

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ORMAN AMENAJMAN PLANI
HARİTALARININ YAPIMI

Orm. Müh. Mehmet MISIR

38407

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

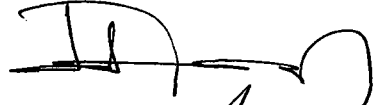
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 01.08.1995

Tezin Savunma Tarihi : 01.09.1995

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Selahaattin KÖSE



Jüri Üyesi : Prof. Dr. Fikret KAPUCU



Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Emin Zeki BAŞKENT



Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN



Ağustos 1995

TRABZON

ÖNSÖZ

Orman amenajman planları, orman amenajman heyetlerinin, büroda, arazide ve tekrar büroda gerçekleştirdikleri bir dizi çalışma sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmalar, oldukça zaman, para ve emek gerektirmektedir. Bugün ülkemiz orman varlığı 20.2 milyon hektar olup, planlarının 10 yılda bir yenilenmesi gerektiği düşünülürse, yılda yaklaşık olarak 2 milyon hektar ormanlık alanın planının yapılması gerekmektedir. Ancak, Türkiye’de halen 7.5 milyon hektar ormanlık alanın, amenajman planı mevcut değildir.

Bu sorunlara çözüm getirmeyi amaçlayan, “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Amenajman Planı Haritalarının Yapımı” adlı bu çalışma, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Coğrafi bilgi sistemleri gibi, dünyada oldukça güncel ve özellikle ormancılığımız açısından da oldukça önemli olan bir konuda bana çalışma olanağı sağlayan, çalışmanın her aşamasında yakın ilgi ve desteği ile çalışmalarımı yönlendiren Sayın Hocam Doç.Dr. Selahattin KÖSE’ye sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Değerli görüş ve önerileri ile çalışmamı yönlendiren Sayın Hocam Prof.Dr. Fikret KAPUCU’ya ve çalışmam sırasında, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, değerli görüş ve bilgileri hiç bir zaman benden esirgemeyen Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Emin Zeki BAŞKENT’e sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir görev bilirim.

Ayrıca, Çalışmamın çeşitli aşamalarında, bölümünün imkanlarından faydalanmama olanak sağlayan Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Gürol BANGER’e teşekkürü bir borç bilirim.

Yine bilgisayar çalışmalarında ve haritaların sayısallaştırılması işlemlerindeki yardımlarından ötürü Uzman Bilal KINAY’a da teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Ağustos 1995

Mehmet MISIR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
Önsöz	II
İçindekiler	III
Türkçe Özet	VIII
İngilizce Özet	IX
Şekil Listesi	X
Tablo Listesi	XI
Ek Şekil Listesi	XII
Ek Tablo Listesi	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Temel Kavramlar	2
1.3. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması	5
1.3.1. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri	5
1.3.2. Konumsal Bilgi Sistemleri	6
1.3.2.1. Konumsal Bilgi Sistemlerinin Uygulama Alanları	6
1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri	7
1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Ne Değildir	8
1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihçesi	11
1.4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Diğer Bilgi Sistemleri Arasındaki Yeri	13
1.4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkındaki Görüşler	15
1.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları	16
1.5. Coğrafi Bilgi Sistemi İle Gerçekleştirilebilecek Analizler	17
1.5.1. Konumsal Sorgulama	18
1.5.1.1. Grafik Bilgilerinden, Grafik Olmayan Bilgilerin Sorgulanması	18

