seyretmektedir [29].

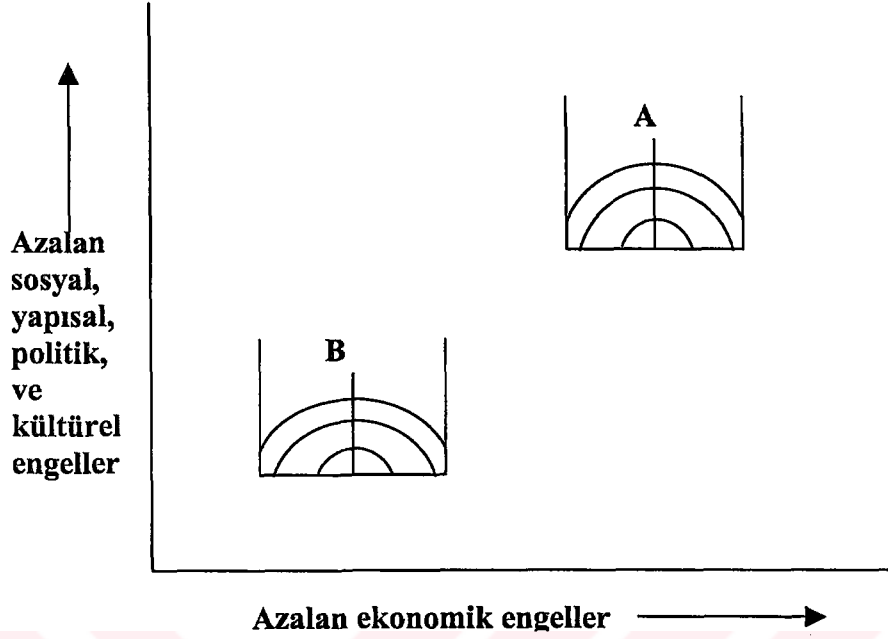
1.3.4.3.3. Balıkçılık Amaçlı CBS Kavramsal Modeli ve Sosyoekonomik Durum

İdeal teorik CBS tasarımının dışında gerçek dünyada gelişen ve göz önüne alınması gereken bazı durumlar söz konusudur. Aşağıdaki şekilde sosyoekonomik yapısı farklı iki ayrı bölgeye ait aynı amaçlı CBS' leri gösteren diyagramda, sosyoekonomik yapının CBS' ye etkisi aktarılmaya çalışılmıştır. Aşağıdaki diyagramda x eksenini, azalan ekonomik girdi miktarını gösterirken, y ekseninde de azalan sosyokültürel, politik, yapısal etkiler gösterilmiştir [29].

CBS' de kavramsal modellerin ortaya konması, oluşturulacak CBS ' de meydana gelebilecek eksikliklerin önceden belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca, amaca göre birçok CBS' nin oluşturulması söz konusu olduğundan diğer aşağıda sayılan etkiler ile beraber kavramsal modelin ele alınması daha çok fayda sağlayacaktır. Diğer bazı problemler arasında;

- 1) Fonksiyonel 4-B veritabanı dizaynı;
- 2) Birbiri içine girmiş ve sürekli alanlar için sınırların belirlenmesi;
- 3) Veri toplama ve haritalama için uygun zamansal ve yersel ölçeklerin belirlenmesi;
- 4) Toplanan veriler için uyumsuzluk alt sınırının belirlenmesi;
- 5) Balıkçılık faaliyetlerinin çeşitliliği, ayrı ayrı ve yersel özellikler göstermesi;

gibi faktörler, denizel amaçlı CBS' lerde göz önüne alınması gereken faktörlerdir. Temel bileşenler, zorluk düzeylerinin belirlenmesi ile sosyoekonomik çevre faktörleri denizel CBS' lerin günümüze kadar niye yavaş ilerleme gösterdiğini göstermektedir.



A Gelişmiş ekonomilerde gerçekleştirilen CBS' ler.

B Az gelişmiş ekonomilerde gerçekleştirilen CBS' ler.

Şekil 13. Sosyoekonomik Yapının Kavramsal CBS' ye Etkisi

1.3.5. CBS ve İstatistiksel Yöntemler

Özellikle günümüzde gerçekleştirilen yeni CBS' lerde toplanan konumsal verilerin temel grafik gösterim ve matematiksel operatörlerin yanı sıra, istatistiksel analiz imkanı tanıyan modüller de eklenmektedir. Özellikle pahalı konumsal verilerin örneklem alanları baz alınarak çeşitli algoritmalar ile daha geniş veya ulaşılması zor alanlara yaymakta ve böylelikle zaman ve para israfı önlenmektedir [32].

CBS' de istatistiksel veri işlem yöntemi olarak en çok interpolasyon (ara değer) kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemlerin ortaya çıkardığı çeşitli istatistiksel hatalar yeni geliştirilen stokastik yöntemler kullanılarak irdelenmekte ve daha doğru sonuçlar elde edilmektedir. Stokastik yöntemler yetersiz kaldığında, fuzzy algoritmalar ile çözümler aranmaktadır. Geo-istatistik, çevre yönetimi ve uygulamalarında en çok kullanılan yöntemlerdendir. Konumsal olarak dağılan coğrafi verilerin gerçekte oluşturdukları sınıfların farklılığını veya benzerlik derecesini ortaya koymak için varyans değişim

grafikleri çizilir böylece verilerin gerçekte ayrı bir özellik sınıfına dahil edilip edilmeyeceğine karar verilir. Herhangi bir veri setindeki “z” değeri için iki farklı ölçümün arasındaki mesafe “h” baz alınarak tüm veri setindeki değişim grafiği elde edilir. Burada, varyans değişimi,” $\gamma(h)$ ” için;

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{Var} \{ (Z(x_i) - Z(x_{i+h})) \} \quad (1)$$

değeri hesaplandıktan sonra,

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2} n \sum_{i=1}^n \{ z(x_i) - z(x_{i+h}) \}^2 \quad (2)$$

ifadesi yazılır. Burada, “n” ölçüm sayısı, “ $z(x_i)$ ” ve “ $z(x_{i+h})$ ”, bir “h” mesafesinde yapılan ölçüm değerlerini ifade etmektedir. “ $\hat{\gamma}(h)$ ” değeri, pratik olarak CBS veritabanından nokta ölçümlerinden hesaplanabilir fakat deneysel verilerden elde edilen varyans değişimleri her zaman düzenli olmadığı için, teorik yöntemler ile semivaryogram “ $\hat{\gamma}(h)$ ” değerinin hesabına gidilir. Buradan, interpolasyon ağırlıklandırma yöntemi ile “z” değeri bilinmeyen noktalar için varyogram sayesinde bir değer hesaplanır bu yöntem düzenli nokta kriging yöntemi olarak bilinir [32].

Bunun yanında, Kriging’ ten farklı olarak bir çok istatistiksel yöntem kullanılmıştır. Diğer bir alternatif interpolasyon yöntemi olarak IDW (Inverse Distance Weighting) CBS’ lerde standart yöntem olarak kullanılmaktadır.

IDW yöntemi aşağıdaki gibi açıklanabilir; Tablo 3,4 ‘ teki değerler için (X , Y, Z) koordinatları kapalı bir alanı temsil etmek üzere, değişken değer tablosu aşağıdaki gibi olan ve değeri belli olmayan (14;18) koordinatının bilinmeyen “Z” değerini (BD), IDW yöntemine göre hesaplayalım, bunun için, öncelikle seçilen (14;18) noktasına komşu en az iki nokta seçilir, ve sonrasında seçilen her bir noktanın, “Z” değerini araştırdığımız, (14;18) noktasına olan mesafesi hesaplanır [33]. Bunun için, aşağıdaki tablodaki değerlere göre hesaplanacak mesafe “D” olsun;

(X1;Y1) = (14;18) olmak üzere, ilk komşu nokta (X2;Y2) için “D” değeri,

$$D = ((X2-X1)^2 + (Y2-Y1)^2)^{0.5} \quad (3)$$

$$D = ((20-14)^2 + (10-18)^2)^{0.5} = 10 \text{ bulunur. Ters mesafe IDW için;}$$

$$IDW = 1/D \quad \text{formülünden,} \quad (4)$$

$$IDW = 0.1 \quad \text{ağırlıklı değeri hesaplanır.}$$

Bulunan her bir ağırlıklı IDW değeri komşu noktanın "Z" değeri ile çarpılarak D' nin sınır değeri hesaplanır. Aynı işlem tüm komşu noktalar için tekrarlandıktan sonra değeri bilinmeyen (X2;Y2) noktası için "Z" değeri aşağıdaki formülle hesaplanır,

$$BD = \frac{\sum D}{\sum IDW} \quad (5)$$

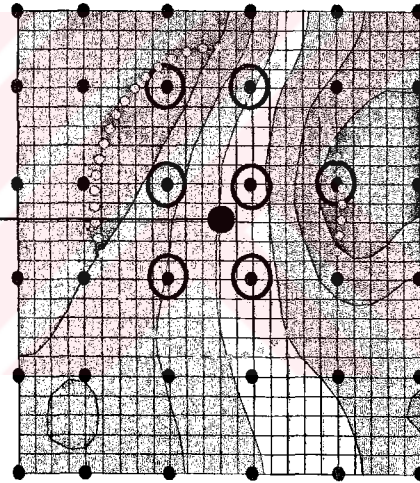
$$BD = \frac{1770.52}{1.2247} = 1445.68 \quad \text{şeklinde bulunur.}$$

Tablo 3. Bilinen X, Y, Z değerlerinden bilinmeyen Z değerinin hesabı [33].

X	Y	Z	Vari seti	Sınır
14	18	????		
20	10	560	0.1000	56.00
20	15	1355	0.1491	201.99
15	10	978	0.1240	121.31
15	15	1582	0.3162	500.27
10	10	1106	0.1118	123.65
10	15	1530	0.2000	306.00
10	20	2063	0.2236	461.30
		TOPLAM	1.2247	1770.52
			BÖLÜM	1445.68

Tablo 4. X, Y, Z veri tablosu

X	Y	Z
25	1	500
25	5	500
25	10	500
25	15	1087
25	20	1815
25	25	2094
20	1	500
20	5	500
20	10	560
20	15	1355
20	20	2011
20	25	2216
15	1	500
15	5	520
15	10	978
15	15	1582
15	20	2412
15	25	2375
10	1	556
10	5	798
10	10	1106
10	15	1530
10	20	2063
10	25	1916
5	1	800
5	5	801
5	10	1112
5	15	1460
5	20	1716
5	25	1894
1	1	800
1	5	804
1	10	1003
1	15	1323
1	20	1551
1	25	1800



Şekil14. Sınır zonları ve seçilen nokta

Bu yöntemle hesaplanan değerler ağırlıklı değer "0" dan büyük olduğu sürece, her zaman maksimum ve minimum "Z" değerleri arasında kalır. Böylece, oluşturulan yüzeyde

meydana gelen artma ve azalmaların hata olasılığı azaltılmış olur. IDW hızlı, basit ve her alanda kullanılabilen bir algoritma olduğu için tercih edilir [34].

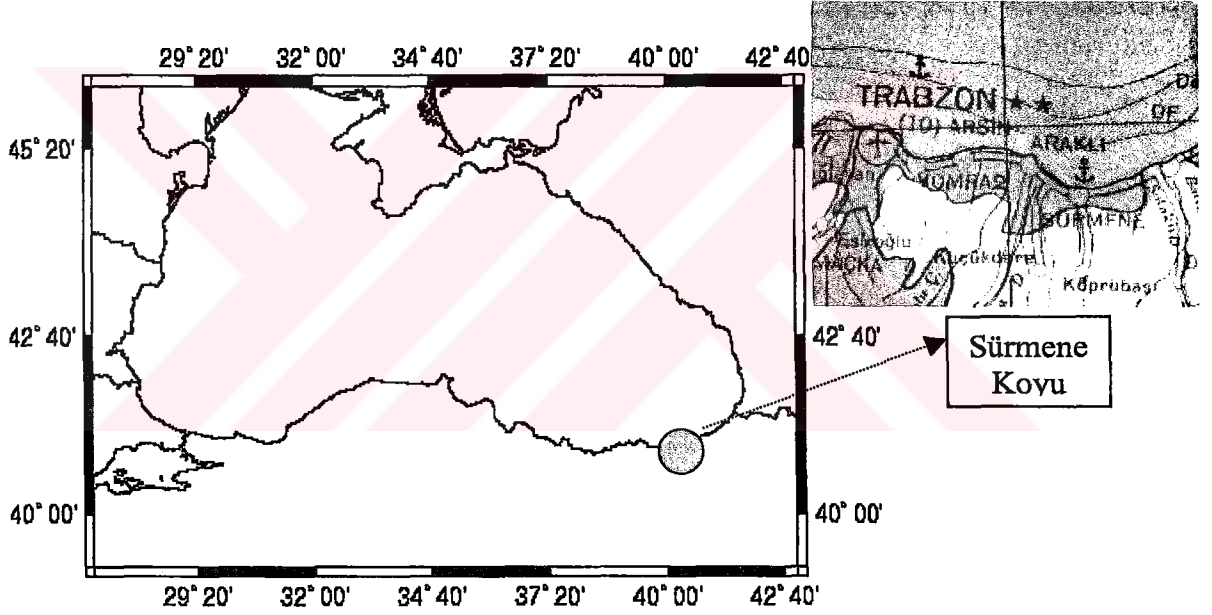
Diğer bazı interpolasyon yöntemleri arasında, En Yakın Komşuluk Yöntemi, Radyal Temelli Tarama Fonksiyonu Yöntemi, Geliřtirilmiř Shepard Yöntemi, Minimum Eğrilik Yöntemi, Thiessen Poligonları, Doğal Komşuluk Yöntemi gibi yöntemler en çok kullanılan yöntemlerdir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı olarak seçilen Sürmene Koyu, 40.96 N, 39.99 E ile 41.04 N, 40.50 E koordinatları arasında olup, K.T.Ü Deniz Bilimleri Fakültesi' nin konumundan dolayı, gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda en çok incelenen bölge olma özelliğini taşımaktadır. Çalışma alanının kıyusal morfolojisinin karaya doğru girintili olması bölgeyi oşinografik açıdan farklı kıldığı gibi diğer bazı, balıkçılık için önemli parametrelerinde varlığı, bölgeyi canlı hayatı ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin kılmaktadır.



Şekil 15. Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak seçilen bölgede kıyı balıkçılığı geçim kaynağıdır. Av mevsimi dışında da ticari denebilecek düzeyde kıyı balıkçılığı, boyları 3-10 m arasında değişen küçük tekneler ile yıl boyunca sürdürülmektedir.

Çalışma alanı uluslar arası ticaret yolu üzerinde bulunmaktadır. Bu daha ilerde yapılacak çalışmalar açısından önem teşkil etmektedir.

Bölge meteorolojik olarak ta Trabzon ve Rize karakteristik iklim sınırında kalmaktadır. Bölgenin tatlı su girdisini 5 ana dere ve bunların yan kolları oluşturmaktadır. Yağışın da etkisi ile toplam su bütçesi diğer benzer kıyı alanlarına göre daha fazladır.

2.2. Çalışma Alanının Oşinografisi

Bölge coğrafi yapısı, özellikle kıyı morfolojisi, yıllık yağış ve akarsu bilançosu açısından farklı özelliklere sahiptir. Bunlara meteorolojik koşulları da eklediğimizde deniz ortamında meydana gelen oşinografik olayların temel parametrelerini ortaya koymuş oluruz.

Bölgede su kütlelerinin oluşumunda hava sıcaklığı birincil etkindir. Hava sıcaklığının dışında su kütlelerinin yapısını etkileyen en önemli unsur tatlı su girdisidir. Tatlı su girdisi sağlayan akarsuların tuzluluğa etkisi yağışlara göre çok daha yüksektir. Daha önce yapılan çalışmaların ışığında, mevsimsel değişimin gözlemlendiği su kütlelerinin derinliği (55-60m) arasındadır. Bu tabaka kendi içerisinde, sıcaklık ve yoğunluk değişimine göre; (0-20m) arasında, “yüzey karışım tabakası”, (20-50m) arası “mevsimsel termoklin” ve “mevsimsel pinoklin” tabakaları bulunur. Tuzluluğun derinlikle değişimine göre ise (0-5m) arası “karışım tabakası”, 5m’ den daha derin sular ise “mevsimsel haloklin” tabakasını oluşturur. (0-60m) arasındaki su kütlelerinde, tabakalaşma kıyı ve açık deniz su kütleleri arasında farklılık gösterir. Kıyıya yakın su kütlelerinde tabakalaşma daha hızlı ve keskin olmayan bir yapı gösterirken açık deniz su kütlelerinde tabakalaşma daha belirgin yapıdadır.

Bölgede su kütlelerinin mevsimsel ve alansal değişimine göre, askı yük, klorofil-a, ve seki derinliği de sıcaklık ve tatlı su bütçesi ile ilgilidir. Askıda katı madde, akarsu debisi ve yıllık yağış ortalaması arasında doğru orantı bulunmaktadır [35].

2.3. Deniz Kafes Balıkçılığı ve Belirleyici Çevresel Koşullar

Balıkçılık üretimi açısından uygun alanların tespit edilmesi, mevcut verimli alanların korunması veya diğer muhtemel verimli alanların araştırılıp bulunması açısından önemlidir. Balıkçılık sektörüne yatırım yapmak isteyen herhangi bir girişimci yapacağı yatırımı optimize etmek için bütün olumsuz koşulları göz önünde bulunduracak ve yatırımını su kalitesi yüksek, kirli olmayan, ticari yollara yakın ve resmi engeli olmayan alanlara kurmak isteyecektir. Avcılık açısından da uygun alan tespiti zaman, para ve balık stoklarının korunması açısından önemlidir [36].

Balıkçılık sektörü alanında son yıllarda gerçekleştirilen çoğu yatırımın başarısızlıkla sonlanmasının nedeni, aslında yatırım yapılan deniz veya iç su ekosistem

özelliklerinin iyi araştırılmamasındandır. Planlama günümüzde gerçekleştirilecek bir balıkçılık yatırımı için ön koşul olmuştur [37].

Deniz suyu kalite parametreleri ve bunların diğer çevresel koşullarla oluşturduğu habitatlar her zaman her balık türü için uygun olmamaktadır. Bu nedenle herhangi bir balıkçılık aktivitesinin verimliliği habitatın hedef türe uygun olup olmamasına bağlıdır. Bu nedenle çeşitli çevresel parametreler kullanılarak habitata uygunluk modelleri yıllardan beri sürdürülmektedir [38].

Bir ekosistemin verimliliği, ekosistemi meydana getiren çeşitli habitatların kalite ve nicelik açısından uygunluğuna bağlıdır. Yıllardan beri balıkçılık yönetimi ve stokların korunması amacı ile hangi habitat türünün hangi balık türüne ne kadar uygun olduğunu bulmaya yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Bu özellikle soyu tehlikede olan türlerin korunması ve stok yönetimi açısından önemlidir [39].

Habitat uygunluk alanlarını gösteren haritaların oluşturulması kıyı alanlarının korunmasına yönelik yapılan planları ortaya koyarken kullanılabilir. Özellikle hassas bölgelerin ortaya konması ve bu bölgeler arasındaki bağlantı ve çeşitli istatistiklerin araştırılması biyoçeşitliliğin korunması açısından önemlidir [40].

Bu çalışmada; Gökkuşuğu Alabalığı, deniz kafes balıkçılığı için en uygun yer seçimi, bu tür için uygun habitat seçimi kabul edilerek, Salmon kökenli bu balığın deniz ortamı için en uygun su kalitesi parametreleri aşağıdaki verilmiştir;

Tablo 5. Kıyıda tesis edilecek, Salmon kafes balıkçılığı için gerekli su kalitesi parametreleri [37].

Değişkenler	Değişim aralığı	Optimum değer
Derinlik [m]	6-15	6-12
Akıntı hızı [cm/sn]	10-100	10-50
Tuzluluk [‰]	15-35	>24
Sıcaklık [⁰ C]	5-18	10-15
Çözünmüş oksijen [mg/l]	>7	9-10

Kafes balıkçılığı için uygun yer seçimi kriterlerini üç kategoriye ayırmak mümkündür. Bunlar; birinci kategoride yukarıda da sunulan suyun fiziko kimyasal özellikleri; sıcaklık, oksijen, tuzluluk, akıntı hızı, kirlilik, algal bloom gibi özelliklerdir.

İkinci kategoride ise, meteorolojik koşullar, sıklık, derinlik ve dip yapısı gibi değişkenler ele alınır. Üçüncü kategoride ise yasalar, ulaşım, karadaki mevcut imkanlar, ekonomi ve sosyo ekonomik değerlendirmeler sayılabilir. Uygun yer seçimi üretimi düşünülen tür ve kullanılacak kafes yapısı ortaya konduktan sonra tasarlanmalıdır [41].

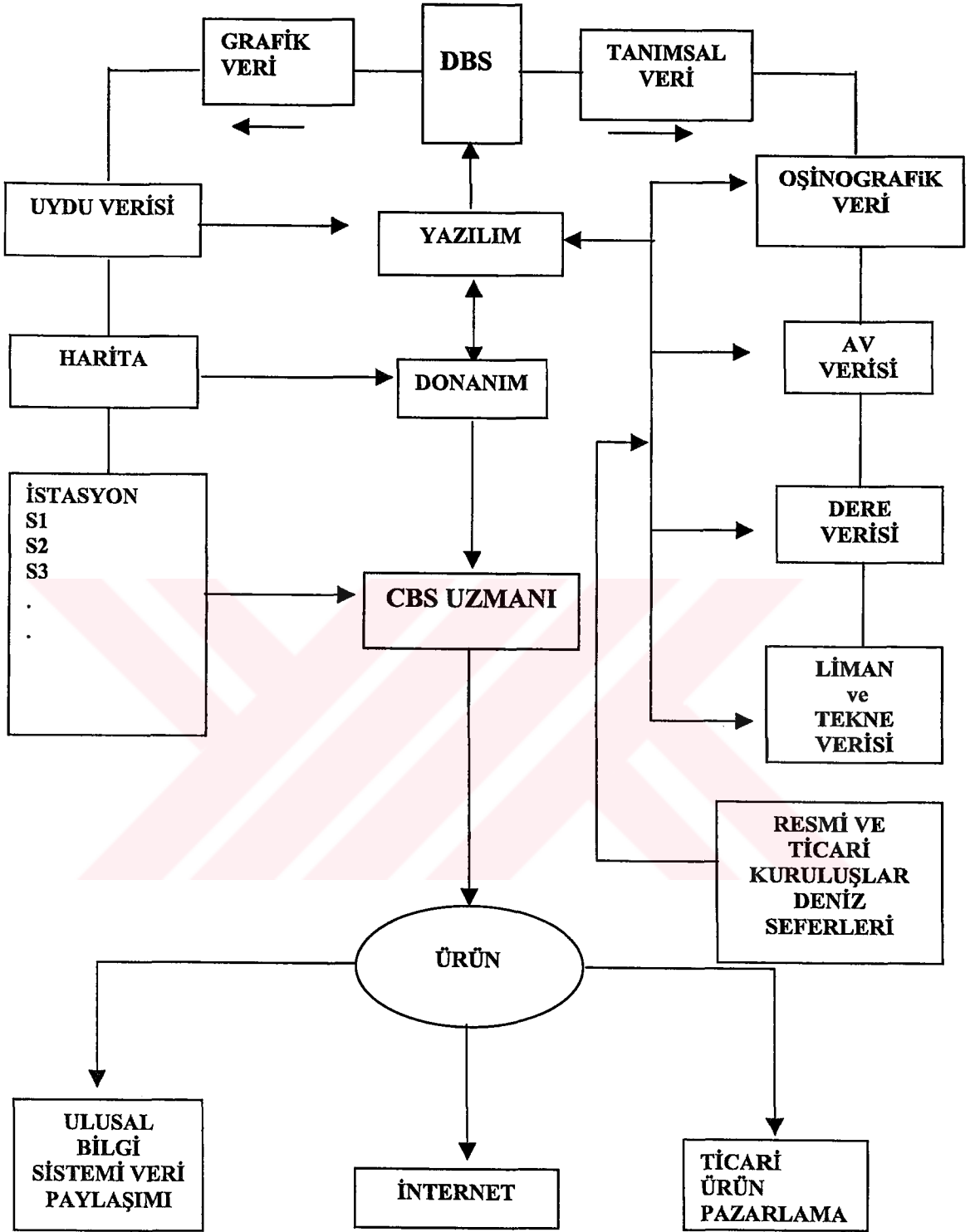
Yapılan çalışmada birinci kategori değişkenlerden özellikle birinci dereceden etkili olan sıcaklık, tuzluluk ve akıntı hızı ele alınarak incelenmiş ve diğer tüm değişkenlerin optimum olduğu kabul edilmiştir. Özellikle, Doğu Karadeniz’de kışın etkili olan 5-7m’ lik dalga etkisini en aza indirmek için kafeslerin 10-20m derinlik zonuna yerleştirileceği düşünülmüştür. Bu amaçla 10-20m derinlik zonuna ait CTD verileri kullanılmıştır. En uygun yer seçimi problemini çözmeye yönelik bu model çalışmada yukarıdaki tabloda verilen değerler referans olarak alınmıştır.