	Sayfa No
1.5.1.2. Grafik Olmayan Bilgilerden, Grafik Bilgileri Sorgulama	18
1.5.1.3. Grafik Olmayan Bilgilerden, Grafik Olmayan Bilgileri Sorgulama	19
1.5.2. Konumsal Analiz	19
1.5.2.1. Coğrafi Birleştirme	19
1.5.2.1.1. Nokta Detayların, Alan Detaylarla Birleştirilmesi	19
1.5.2.1.2. Çizgi Detayların, Alan Detaylarla Birleştirilmesi	19
1.5.2.1.3. Alan Detayların, Alan Detaylarla Birleştirilmesi	20
1.5.2.2. Yakınlık Analizi	20
1.5.3. Sınır İşlemleri	21
1.5.4. Ağ Analizi	21
1.5.5. Sayısal Arazi Analizi	21
1.5.6. Ölçme ve Geometrik Hesaplar	22
1.5.7. İstatistik Analiz	23
1.5.8. Grid Analizi	23
1.5.8.1. Optimum Koridor Belirleme	23
1.5.8.2. Modellendirme ve Simülasyon	23
1.5.8.3. Komşuluk Analizi	23
1.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yapısı	23
1.6.1. Coğrafi Veri	24
1.6.1.1. Veri Yapıları	25
1.6.1.1.1. Raster Veri Yapısı	25
1.6.1.1.2. Vektör Veri Yapısı	26
1.6.1.2. Veri Kaynakları	27
1.6.1.3. Veri Toplama Yöntemleri	29
1.6.1.3.1. Sayısallaştırma	29
1.6.1.3.1.1. El ile Sayısallaştırma	29
1.6.1.3.1.2. Otomatik Sayısallaştırma	30
1.6.1.3.2. Tarama	31
1.6.1.3.2.1. Optik Mekanik Tarama.....	31
1.6.1.3.2.2. Doğrusal Fotoid ve CCD ile Tarama	31
1.6.1.3.3. Video Sayısallaştırma	31

	Sayfa No
1.6.1.3.4. Uzaktan Algılama	32
1.6.1.3.5. Fotogrametrik Yöntemlerle Veri Toplama	33
1.6.1.3.6. Coğrafi Verilerin Doğrudan Araziden Toplanması	34
1.6.1.3.6.1. Totalstation	34
1.6.1.3.6.2. GPS (Global Yer Belirleme Sistemleri)	34
1.6.1.3.7. Alfa Sayısal Bilgi Girişi	35
1.6.1.3.8. Hazır Sayısal Bilgi Kütüğü İthali	35
1.6.2. Donanım	35
1.6.2.1. Veri Giriş Elemanları	35
1.6.2.1.1. Sayısallaştırıcılar	36
1.6.2.1.1.1. El ile Sayısallaştırıcılar	36
1.6.2.1.1.2. Otomatik Sayısallaştırıcılar	38
1.6.2.1.2. Fotogrametrik Sayısallaştırıcılar	39
1.6.2.2. Veri Toplama ve İşleme Elemanları	39
1.6.2.3. Veri Sunuş Elemanları	39
1.6.3. Yazılım	39
1.6.3.1. Veri Girişi ve Doğrulama Yazılımları	42
1.6.3.2. Coğrafi Veri Tabanı ve Yönetimi Yazılımları	42
1.6.3.2.1. Veri Depolama Teknikleri	45
1.6.3.2.1.1 Raster Veri Depolama Teknikleri	45
1.6.3.2.1.1.1. Matris Kodlama Yöntemi	45
1.6.3.2.1.1.2. Zincir Kodlama Yöntemi	46
1.6.3.2.1.1.3. Eş Tarama Uzunluğu Kodları Yöntemi	46
1.6.3.2.1.1.4. Blok Kodları Yöntemi	46
1.6.3.2.1.1.5. Dörtlü Ağaç Yapı	47
1.6.3.2.1.1.6. Altıgen Depolama Yöntemi	47
1.6.3.2.1.2. Vektör Veri Depolama Teknikleri	47
1.6.3.2.1.2.1. Yapisallaştırılmış Vektör Veri	47
1.6.3.2.1.2.2. Sphagetti Veri Yapısı	48
1.6.3.2.1.2.3. Kenar Düğüm Veri Yapısı	48
1.6.3.2.1.2.4. Topolojik Kenar Düğüm Veri Yapısı	48