2.4. Deniz Bilgi Sistemi Oluşturmaya Yönelik Tasarlanan Kavramsal Model

Burada tasarlanan model uygulanmadan önce daha önceki bölümlerde anlatılan CBS proje tasarlama ve gerçekleştirme safhalarının kusursuz uygulanması gerekmektedir. Öncelikle, gereksinim analizi ve maliyet gibi değişkenler göz önüne alınarak böyle bir modelin uygulanabilirliği araştırılmalı ve çalışılacak ortamın deniz olmasından dolayı doğabilecek muhtemel ek sorunlar ve denizel donanım gereksinimi dikkate alınmalıdır. Böyle bir model için pilot proje olarak Sürmene Koyunda gerçekleştirilen çalışma yeterli finansman desteği ve oluşturulacak uygun uzman ekipler ile bu modelin uygulanabileceğini göstermiştir.

Tasarlanan modelde CBS grafik ve tanımsal verilerin nasıl ve nereden elde edilebileceği gösterilmiş. Ayrıca, CBS donanım, yazılım bileşenleri ile uzman uygulamalar sonucu ortaya çıkan ürünün nasıl değerlendirilebileceği işlenmiştir.

Modeli meydana getiren her bir bileşenin kendi özelliklerini içeren bir çok alt bileşenden meydana geldiği düşünüldüğünde ne kadar karmaşık bir işleyişin hakim olduğu anlaşılacaktır. Burada ayrı bir uzmanlık alanı olduğu için her bir alt bileşen ayrı ayrı ele alınmayacaktır.



Şekil 16. Deniz Bilgi Sistemi (DBS) Kavramsal Modeli

2.5. Çalışmada Kullanılan Tanımsal ve Grafik Veri Setleri

Çalışmada kullanılan 1/25000'lik haritalar Harita Genel Komutanlığının üretmiş olduğu haritalar olup K.T.Ü. Jeoloji bölümünden elde edilmiştir. Ayrıca 1/100000'lik Deniz Hidrografi ve Oşinografi Dairesinin ürünü olan deniz haritasından da faydalanılmıştır. Sürmene Koyundaki bazı büyük derelerin debi bilgileri Devlet Su İşleri (DSİ) Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Diğer oşinografik veriler R/V K.T.Ü Denar1 araştırma gemisi ile 1999-2002 yılları arasında gerçekleştirilen seferlerden derlenip, düzenlenerek veritabanına aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan harita verileri AutoCAD 2000 programında sayısallaştırılıp, DXF formatına çevrilerek, "dxf arc" komutu ile UNIX altında koşan, Arc/INFO katmanı haline getirildiler aynı yazılım kullanılarak "CLEAN" ve "BUILD" komutları ile topolojileri kurulmuştur. Sonrasında oluşturulan katmanlar için Arc modülünde "NODEERRORS,LABELERRORS,INTERSECTERR" komutları ile hata araştırması yapılmıştır. Sürmene Koyuna ait 1/25000'lik sayısallaştırılan harita paftaları aşağıdaki gibidir;

TRABZON G44-a1

TRABZON G44-a2

TRABZON G44-b1

TRABZON G44-b2

AKÇAABAT F44-c3

AKÇAABAT F44-c4

Veri tabanının bütünlüğü açısından, tüm katmanların standart bir datum ve projeksiyon sisteminde olması gerekmektedir. Bu işlem katmanların bindirilmesi ve gerekli coğrafi analizlerin gerçekleştirilmesi için gereklidir. Çalışmada datum olarak "international 1909", projeksiyon sistemi olarak 6⁰ lik UTM ile GCS European_1950 Coğrafi Projeksiyon kullanılmıştır. Bu işlem için Arc/INFO yazılımında "PROJECT" ve "PROJECT DEFINE" komutları ile ArcView "Projection Utility Wizard" modülü kullanılmıştır. Daha önce çıkılan deniz seferlerinden enlem, boylam koordinat değerleri GPS ile elde edilen veri istasyonları grafik veriler üstüne sefer tarihi baz alınarak ayrı ayrı katmanlar şeklinde işlenmiştir. Böylece istasyonların gerçek konumları ile yerleri belli edilmiş oldu ve daha ilerde yapılacak güncellemeler için uygun bir veri yapısı haline getirildi. Her bir istasyondan ilgili deniz seferinde toplanan CTD verileri için ayrı ayrı excel kütüğü açılarak bu veriler düzenlendi ve daha sonra ArcView CBS yazılımının

okuyabildiği DBF formatına çevrilerek istasyon grafik verileri ile “istasyon adı” anahtar olmak üzere ilişkilendirildi. Diğer katmanlar içinde aynı veri ilişkilendirme yöntemi kullanılmıştır.

Arc/INFO ve ArcView, CBS yazılımları ilişkisel veri modelini kullandıklarından, gerçekleştirilen çalışmada ilişkisel veri modeli kullanılmıştır. İlişkisel veri modelinde temel kavram “tablo”dur. Bir tablo satır ve sütunlardan oluşur. İlişkisel veri modeli günümüzde en çok kullanılan veri modelidir. İlişkisel bir veri tabanında varlıklar, öznitelikler ve ilişkilere ait bütün veriler tablolarda bulunur. Tablo sütunlarında varlık ve ilişki tipi öznitelikleri yer alır. Her bir varlığa ait veri ise tablonun ayrı bir satırını oluşturur. Bir varlığa ait veri birden çok tabloda bulunabilir. Veri tekrarının önlenmesi, veri fazlalığının kontrolü veri kazanımının hızlı olabilmesi için, tabloların, “normal formlar” olarak bilinen, belirli formatlara uyması gerekir. İlişkisel veri tabanı tasarımında, bu formları belirleyen kurallara göre bir “normlandırma” yapılarak veri tabanında bulunması gereken tablolar ve öznitelikleri belirlenir [42].

Aşağıdaki şekilde veritabanında bulunacak tabloların tasarımı verilmiştir,

İSTASYON

istasyon_adi	istasyon_no	istasyon_kod	enlem	boylam
--------------	-------------	--------------	-------	--------

OŞİNOGRAFIK VERİ

istasyon_adi	akıntı_hızı	akıntı_yönü	sıcaklık	iletkenlik
--------------	-------------	-------------	----------	------------

bulanıklık	tuzluluk	yoğunluk	basınç	derinlik
------------	----------	----------	--------	----------

DERELER

dere_no	dere_kod	uzunluk	dere_adi	ölçüm_yılı
---------	----------	---------	----------	------------

Ekim	kasım	aralık	ocak	şubat
------	-------	--------	------	-------

Mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz
------	-------	-------	---------	--------

Ağustos	eylül	toplam_akım	ortalama_debi
---------	-------	-------------	---------------

LİMAN

liman_adi	liman_kod	tekne_sayısı	tekne türü	donatan
-----------	-----------	--------------	------------	---------

DERİNLİKLER

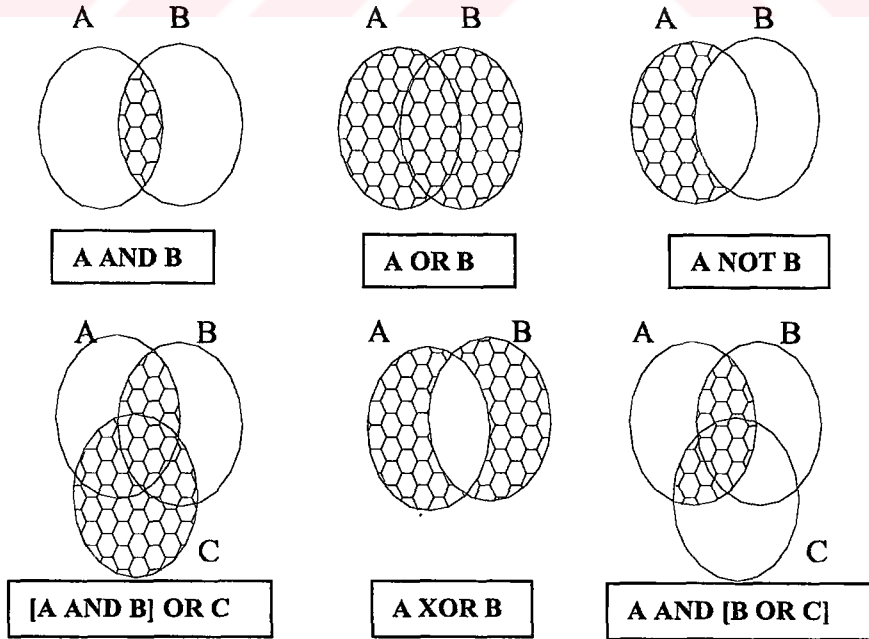
nokta_no	nokta_kod	derinlik
----------	-----------	----------

EŞYÜKSELTİ

eşyükseleti_no	eşyükseleti_kod	yükseklik
----------------	-----------------	-----------

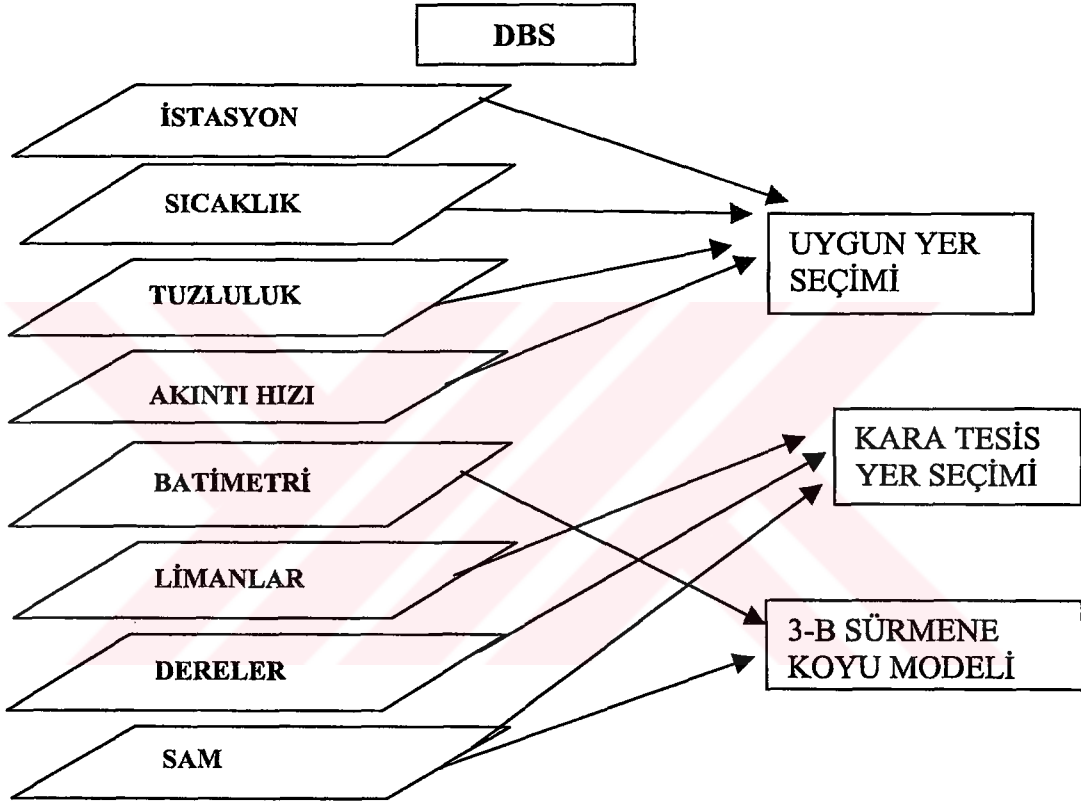
Şekil 17. Tanımsal verilerin saklandığı ilişkisel veri tabloları

Yukarıda verilen temel grafik ve tabular verinin varlığında yeni coğrafi veri katmanları üretilerek çeşitli coğrafi analizler, özellikle "Boolean Cebri" kullanılarak yapılmış ve temel oşinografik verilerin varlığında uygun habitat seçimine yönelik irdelemeler yapılmıştır. Boolean cebri özellikle vektör tabanlı CBS'lerde en çok kullanılan yöntemlerden olup "AND, OR, XOR, NOT" şeklindeki mantıksal koşullara göre işler ve bu kriterlere göre bir sonuç kümesi oluşturur. Aşağıdaki gibi gösterilir;



Şekil 18. Boolean cebir kurallarının Venn diyagramı ile gösterimi

Çalışmanın bundan sonraki kısmında sıra ile aşağıdaki katmanlar kullanılarak daha önce açıklanan IDW interpolasyon yöntemi ile düzensiz noktasal veri setlerinden seçilen çalışma alanı ölçüsünde “grid” katmanları elde edilmiştir. Oluşturulan katmanlardan ArcView yazılımı “Map query” komutu ile istenilen aralıktaki veri değerlerini gösteren alanlar seçilmiş ve bu alanlar yukarıda anlatılan Boolean cebri işlemlerinde kullanılmak üzere vektör yapıya çevrilmiştir. Gerçekleştirilen CBS’ye altlık teşkil eden katmanlar aşağıdaki gibidir;