	Sayfa No
1.6.3.2.1.2.5. Tam Topolojik Kenar Dügüm Veri Yapısı	49
1.6.3.3. Coğrafi Veri Dönüşümü Yazılımı	49
1.6.3.4. Sorgulama Yazılımları	49
1.6.3.5. Bilgi Sunuş Yazılımları	49
1.6.4. İnsan	50
1.7. Coğrafi Bilgi Sistemelerinde Kar/Maliyet İlişkisi	51
1.8. Günümüzde Orman Amenajman Planlarını Düzenlenmesi	52
1.9. Araştırma Alanının Tanıtımı	54
2. TEORİK ÇALIŞMA	56
2.1. Materyal	56
2.2. Yöntem	56
2.2.1. Verilerin Bilgisayara Girilmesi	57
2.2.1.1. Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	57
2.2.1.2. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması	58
2.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi	58
3. BULGULAR	60
3.1. Planlama Birimine İlişkin Bulgular	60
3.2. Ladin İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular	63
3.3. Kayın İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular	66
3.4. Koruma İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular	68
3.5. Kızılağaç İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular	69
4. TARTIŞMA	71
4.1. Planlama Birimi Alanına İlişkin Bulguların Tartışılması	71
4.2. Ladin İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması	71
4.3. Kayın İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması	72
4.4. Kızılağaç İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması	72
4.5. Koruna İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması	73

	Sayfa No
5. SONUÇLAR	74
6. ÖNERİLER	76
7. KAYNAKLAR	78
8. EKLER	82
8.1. Ek Tablolar	82
8.2. Ek Şekiller	86
9. ÖZGEÇMİŞ	92



ÖZET

Kendini yenileyen doğal kaynaklardan biri olarak kabul edilen ormanların, bu özelliğinin korunması ancak, düzenli ve sürekli bir işletmecilikle söz konusudur. Ancak böyle bir işletmecilikle, toplumun giderek artan orman ürünleri gereksinimi karşılanabilir ve aynı zamanda, ormanların kendi bünyeleri ile sunduğu çeşitli fonksiyonlardan toplumun faydalanması sağlanabilir. Ormanlardan bu şekilde düzenli ve sürekli bir faydalanmanın planlanmasının ana unsuru, orman amenajman planlarıdır.

“Kullanıcıların daha doğru karar vermesi, üretimi arttırması ve böylece zaman, para ve işgücü tasarrufu sağlması amacıyla, oldukça çok sayıdaki mekansal veri ve bunlara ilişkin özniteliklerin toplanması, depolanması, idaresi, sorgulanması, analizi ve sunulması için biraraya getirilmiş bilgisayar yazılımı, donanımı ve coğrafi bilgi sistemi personelinin oluşan bir bütün” (4), olarak tanımlanan coğrafi bilgi sistemlerinin, orman amenajman planlarının yapımında kullanılmasıyla, ormanların zaman boyutunda planlanmasının yanısıra planlamalara mekansal boyut da kazandırılabilir.

Bu amaçla yaklaşık 8000 hektarlık bir alanı kapsayan Ormanüstü planlama birimi, araştırma objesi olarak seçilmiştir. Bu alana ait grafik ve grafik olmayan veriler bilgisayar ortamına girilerek, coğrafi bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO programı kullanılarak, depolanan bu bilgiler yardımıyla, gerekli analiz işlemleri gerçekleştirilerek, orman amenajman planlarında yer alan meşcere tipleri, yaş sınıfları, bonitet, kesim planı gibi haritalar ile, planlarda yer almayan, ağaç serveti haritaları ve araştırma alanına ait eğim haritaları da oluşturulmuştur.

Bu çalışma ile orman amenajman planı haritalarının tümü bilgisayar ortamında sayısal olarak elde edilmiştir. Daha sonra oluşturulan bu haritalar ve bilgisayar ortamına girilen, diğer grafik olmayan bilgilerden de yararlanılarak araştırma alanına ait Orman Amenajman Planı'nın yapımı gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman Amenajman Planı, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Veri Tabanı, Grafik Veri, Grafik Olmayan Veri

Preparation Of The Forest Management Planning Maps With Geographical Information Systems

SUMMARY

Forests are accepted by one of the natural resources. Protection of characteristics of the forests is created by a continuous and tidy management, only. Forest products necessity of the people which is getting increasing can compensated by such a management. At the same time, people can improved by several functions are offered by forest's own constitution. The main property of such planning the improving as a continuous and tidy of the forests is forest management plans.

True decision of users, increasing the production and however saving time, money and human force and an organizing collection of the computer hardware, software, geographical data, and personal designed to efficiently capture, store, update, manipulate, analyse, and display all forms of geographically referenced information.

Accordingly, Ormanüstü planning unit which is contain about 6000 hectares field has been chosen as a searching object. A geographical data base has been created by entering the graphical and non-graphical datas which belong to this field into the computer. These information are stored by using ARC/INFO programme that is a geographical information system software. Nevertheless the necessary analysing procedure is created and as stand types, age classes, productivity, cutting plan such maps take part in the forest management plans and function, tree volume maps and inclination maps do not take part in the plans but are an obligation to create for our forests, any more have been prepared.

In this study all the forest management planning maps have been obtained as a digital in the computer.

Key words : Forest Management Plan, Geographical Information Systems, Data Base, Graphical Data, Non-Graphical Data

Şekil Listesi

	Sayfa No
Şekil 1. Coğrafi bilgi	3
Şekil 2. Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması	5
Şekil 3. Arc - Nod topolojisi	10
Şekil 4. Poligon - Arc topolojisi	10
Şekil 5. Sol - Sağ topolojisi	11
Şekil 6. Ormancılığa yönelik oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemindeki bazı katmanlar.....	11
Şekil 7. Coğrafi bilgi sistemlerinin tarihi gelişimi	12
Şekil 8. Coğrafi bilgi sistemleri ile diğer sistemler arasındaki ilişki	15
Şekil 9. Coğrafi bilgi sistemi uygulamalarının gelişimi	17
Şekil 10. Alan detayların alan detaylara birleştirilmesi	20
Şekil 11. Coğrafi veri tipleri	24
Şekil 12. Grafik veri yapıları	26
Şekil 13. Sabit mesafe artımlı sayısallaştırma	30
Şekil 14. Sabit kursorlu sayısallaştırıcı	36
Şekil 15. Kalen izlemeli sayısallaştırıcı	37
Şekil 16. Serbest kursorlu sayısallaştırıcı	37
Şekil 17. Otomatik çizgi izleyicilerde sayısallaştırılabilecek film boyutları	38
Şekil 18. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri ilişkileri	40
Şekil 19. Tam ilişkilendirme	41
Şekil 20. Karmaşık İlişkilendirme	41
Şekil 21. Örnek bir alanın raster formatta gösterimi	46
Şekil 22. Bir sistemin fayda/maliyet ilişkisi	51
Şekil 23. Coğrafi bilgi sistemlerinde kar-maliyet ilişkisi	52

Tablo Listesi

	Sayfa No
Tablo 1. Doğal kaynak inceleme uyduları	33
Tablo 2. Önemli bazı coğrafi bilgi sistemi yazılımları	43
Tablo 3. Araştırma alanının alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı	54
Tablo 4. Genel alanın döküm tablosu	60
Tablo 5. Alanların ağaç türleri itibarıyla dağılışı	61
Tablo 6. Koru alanının yaş sınıflarına dağılışı	61
Tablo 7. Ormanlık alanların bonitet sınıflarına dağılışı	62
Tablo 8. Planlama birimi servetinin ağaç türlerine göre çap sınıflarına dağılışı ve oranları .	62
Tablo 9. Planlama birimi servetinin ağaç türlerine göre kalite sınıflarına dağılışı	63
Tablo 10. Ladin işletme sınıfının meşcere tiplerine dağılımı	63
Tablo 11. Ladin işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaçtürleri ve kalite sınıflarına dağılışı	64
Tablo 12. Ladin işletme sınıfı alan, servet ve artımının yaş sınıflarına dağılışı	65
Tablo 13. Kayın işletme sınıfının meşcere tiplerine dağılımı	66
Tablo 14. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaçtürleri ve çap sınıflarına dağılışı	67
Tablo 15. Kayın işletme sınıfı servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılışı	67
Tablo 16. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaçtürleri ve kalite sınıflarına dağılışı.....	68
Tablo 17. Koruma işletme sınıfı servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına, dağılışı	69
Tablo 18. Kızılağaç ve koruma işletme sınıfları servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türleri ve çap sınıflarına dağılışı	69
Tablo 19. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türleri ve kalite sınıflarına dağılışı	70
Tablo 20. İşletme sınıfı alanlarının karşılaştırılması	71

Ek Şekil Listesi

	Sayfa No
Ek Şekil 1. Ormanüstü planlama birimi meşcere haritası	86
Ek Şekil 2. Ormanüstü planlama birimi yaş sınıfları haritası	87
Ek Şekil 3. Ormanüstü planlama birimi bonitet haritası	88
Ek Şekil 4. Ormanüstü planlama birimi hektardaki servetin dağılış haritası	89
Ek Şekil 5. Ormanüstü planlama birimi toplam servetin dağılış haritası	90
Ek Şekil 6. Ormanüstü planlama birimi işletme sınıfları haritası	91