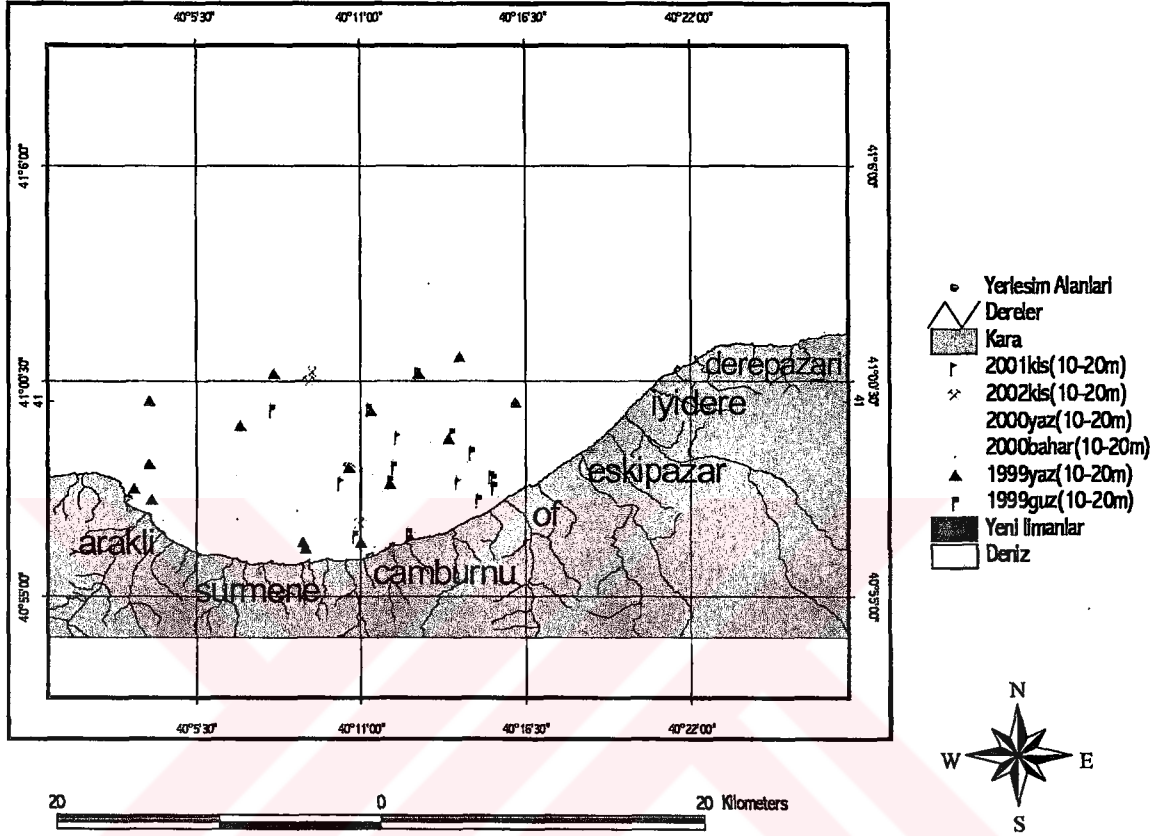
Şekil 19. Kullanılan CBS katmanları ve bunlardan elde edilen ürünler

Bundan sonra örnek bir veri setinin yukarıda anlatılan işlemler doğrultusunda nasıl işlendiği adım adım anlatılacaktır.

2.5.1. Oşinografik Değişkenlerin Tematik Gösterimi ve CBS Analizleri

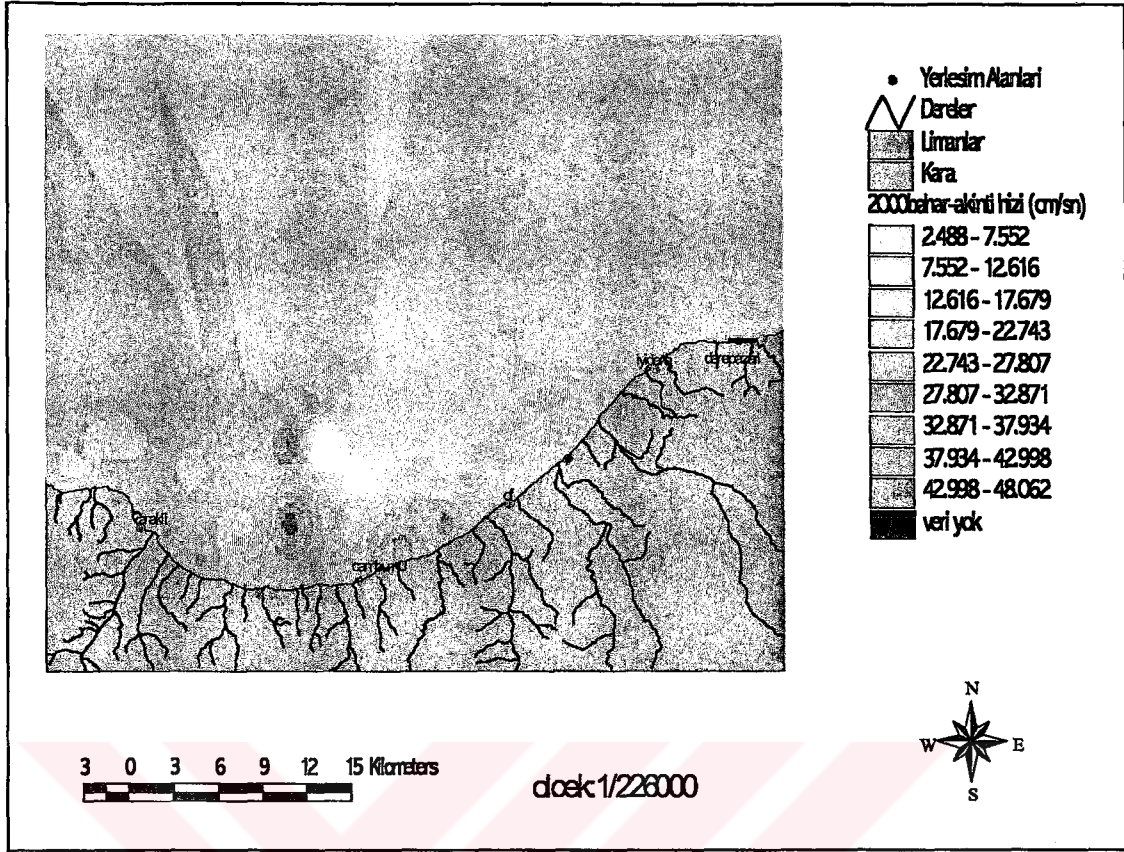
1999-2002 tarihleri arasında R/V K.T.Ü Denar I ile yapılan deniz seferlerinde örnek alınan 73 adet istasyon aşağıda gösterilmiştir. Her bir istasyondan alınan oşinografik

veriler Aanderaa RCM 9 CTD cihazı kullanılarak toplanmıştır. Her bir istasyon kurulan CBS altlıkları üzerine gerçek koordinatlar baz alınarak işaretlenmiştir. Yapılan her bir deniz seferinden sonra veriler düzenli olarak oluşturulan veri tabanına aktarılmaktadır.



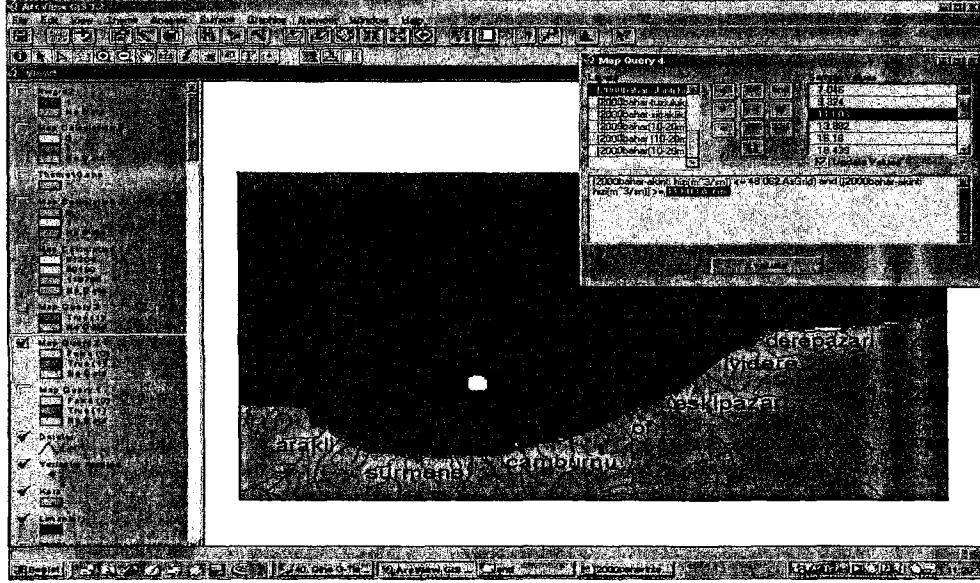
Şekil 20. 1999-2002 periyodunda oşinografik veri toplanan istasyonlar

IDW interpolasyon yöntemi ile nokta şeklindeki istasyonlardan alınan verilerden akıntı hızı, sıcaklık ve tuzluluk parametrelerini temsil eden yüzeyler oluşturulmuştur. Daha sonrasında ArcView CBS yazılımı Map Query modülü kullanılarak yetiştiriciliği yapılması düşünülen türün habitat özellikleri ve değişim sınırlarına göre ilgili alanlar katman bazında sorgulanmıştır. Aşağıda IDW interpolasyon yöntemi ile oluşturulan yüzeyler ve sorgu değişim sınırları verilmiştir. Örnek veri seti olarak 2000 Bahar mevsimine ait veriler kullanılmıştır. Diğer mevsimlere ait veri setleri büyük ölçüde Gökkuşuğu Alabalığının optimum değişim sınırları dışında kalmaktadır. Veri seti değişim aralığını gösteren basit istatistikler ekrandan hemen sorgulanabilmektedir. Veri değişim aralığı optimum değerlerden dışarı doğru artırılıp azaltıldığında diğer mevsimler içinde uygun yer analizi yapılabilmektedir.

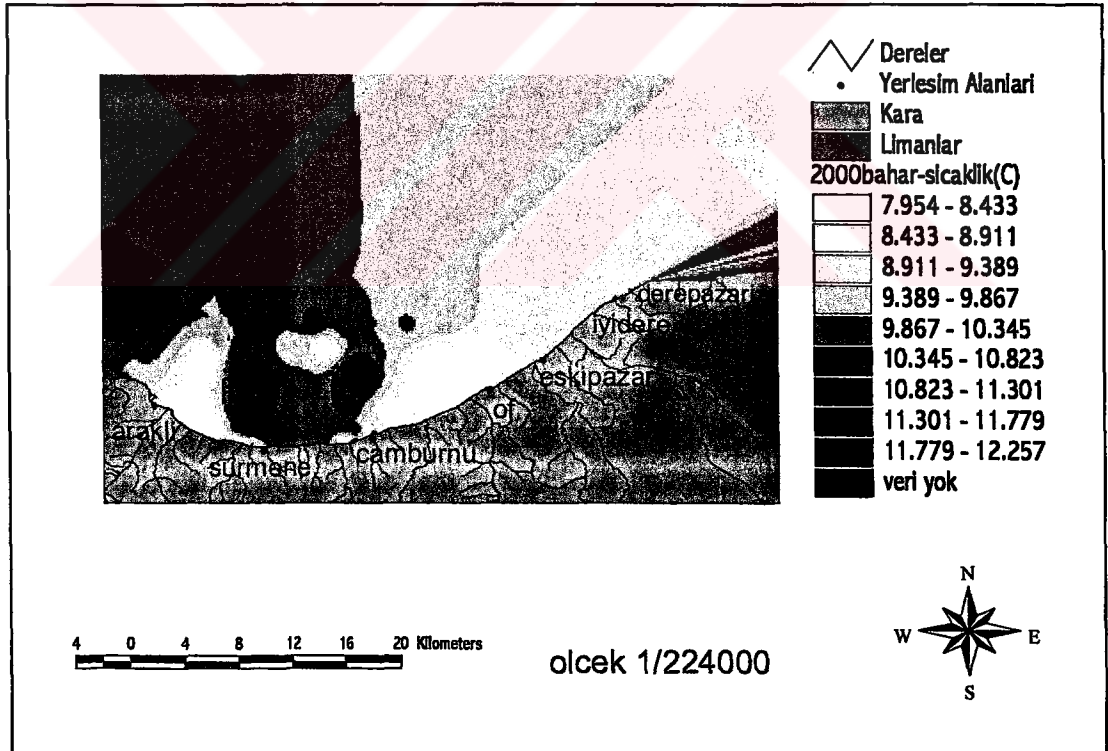


Şekil 21. 2000 yılı bahar mevsimi tematik akıntı hızı haritası

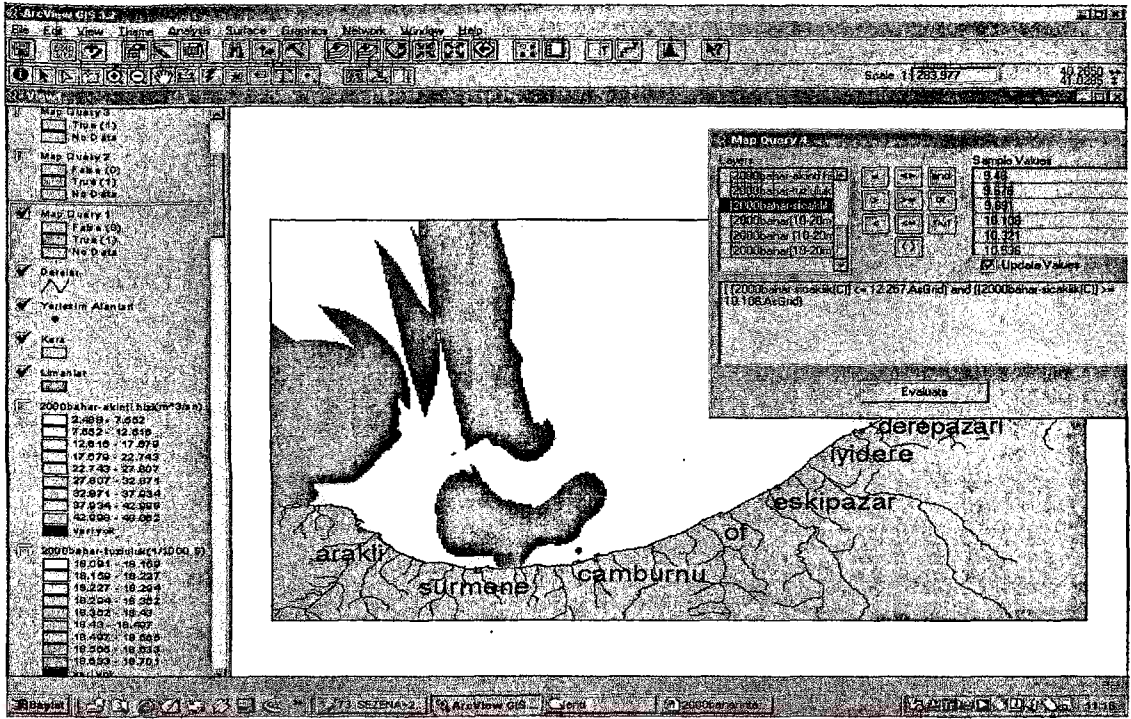
Oluşturulan akıntı hızı gösteren yukarıdaki tematik harita üzerinden Gökkuşuğu Alabalığı için literatürde optimum değer olarak verilen 10 cm/sn ile 50 cm/sn arasındaki alanlar sorgulanmış ve kırmızı ile gösterilen Sürmene Koyu uygun akıntı hızı dağılımı elde edilmiştir. Benzer sorgulamalar sıcaklık 10-15 °C aralığı için sıcaklık haritası üzerinden ve tuzluluk ‰ 19 optimum değeri de tuzluluk haritası üzerinden aşağıdaki gibi sorgulanmıştır.



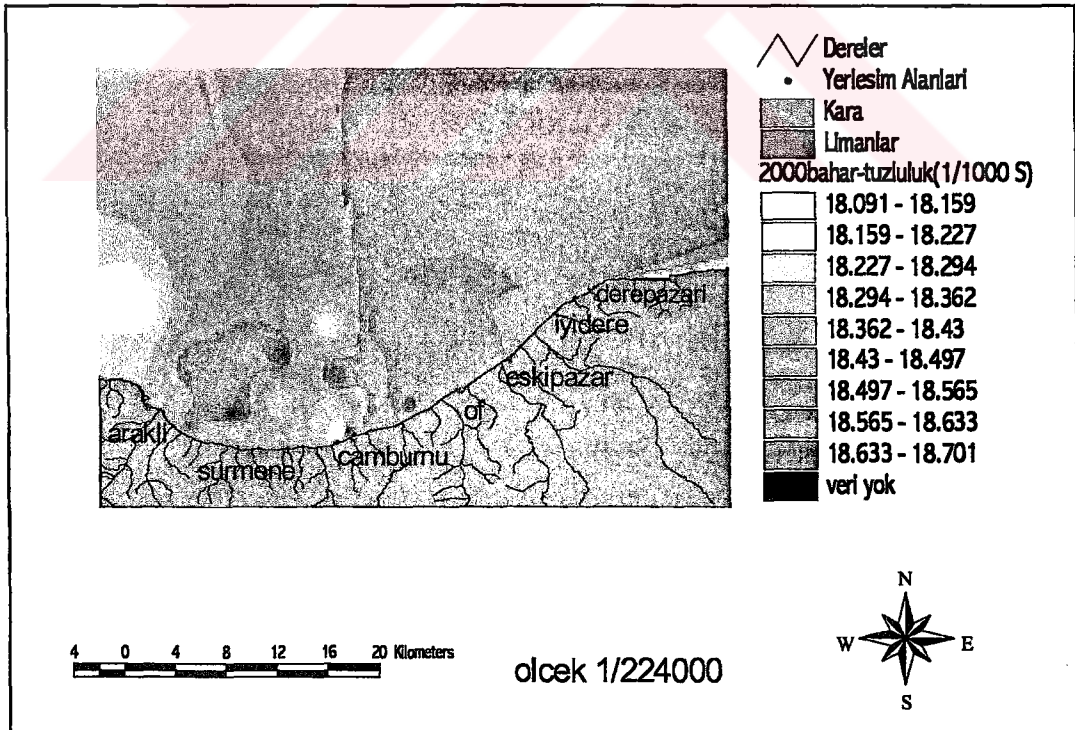
Şekil 22. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi 10-50 cm/sn arasındaki akıntı hızı dağılımı



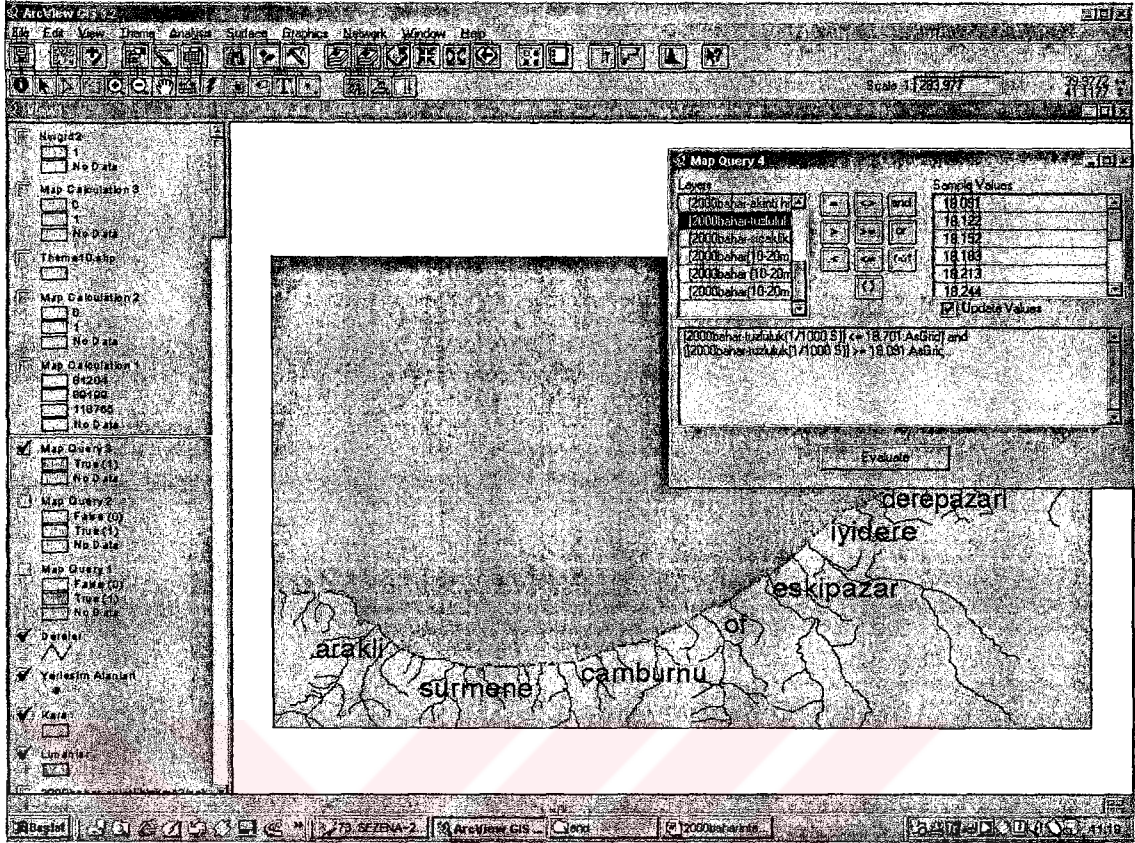
Şekil 23. 2000 bahar mevsimi tematik sıcaklık haritası



Şekil 24. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi 10-15 °C arasındaki sıcaklık dağılımı

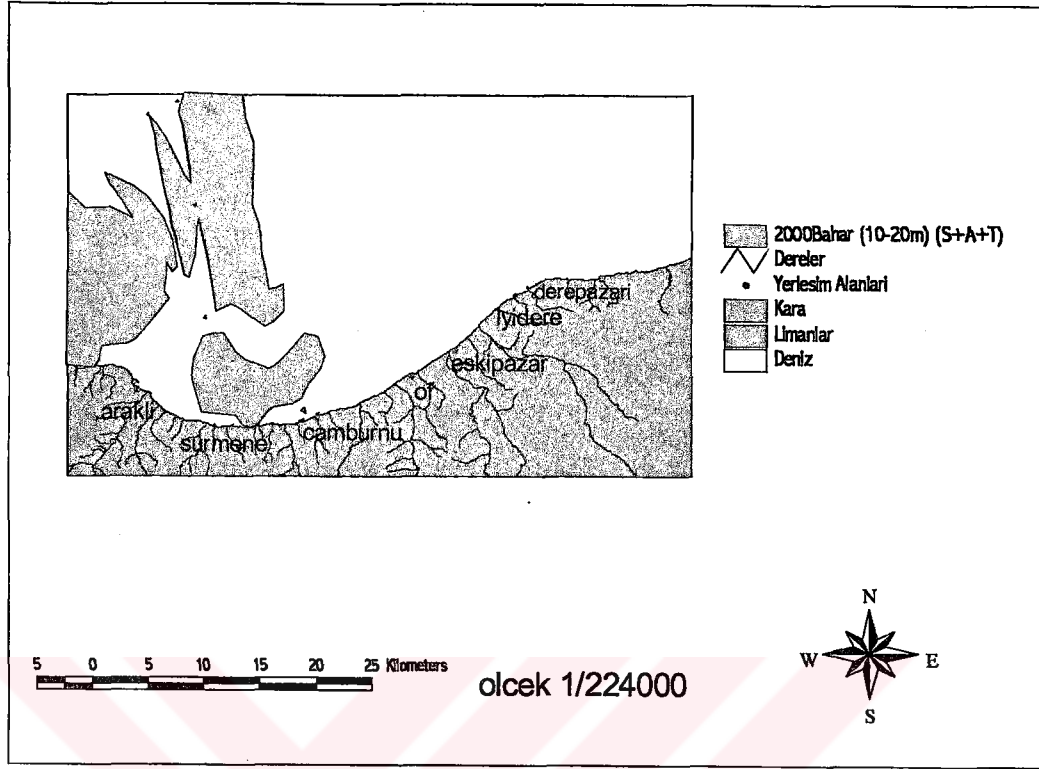


Şekil 25. 2000 bahar mevsimi tematik tuzluluk haritası

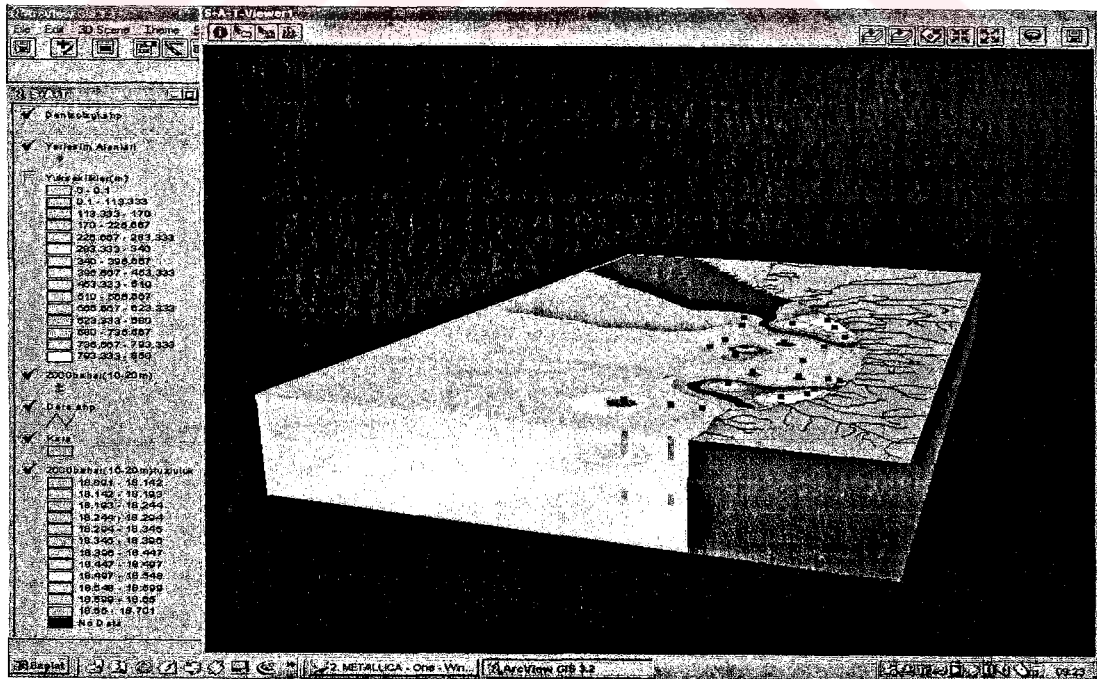


Şekil 26. Sürmene Koyu 2000 bahar mevsimi ~⁰/0019 tuzluluk dağılımı

Yukarıda sıcaklık, tuzluluk ve akıntı hızı sorgu alanları Boolean cebir kuralları ve ArcView “Geo Processing Wizard” modülü, “intersect” komutu kullanılarak kesiştirilmiş ve her üç katmanın ortak alanları sorgu uzayı bağlamında elde edilmiştir. Buna göre aşağıdaki uygun yer seçimi sonuç haritası oluşturulmuştur.