Ek Tablo Lİstesİ

	Sayfa No
Ek Tablo 1. Alan döküm tablosu	82
Ek Tablo 2. Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfı optimal kuruluşu	83
Ek Tablo 3. Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfı aktüel ve optimal kuruluşunun sayısal olarak karşılaştırılması	83
Ek Tablo 4. Ladin işletme sınıfı alan, servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılışı	84
Ek Tablo 5. Ormanüstü planlama birimi kayın işletme sınıfı optimal kuruluşu	85
Ek Tablo 6. Ormanüstü planlama birimi kayın işletme sınıfı aktüel ve optimal kuruluşunun sayısal olarak karşılaştırılması	85

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar tarafından hiç tükenmeyecek bir doğal kaynak olarak görülen ormanlardan, bu görüş doğrultusunda yüzlerce yıl gelişi güzel bir şekilde yararlanılmıştır. Bu şekilde yararlanma sonucu ormanlar, giderek artan nüfusun orman ürünleri gereksinimini karşılayamaz bir duruma gelmiş ve orman ürünleri kıtlığı baş göstermiştir. Bununla birlikte ormanlık alanların giderek azalması ve mevcut ormanların da yapılarının bozuk olması nedeniyle ekosistem dengesi bozulmuş, bunun sonucu olarak da, sel ve toprak kayması gibi bir çok doğal afet meydana gelmeye başlamıştır. Böylece ormanların, orman ürünleri dışında topluma sunduğu diğer fonksiyonların da önemi anlaşılmıştır.

Bu durumda, ormanlardan faydalanmanın belli bir düzen altına alınmasını, toplumun orman ürünleri gereksiniminin sürekli bir şekilde karşılanmasını ve ormanların sunduğu, hidrolojik, iklimik, erezyonu önleme, rekreasyon, toplum sağlığı, estetik, ulusal savunma ve doğayı koruma gibi fonksiyonlardan toplumu sürekli olarak faydalandırmayı gerçekleştirme düşüncesinden diğer ormancılık bilimleri ile birlikte "Orman Amenajmanı" bilim dalı doğmuştur (1).

Ülkemizde, ancak 19. yüzyılın sonlarına doğru düzenli bir ormancılığın kurulması gereği anlaşılmış ve gerekli girişimlere başlanılmıştır. Bu girişimler sonucu, 1870 yılında "Orman Nizamnamesi" çıkarılmış ve böylece ülkemiz ilk ormancılık mevzuatına kavuşmuştur. 1917 yılında da ilk orman amenajmanı kanunu olan "Ormanların Usulü İdare-i Fenniyeleri Hakkında Kanun" ile tüm ormanlarımızın, orman amenajman planlarına göre işletilmesi zorunluluğu getirilmiştir. Bu kanuna göre de ülkemizdeki ilk orman amenajman planı 1918 yılında yaş sınıfları yöntemine göre yapılmıştır. Ardından, 1924 yılında çıkarılan ve 1917 yılında çıkarılan kanunu yürürlükten kaldıran 504 sayılı kanun ile, yine bütün ormanların, orman amenajman planları ile işletilmesi esası getirilmiştir. Burada 1917 yılından farklı olarak, özel kişilere ve köy tüzel kişiliklerine ait ormanlar da kanun kapsamına alınmıştır. Bu kanunla, kati amenajman planlarının en çok üç yıl içerisinde tamamlanması öngörülmüştür (1).

Bu şekilde başlayan planlama çalışmalarına 1960'lı yıllara kadar biyolojik üretime önem verilerek ve süreklilik unsuru gözardı edilerek devam edilmiştir. Bu dönemde, ışık ağaçlarından oluşan aynı yaşlı ve tek tabakalı meşcereler, seçme işletmesiyle işletilmişlerdir.