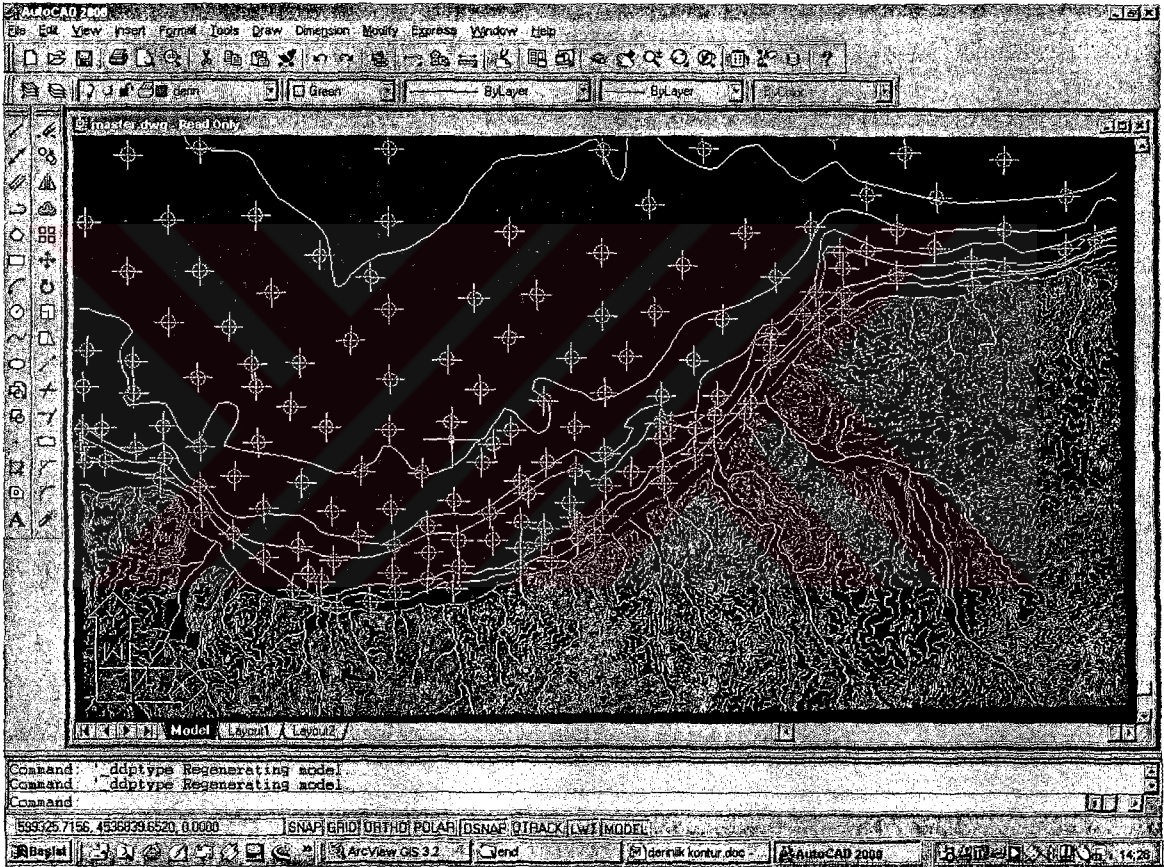
Şekil 27. 2000 bahar mevsimi akıntı hızı, tuzluluk ve sıcaklığa göre alabalık kafes yetiştiriciliği için uygun alanlar



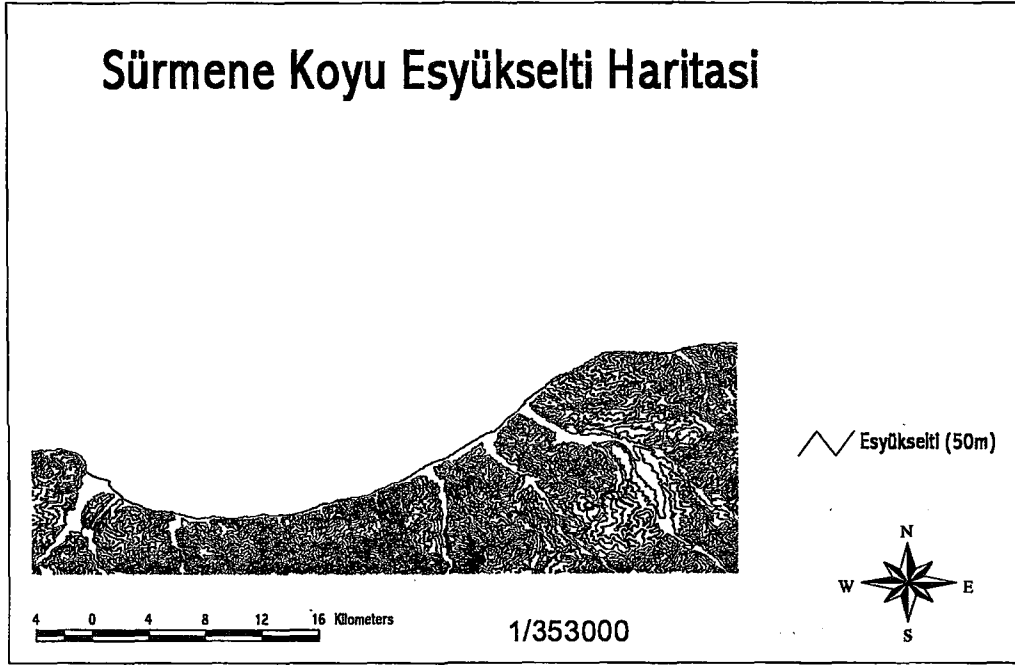
Şekil 28. Sıcaklık, akıntı hızı ve tuzluluk katmanları 3B gösterimi

2.5.2. 3B Sürmene Koyu Modeli

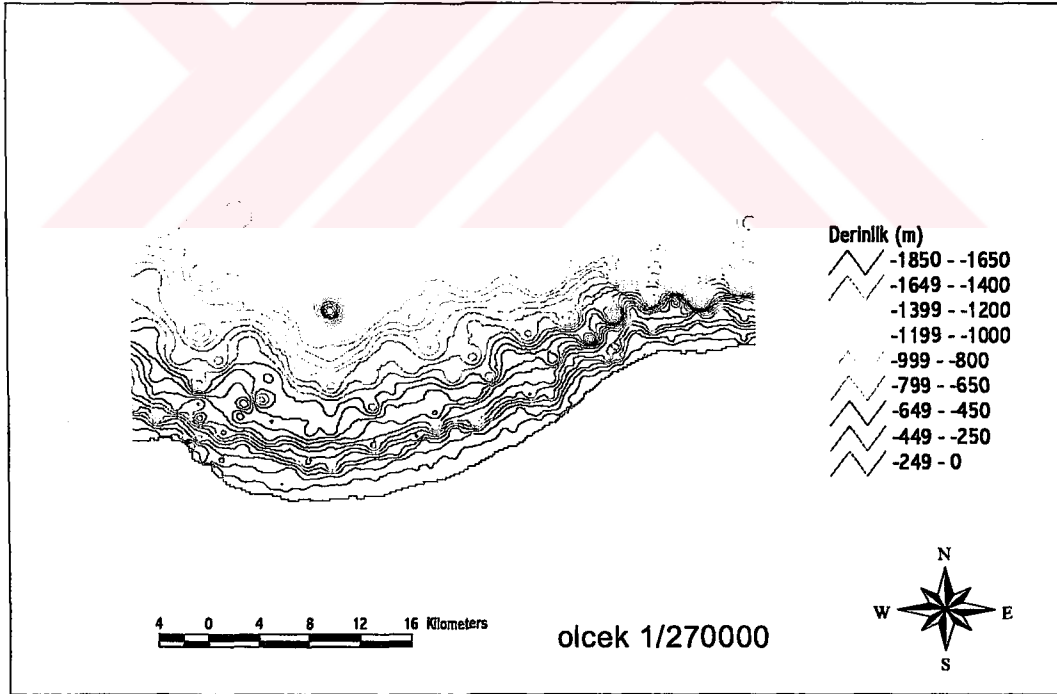
Daha önce 1/25000'lik topoğrafik haritalardan sayısallaştırılıp topolojileri kurulan eş yükseklik eğrileri ArcView ortamına atılarak her bir eğriye gerçek yükseklik değeri verilmiştir. Oluşturulan Sürmene Koyu eş yükselti haritası ArcView 3D Analyst modülü ve "CreateTIN" komutu kullanılarak 3B sayısal arazi modeli (SAM) elde edilmiştir. Benzer işlem deniz kısmı içinde nokta derinlikleri girilerek yapılmış ve 3B deniz dip yapısı oluşturulmuştur. Her iki model birleştirilerek 3B Sürmene Koyu modeli elde edilmiştir.



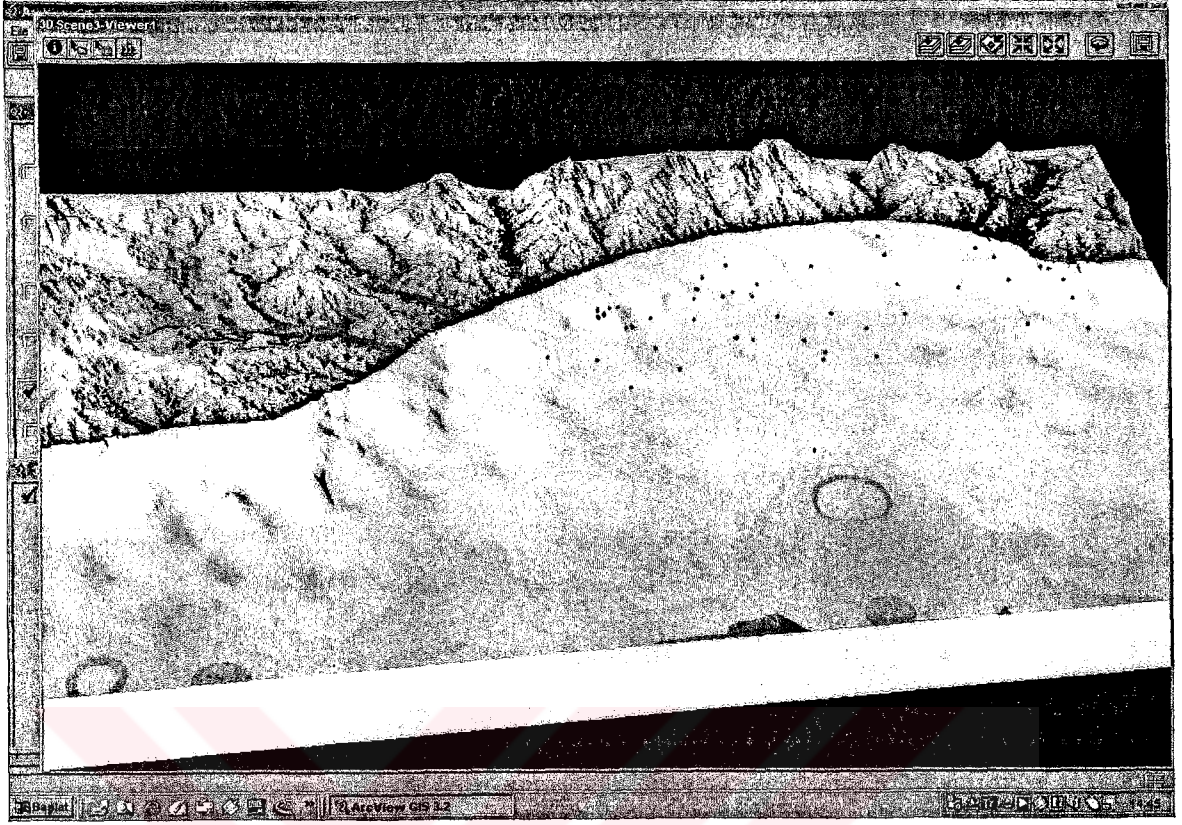
Şekil 29. AutoCAD 2000 ve Calcomp Drawing Board III kullanılarak sayısallaştırılan Sürmene Koyu