1963 yılında Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile ormancılıkta da gerçek anlamda ilk planlı dönem başlamıştır. Bu dönemle birlikte ormancılığımızda yaş sınıfları yöntemi dönemi de başlamıştır. Birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planları dönemlerinde (1963 - 1972) bütün ormanlarımızın amenajman planları tamamlanmıştır. Düzenlenen bu planlara göre ülkemiz orman varlığı 20.2 milyon hektardır (2). Ancak bu dönemden sonraki yirmi yılda (1972 - 1991) 7.5 milyon hektarlık ormanlık alanın amenajman planları yenilenememiştir (3).

Çalışma alanının yer aldığı ve optimal orman koşullarının bulunduğu Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ise, bütün ormanların birinci dönem orman amenajman planları 1971-1972 yıllarında tamamlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu dönemde tüm bölge için yapımı gerçekleştirilen plan sayısı 230'dur. Daha sonra bu planların süreleri dolmadan bölgede ikinci envanter yapılmaya başlanmış ve 1983-1986 yılları arasında bu planlar tamamlanmıştır. Bölgede halen uygulanmakta olan bu planlar 118 adettir (4).

Ülkemizde bugün orman amenajman planlarının yapımı Orman Genel Müdürlüğü'ne bağlı, Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı bünyesindeki 25 adet Orman Amenajman Heyeti tarafından gerçekleştirilmektedir.

Orman amenajman planları, belirlenen hedeflere ulaşmak için toplumun ihtiyaçlarına göre çok yönlü faydalanmanın düzenlenmesi, çevrenin korunması ve bunların sürekliliğinin sağlanması esaslarına dayandırılarak hazırlanırlar. Gerçek anlamda planlama, onu etkileyen verilerin doğru, hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanması, depolanması ve işlenmesine bağlıdır. Bugün Kanada, Finlandiya, ABD gibi gelişmiş ülkelerde, ormancılık alanında bilgisayar destekli orman amenajman planlama modelleri yapıldığı halde, ülkemizde halen, orman amenajman planları klasik yöntemlerle düzenlenmekte ve bunun sonucu olarak da planlar güvenilirliğini kaybetmektedir.

Zaman ve emek kaybına neden olan orman amenajman planlarının düzenlenmesi işleminde artık otomasyona geçilmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu çalışmada, sistem yaklaşımı ile, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak model bir orman amenajman planının yapımı hedeflenmektedir. Bu model amenajman planı ile, planlamada otomasyona geçilerek, planlar daha kısa sürede ve daha az emekle gerçekleştirileceğinden, bugün için için oldukça zaman alan planların güncelleştirilmesi ve yenilenmesi işlemlerinde büyük kolaylık sağlayacaktır.

1.2. Temel Kavramlar

Coğrafya; beşeri ve fiziksel yapıyı, bunlara ilişkin konumsal özellikler yardımıyla inceliyip tanımlayan bir disiplindir. Coğrafya günümüzde artık günlük hayatın bir parçası haline gelmiştir. Çevrede gelişen birçok olay hakkında karar verirken, coğrafyanın gerçeklerine göre davranma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kentsel yerleşimin planlanmasından ülke topraklarındaki yerleşimin planlanmasına, ülke genelindeki ormanların kontrol altında

tutulmasından kereste üretim alanlarının saptanmasına, kentsel atıkların yok edilmesinden ülke genelindeki akarsulardan yararlanma projelerine, arazi ölçmelerinden maden yataklarının saptanmasına kadar daha birçok alandan coğrafya bilgilerinden yararlanarak karar verilmesi gerekmektedir (5).

Bilgi; belli konuların seçilmiş bir sembol grubu ile ifade edilmesine veri adı verilir. Bu tanıma göre veri, bir gözlem, ölçme veya işlem sonucunda ortaya çıkar. Veriler ham halde bulduklarından dolayı çoğu zaman doğrudan kullanılamazlar. Genel olarak bir düzenlemeye ve işleme sokularak bilgi şeklini alırlar. Bir başka ifadeyle verilerin birbirleri ile ilişkilendirilmesi sonucu elde edilen anlamlı sonuçlara bilgi adı verilir (6). Bilgi, kullanıcı tarafından anlaşılabilir formlara dönüştürülmüş verilerden oluşan bir grup olarak da tanımlanabilir. Genel olarak bilgi üç grup halinde sınıflandırılabilir (7):