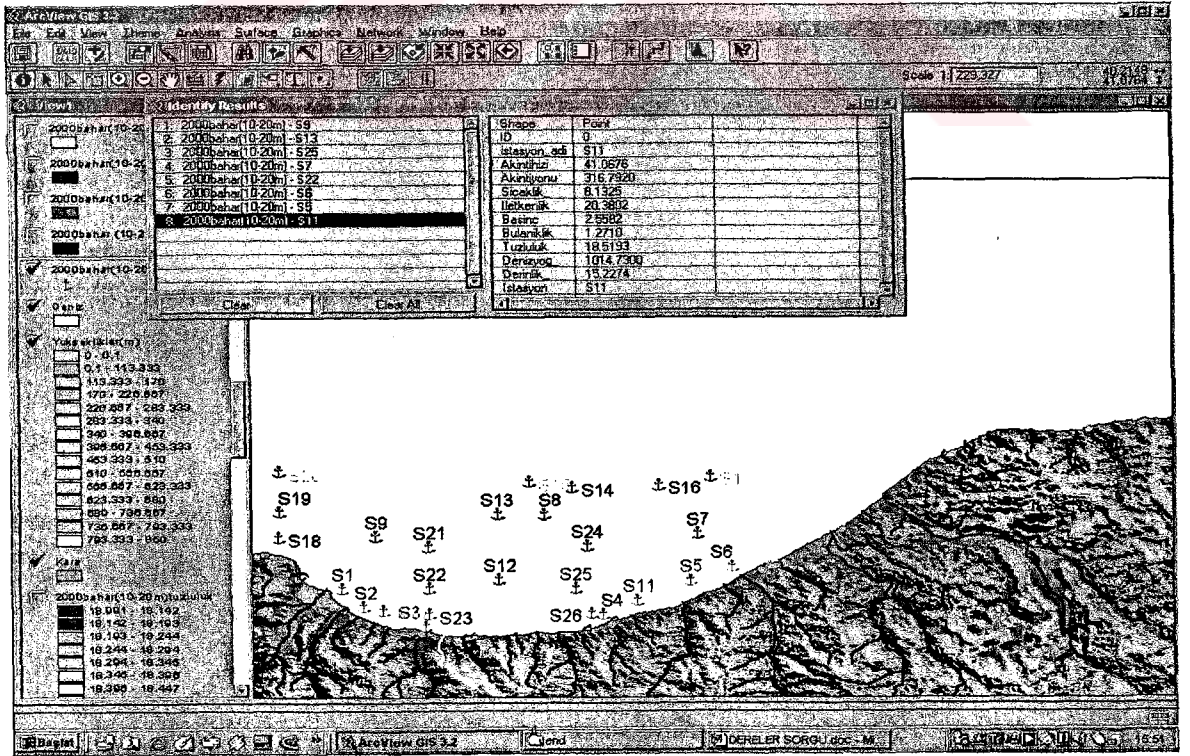
Şekil 30. Sürmene Koyu eşyüksekti haritası



Şekil 31. Sürmene Koyu derinlik eğriler



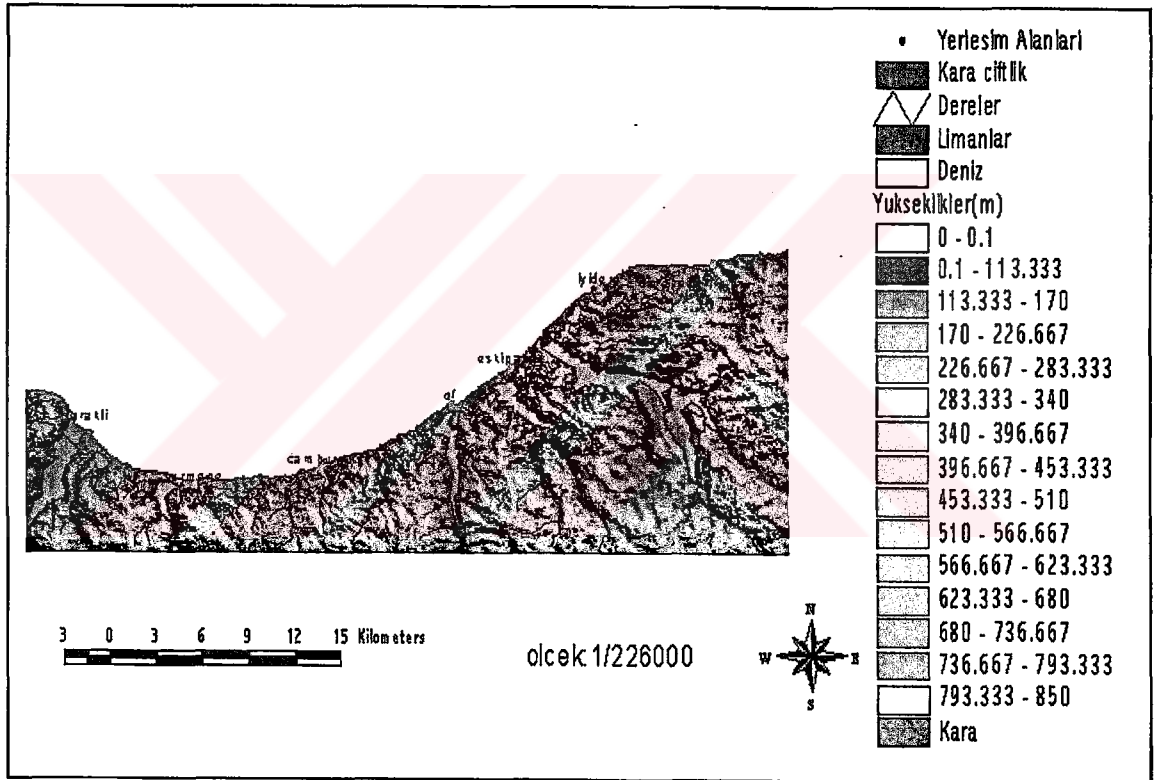
Şekil 32. 3B Sürmene Koyu modeli ve veri istasyonları



Şekil 33. Gerçekleştirilen Sürmene Koyu veritabanı sorgu arayüzü

2.5.3. Karada Tesis Edilecek Alabalık Çiftliği İçin Uygun Yer Seçimi

Sürmene Koyunda tesis edilmesi düşünülen bir alabalık çiftliği için uygun yer seçimine yönelik irdemeler oluşturulan eğim, su kaynaklarına yakınlık (402 m) ve otoyola (kıyıya) yakınlık (1609 m) baz alınarak yapılmıştır. Eğim değeri arazi kazı ve dolgu harcamalarından tasarruf etmek amacı ile ~%22 alınmıştır. Daha fazla veri varlığında sorgu uzayını büyütmek mümkündür. Yukarıda anlatılanlar çerçevesinde Sürmene Koyunda çiftlik için bir çok uygun yer saptanmıştır. Yapılan sorgulamalarda yasal ve diğer çevresel sınırlamalar dikkate alınmamıştır.



Şekil 34. Sürmene Koyu alabalık çiftliği kurmaya uygun alanlar

2.6. Kullanılan Donanım ve Yazılım

Bu çalışmada, K.T.Ü Jeodezi Fotogrametri Bölümü GisLAB donanım ve yazılımları ile kişisel donanım birimleri kullanılmıştır. Kullanılan donanım ve yazılımların özellikleri aşağıdaki gibidir;

Sun Ultra 5 İş İstasyonu:

UltraSPARC-IIi 270MHz RISC İşlemci, 256KB Ön Bellek

UPA/PCI[X3, 32bit, 33MHz], 256MB Bellek, PGX24 Grafik Kartı

SunOS Release 5.6 Version Generic-105181-03

UNIX System® V Release 4.0

IBM PC Pentium III 800 MHz, 128 SD Ram Bellek, 16 MB İntel 8210i Ekran Kartı

IBM PC Pentium IV 1500 MHz, 128 RD Ram Bellek, 16 MB 3B RIVA TNT2 Ekran Kartı

Yazılımlar:

Arc/INFO 8.02 Tam Sürüm

ArcView 3.2

ArcView Spatial Analyst 1.0

ArcView Network Analyst 1.0

ArcView 3D Analyst 1.0

AutoCAD 2000

NetCAD for Windows

DSU Reader5059 Veri Okuma Yazılımı

Diğer Donanımlar:

Calcomp Drawing Board III, 3200 Serisi Sayısallaştırıcı

Epson Perfection Tarayıcı

Aanderaa RCM 9 CTD Ölçer

DSU 2990 Veri Depolama Ünitesi

DSU 2995 Veri Okuma Ünitesi

Magellan 5000 NAV GPS

Magellan 300 Hand Use GPS

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Günümüzde bilgi ve bilgiye dayalı sistemlerin önemi gittikçe artmaktadır. Yapılan bilimsel araştırmalardan elde edilen verilerin güvenli, güncellenebilir ve esnek veritabanlarında saklanması ve gerektiğinde kolay bir şekilde işlenebilmesi için bilgiye dayalı sistemlerden faydalanılabilir. Bu noktada CBS özellikle Amerika ve Kanada başta olmak üzere deniz bilimleri dahil bir çok alanda kullanılmaktadır. Uzaktan Algılama ile birlikte CBS aynı anda çok büyük alanların incelenmesi mümkün olmakta bu da zaman, para ve işgücünden tasarruf ederek elimizin altındaki bilgisayardan bizden uzakta fakat kontrolümüz altındaki veri setlerini yönetmemizi sağlamaktadır. Bu işleyiş özellikle uygulama planı oluştururken karar verme aşamasında son derece faydalı olmaktadır.

CBS ile aynı anda birkaç değişkenin hep birlikte veya ayrı ayrı zamansal ve konumsal olarak irdelenip sorgulanması mümkündür. Yapılan çalışmada da bunu destekleyici bir çok örnek sunulmuştur. Karar destek sistemi olarak oşinografik verilerin nasıl uygun habitat seçiminde kullanılabileceği gösterilmiştir. Burada kullanılan değişkenler, akıntı hızı, tuzluluk ve sıcaklık gibi temel oşinografik verilerdir. Daha bir çok değişken mevsimsel fitoplankton yoğunluğu, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, nitrit-nitrat değerleri gibi canlı deniz hayatını etkileyen bir çok değişken oluşturulan veritabanına aktarılabilir ve sorgu uzayı genişletilip daha iyi sonuçlar üretilebilir.

Yapılan çalışma bir pilot uygulama olduğu için çalışma alanı göreceli olarak dar seçilmiş bu da toplanan oşinografik verilerin böylesi dar bir alanda gösterdiği değişimin çok az olmasına yol açmıştır. Böylesi bir değişim oranı deniz bilimleri ve canlı hayatı açısından tartışmaya açıktır. Örneğin; sıcaklık için tüm koy içinde %0 17'lik bir değişimin nasıl bir etkisi olabilir? Fakat çalışmanın asıl amacı CBS teknolojisinin Deniz Bilimlerine nasıl uygulanacağına yönelik olduğundan bu bir engel olarak görülmemelidir. Çünkü CBS Deniz Bilimlerinde sadece uygun yer seçimi değil, denizel alanların izlenmesi, kıyı yönetimi, balıkçılık yönetimi gibi daha bir çok alanda kullanılabilir.

Yapılan çalışmada deniz ortamı, kullanılan temel harita katmanları ve deniz su bütçesine direk etkisi olan tatlı su kaynağı dereeler, limanlar ve batimetri ile modellenmeye çalışılmıştır. Deniz Bilgi Sistemi (DBS) kavramsal modeli oluşturularak yapılan çalışmalar ışığında CBS'nin Deniz Bilimleri alanında başarı ile uygulanabileceği bulunmuştur.

4. SONUÇLAR

Ülkemizde deniz ve deniz bilimleri yıllarca ihmal edilmiş ve bu konuda gerçekleştirilen çalışmalar büyük oranda ulusal olmaktan öteye gidememiştir. Üç tarafı denizler ile çevrili olan ülkemizde denizlerimizden ulaşım, balıkçılık, turizm, taşımacılık ve alternatif enerji kaynakları alanında daha çok faydalanmamız gerekmektedir. Bu amaçla şimdiye kadar toplanan bilimsel verilerin ulusal ölçekte oluşturulacak veri tabanlarında saklanması gerekmektedir. Böylesi bir projeyi gerçekleştirmenin şüphesiz ilk adımlarını araştırma kurumları atacaktır. Bu amaçla bölgesel bazda pilot projelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Böylesi bir örnek çalışma teşkil etmesi açısından Sürmene Koyu çalışma alanı seçilerek, oluşturulacak Deniz Bilgi Sistemi için gerekli altlıklar modellenmeye çalışılmıştır. Ayrıca IDW (Ters Mesafe Ağırlıklandırması) interpolasyon yöntemi kullanılarak Sürmene Koyunda Gökkuşuğu Alabalığı yetiştirmek amaçlı, deniz kafes ve karada tesis edilecek çiftlikler için en uygun yer seçimi problemi araştırılmıştır. Sürmene Koyu'nda 1999-2002 yılları arasında toplanan oşinografik veri setlerinin (sıcaklık, tuzluluk, akıntı hızı) mevsimsel değişim sınırları, canlıların literatürde verilen optimum değer aralıklarının bahar mevsimi hariç dışında kalmaktadır. Buda Sürmene Koyu için en uygun yer seçiminin sadece bahar mevsiminde yapılabileceği fikrini doğurmuştur. Ayrıca yapılan çalışmalarda deniz suyu sıcaklığının kullanılan değerlendirme parametreleri arasında en uygun yer seçimi için belirleyici değişken olduğu saptanmıştır. Fakat söz konusu türün ortama adapte olduğu düşünüldüğünde ve literatürde verilen optimum sınırlar biraz genişletildiğinde (10-20m) derinlik zonunda tüm yıl Sürmene Koyunda kafes balıkçılığı için en uygun yer seçimi değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Karada kurulacak bir çiftlik için en uygun yer seçimi problemi, Sürmene Koyuna ait 3B sayısal arazi modelinden üretilen eğim ve bakı haritaları ile bunların su kaynaklarına yakınlığı, otoyola olan uzaklıklar göz önüne alınarak saptanmaya çalışılmıştır. Sürmene Koyunda kıyından 1609 m uzakta, dere ağına 402 m mesafede ve eğimi %22'den düşük alanlar sorgulanmıştır. Elde edilen sonuç haritasında Sürmene Koyunun su kaynakları, arazi eğimi ve yola yakınlık açısından genelde alabalık çiftlik yatırımına uygun olduğu ve saptanan alanlar içinde günümüzde de halihazır balık çiftliklerinin olduğu görülmüştür.

5. ÖNERİLER

Ülkemizde tüm dünyada olduğu gibi Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bir çok alanda uygulamalarını görmekteyiz. Bununla birlikte deniz bilimleri alanındaki uygulamalar son derece sınırlı kalmaktadır. Denizel kaynakları daha verimli kullanmanın yolu, denizlerimizi daha iyi tanımakla sağlanabilir.

Denizel kaynakları yönetmek amacı ile oluşturulacak veritabanı yönetim sistemleri, öncelikle çok farklı disiplinlerin entegrasyonunu gerektirmektedir. CBS teknolojisi deniz bilimleri alanında farklı meslek gruplarından insanların istihdam edilmesini yada büyük bilimsel projelerde bir araya getirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Ulusal bir Deniz Bilgi Sistemi (DBS) gerçekleştirmeye yönelik atılacak adımlar ve gerçekleştirilecek projelerde uluslararası standartlar dikkate alınmalıdır. Deniz bilgi sisteminin özellikle karar destek aşamasında sağlayacağı faydalar zaman ve para israfını azaltacağından ulusal boyutta fayda sağlanacaktır. Yapılan çalışma, CBS'nin deniz bilimleri alanında denizel alanların izlenmesi, sorgulama ve analiz kapsamında bir karar destek sistemi olarak nasıl kullanılabileceğine yöneliktir. Bilgi sistemi kavramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, gerçekleştirilen çalışma tümüyle yeterli değildir. Ancak yinede çalışma sırasında edilen bilgi ve karşılaşılan zorluklar göz önüne alındığında aşağıda sayılan eksikliklerin giderilmesi ve daha büyük yatırımların CBS projelerine ayrılması ile ulusal manada bir DBS oluşturulması mümkün görülmektedir. Bunun için;

- 1) Denizel canlılık ve doğal kaynak üretimini direk etkileyen oşinografik parametrelerin toplanıp güncelleştirilebilen bir veri tabanında saklanması gerekir.
- 2) Ulusal ve bölgesel balıkçılık faaliyetleri ile ilgili tüm bilgilerin oluşturulan veri tabanına aktarılması gerekmektedir. İlgili veri tabanında birincil üretim dahil, tür bilgisi, avcılık oranı, tekne sayısı, motor gücü, av verileri, yıllık sağlanan gelir, direk ve dolaylı ülke ekonomisine katkı oranı, gibi birçok değişken parametre göz önüne alınmalıdır.
- 3) Etkin bir kayıt ve kontrol sistemi ile tüm ülke münhasır ekonomik bölge balıkçılığımızın uydu gözlemlerinden de faydalanılarak izlenmesi gereği mevcuttur.
- 4) Yukarıda sayılanların gerçekleşmesi için, uzman işgücü, dananım ve yazılıma ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

1. Minns, C.K., Randall, R.G., Moore, J.E., Cairns, V.W., A Model Simulating the Impact of Habitat Supply Limits on Northern Pike, *Esox lucius*, in Hamilton Harbour, Lake Ontario, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 53, 1996, 20-34.
2. Yomralıoğlu, T., Akça, M.D., Çevresel Bilgi Sistemleri için Model Altlık Tasarımı: Trabzon Değirmendere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, Ekim 1999, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 297-306.
3. Bartlett D.J., Explorations in Geographic Information Systems Technology, Applications in Coastal Zone Research and Management, Martin, Volume3, UNITAR, Worcester, USA, 1995.
4. Meaden, G.J., GIS in Fisheries Science: Foundations for new millenium, The First International Symposium on GIS in Fishery Science, March 1999, Washington, U.S.A., Proceedings of The first international symposium on GIS in Fishery Science, 2-3.
5. Stanbury, K.B., Starr, R.M., Applications of Geographic Information Systems (GIS) to Habitat Assesment and Marine Resource Management, Oceanologica ACTA, Vol 22, 1999, 699-703.
6. Clarke, K.C., Getting Started with Geographic Information Systems, Second Edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1999.
7. Güzel, G., Bilgisayar Destekli Haritacılık Çalışmaları, Haritacılık Dergisi, Kasım 1994, 30-31.
8. Ana Britannica Genel Kültür Ansiklopedisi, Ana Yayıncılık, 1986.
9. Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, 1987.
10. Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri, 1. Baskı, Seçil ofset, İstanbul, 2000.
11. Taştan, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri, Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin (AKBİS) Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1991.
12. Yomralıoğlu, T., Çelik, K., GIS?, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 21-32.
13. Müller, J.C., Langrange, J.P., Weibel, R., GIS and Generalization, First Edition, USA Taylor & Francis, Bristol, 1995.
14. Burrough, P.A., Principles of Geographical Information Systems, Clarendon Press, Oxford, 1986.

15. Osundwa, J., the Role of Spatial Information in Natural Resource Management, International Conference on Spatial Information for Sustainable Development, October 2001, Nairobi, Proceedings of International Conference on Spatial Information for Sustainable Development, 2-8.
16. Huxhold, W.E., Levinsohn, A.G., Managing Geographic Information Projects, First Edition, Oxford University Press, New York, 1995.
17. Yıldırım, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri, CBS ve Uzaktan Algılama Kursu Ders Notları, TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Nisan 1994, 36-55.
18. Berry, K.J., Fundamental Operations in Computer-Assisted Map Analysis, International Journal of Geographical Information Systems, Volume 1, 1987, 119-136.
19. İspir, E., Uzaktan Algılama Yöntemi ile Sığla Ormanlarının Değişim Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2000.
20. Beşdok, E., Yerel Yönetimlerde CBS Destekli Proje Planlaması ve Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1998.
21. Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H., Toz, G., Veriden Bilgiye Coğrafi Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim 1996, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 22-28.
22. ESRI, ARC/INFO Data Management, ESRI Inc., Redlands, USA, 1994.
23. Akça, M.D., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Çevresel Verilerin Modellenmesi: Trabzon Değirmendere Vadisi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2000.
24. Bahr, H.P., Clarke, K., Couclelis, H., Craglia, M., Donnay, J.P., Onsrud, H., Salge, F. Geographic Information Research, Taylor&Francis Ltd., Essex, 1997.
25. Eastman, R.J., Guide to GIS and Image Processing, Vol1, Clark Labs., Worcester, 1999 .
26. George, B., Korte, P.E., Understanding the Value and Implementation of Geographic Information Systems, 4th Edition, OnWord Press, Santa Fe, 1997.
27. Wolf, P.R., Dewitt, B.A., Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, 3rd Edition, McGraw-Hill Book Co., New York, 2000.
28. Martin, K.S., Explorations in Geographic Information Systems Technology, Applications in Coastal Zone Research and Management, Volume3, UNITAR, Worcester, USA, 1995.
29. Wright, D., Bartlett D. Marine and Coastal Geographic Information Systems, Taylor&Francis, London, 2001.

30. Nishida, T., Hollingworth, C.E., Kailola P.J., GIS in Fisheries Science, Proceedings of The First International Symposium on GIS in Fisheries Science, Fisheries GIS Research Group c/o Environmental Simulation Laboratory, Seattle, 2001.
31. T.C. Başbakanlık, Ulusal Bilgi Sistemi, Mayıs 2000, Ankara, 1-11.
32. Burrough, P.A., GIS and Geostatistics, Environmental and Ecological Statistics, Volume 8, 2001, 361-377.
33. Berry, J.K., Introduction to GIS Modeling, GEOG 3160, University of Denver, 2000.
34. Kitsiou, D., Karydis, M., Categorical Mapping of Marine Eutrophication Based on Ecological Indices, the Science of Total Environment, No. 255, 2000, 113-127.
35. Erüz, C. Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Su Kütleleri ve Askıda Katı Maddenin Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1999.
36. Meaden, G.J., Kapetsky, J.M., Geographic Information Systems and Remote Sensing in Inland Fisheries and Aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper 318, Rome, 1991.
37. Ross, L.G., Mendoza, E.A., Beveridge M.C.M., The Application of Geographic Information Systems to Site Selection for Coastal Aquaculture: An Example Based on Salmonid Cage Culture, Aquaculture, Vol.112, 1993, 165-178.
38. Minns, C.K., Bakelaar, C.N., A Method for Quantifying the Supply of Suitable Habitat for Fish Stocks in Lake Erie, State of Lake Erie, Ecovision World Monograph Series, 1999, 481-496.
39. Minns C.K., Doka, S.E., Bakelaar, C.N., Brunette, P.C., Schertzer, W.M., Identifying Habitats Essential for Pike *Esox lucius* L. In the Long Point Region of Lake Erie: A Suitable Supply Approach, American Fisheries Society Symposium, 1999, Iowa, Volume 22, 363-382.
40. Mumby, P.J., Harborne, A.R., Development Systematic Classification Scheme of Marine Habitats to Facilitate Regional Management and Mapping of Caribbean Coral Reefs, Biological Conservation, Volume 88, 1999, 155-163.
41. Beveridge, M., Cage Aquaculture, Second Edition, Blackwell Science Ltd., London, 1996.
42. Cömert, Ç., Bostancı H.T., Kentsel Geliştirme Projeleri için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağanos Dere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, Trabzon, 1999, Bildiriler Kitabı, 273-285.

ÖZGEÇMİŞ

15.01.1975 tarihinde Mardin-Merkez ilçesinde 8 çocuklu bir ailenin 4. çocuğu olarak doğdu. İlk öğrenimini Mardin' de tamamladıktan sonra, orta ve lise öğrenimini İstanbul' da tamamladı. 1992 yılında Trakya Üniversitesi Gümrük İşletme bölümüne girdi. 1994 yılında aynı bölümden başarı ile mezun oldu. 1994 yılında K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümünde okumaya hak kazandı. Aynı bölümden 1998 yılında başarı ile mezun oldu. 1999-2000 eğitim-öğretim yılında, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2000 Ekim tarihinde K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü' e araştırma görevlisi olarak atandı, halen aynı bölümde görevini sürdürmektedir. Yazar İngilizce bilmektedir.



**TC İZMİR ÖZGÜRLEME KURULU
DOKÜMAN YAYIN MERKEZİ**