A- Mevcut Bilgiler

- Sabit bilgiler (örneğin; özel isimler, şehir veya ülke adları)
- Değişken bilgiler (örneğin; hava sıcaklığı)
- Birikimli bilgiler (örneğin; nüfus kayıtları)

B- Üretilen Bilgiler (örneğin; koordinat, alan bilgileri, haritaların güncelleştirilmesi)

C- Planlanan Bilgiler (örneğin; uçuş planı gibi)

Coğrafi Bilgi; yeryüzünde herhangi bir coğrafi varlığa ilişkin bilgidir. Coğrafi varlıklar, doğada belli bir konumu ve biçimi olan nesnelere dir. Yeryüzünde veya yeraltında bulunan bütün doğal ve insan yapısı detaylar coğrafi varlıklar olarak ifade edilir (8).

Coğrafi Bilgiler			
Arazi Bilgileri			Sosyoekonomik Bilgiler
Çevresel Bilgiler	Altyapı Bilgileri	Kadastral Bilgiler	
Toprak	Kamu hizmetleri	Mülkiyet	Sağlık Seçim Nüfus Dağılım Göç
Jeoloji	Binalar	Değerlendirme	
İklim	Ulaşım	Arazi kullanma	
Bitki örtüsü	Yerleşim	Kontrol	
Yaban hayatı	Kanalizasyon	Vergilendirme	
Araziye Yönelik			Kişiyeye Yönelik
Nokta ve Poligon Referanslı	Referanslı	Parsel Referanslı	

Şekil 1. Coğrafi bilgi

Sistem; belli özellikleri ile karşılıklı ilişkide bulunan öğelerin oluşturduğu bütüne sistem adı verilir. Bir başka ifadeyle sistem, bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzenidir (9).

Bilgi Sistemi; toplum hayatında ve çevrede oluşan çok sayıdaki veri kümelerini topluma faydalı hale getirmek üzere işleyerek bilgi üreten, büyük çoğunlukla bu işlevini bilgisayar desteği ile sağlayan sistemlerdir. Bir başka ifadeyle, toplum hayatının düzenlenmesi, yönetilmesi ve iyileştirilmesi için ekonomik, kültürel, fiziksel ve sosyal bir çok veriye ihtiyaç duyulur. Kısaca, veri kümelerinden bilgisayar destekli çalışmalarla bilgi üretmeye "bilgi sistemleri" adı verilir (10). Bu sistemler, planlanan bilgiyi işleyerek insan gücü ile teknolojinin bir arada çalıştığı organizasyonlardır.

Çağımızda hızla gelişen teknoloji, artan nüfus, değişen ve gelişen ihtiyaçlar bilgiyi ön plana çıkarmaktadır. Toplum hayatının düzenlenmesi için yaşanılan çevreye ait çok çeşitli bilgilere ihtiyaç duyulur. Bu ihtiyaç, bilginin;

- toplanması,
- depolanması,
- işlenmesi,
- analiz edilmesi ve
- kullanıma sunulması

konularında gerekli temel ilkelerin belirlenerek bu konudaki çalışmalara yönelmeyi gerekli kılmıştır.

Toplum ihtiyaçlarının tespiti, ihtiyacı karşılayacak tedbirlerin alınması, bunların planlanması ve uygulanması yoğun bir şekilde veri toplamayı gerektirmektedir. Bu nedenle mülkiyete, araziye, fiziksel çevreye ait bütün bilgilerin elde edilmesi, sınıflandırılması, güncelleştirilmesi ve kullanıcıların hizmetine sunulmasını amaçlayan bir bilgi sisteminin kurulması gerekmektedir (11).

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, yaşanılan çevreye ve olaylara ilişkin yeni ve çok yönlü bilgilerin toplum yaşamına daha hızlı ve etkin boyutlarda aktarabilme olanağını hızlandırmış, bunun sonucu olarak da, 1970'li yıllarda verilerden bilgi üretme yöntemlerinde yeni kavramların gündeme gelmesine neden olmuştur. Literatürde bilgi sistemleri olarak bilinen bu yöntemlerin temel amacı, çevre ya da sosyal yapıya ilişkin çeşitli veri kümelerinin bilgisayar destekli çalışmalarla yönetilerek, bu bilgilerden toplum yararına çeşitli bilgilerin üretilmesidir. Bilgi sistemlerinin temel işlemleri, verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve üretilen bilgilerin sergilenmesi aşamalarını kapsar. Burada bütün işlemler, bilgisayar olanaklarından yararlanarak, bir bütünlük içerisinde yürütülür. Bu nedenle bilgi sistemi, "yönetmelikler için bilgi üretebilen insan ve teknik kaynakların bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir organizasyon" olarak da tanımlanmaktadır (12). Bilgi sistemleri aynı zamanda, mekansal planlamanın verimliliğinin artırılmasında en önemli

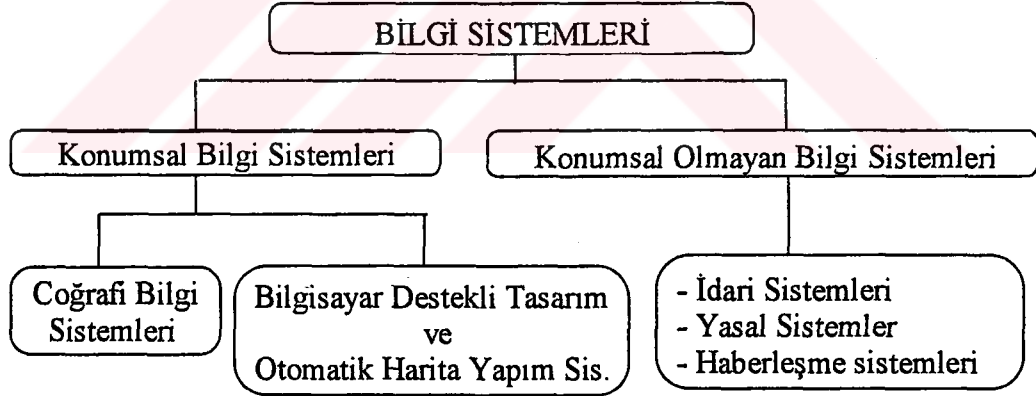
organik elemanlardır ve karar verme sürecinin adil, objektif, bilimsel ve etkin olabilmesi için gerekli koşulları sağlar (13).

Günümüz toplumlarınca bilginin önemi anlaşılmış olacak ki, çağımız bilgi çağı olarak adlandırılmakta ve artık bir kaynak olarak kabul edilen bilgidен en iyi şekilde yararlanma yoluna gidilmektedir. Bu konuda da ülkeler büyük bir yarış içerisine girmişlerdir.

Her konuda olduğu gibi, harita destekli çalışmaların yerine getirilmesinde de bilgidен en yüksek düzeyde yararlanarak, etkin kullanılmak gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek için, günümüz bilgi teknolojisinin bu alanlarda kullanılması yerinde olacaktır. Özellikle harita bilgisi olarak nitelendirilen, konuma bağlı grafik ve grafik olmayan yazılı bilgilerin bir sistem içerisinde bütünleştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede, depolanacak bilgiye hızlı ve sağlıklı bir ulaşım söz konusu olacaktır (7).

1.3. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması

Bilgi sistemleri, toplumun gereksinim duyduğu bilgi alanlarına göre geliştirilmekte ve bunlara uygun biçimde adlandırılmaktadır. Bilgi sistemlerinin yaygın uygulama alanı yaşanan çevredir. Bu alanda da farklı amaçlar için bilgi sistemleri oluşturulmaktadır. Bilgi sistemlerinin basit bir sınıflandırması Şekil 2'de görülmektedir (12).



Şekil 2. Bilgi sistemlerinin sınıflandırılması

Genel olarak, karar verme sürecinin objektif, bilimsel ve etkin olabilmesi için gerekli koşulları sağlayan bilgi sistemleri, konumsal (çevresel) ve konumsal olmayan (çevresel olmayan) bilgi sistemleri olarak ikiye ayrılırlar (7).

1.3.1. Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri

Bu tür bilgi sistemleri genellikle kuruma veya organizasyonuna yönelik yönetimsel fonksiyonları içerirler. Konumun söz konusu olmadığı bilgilerin işlendiği ve insanların

herhangi bir araca ihtiyacı olmadan kendi yapısı içinde oluşturdukları bilgi sistemleridir. Bankacılık, Kütüphane bilgi sistemi, rezervasyon sistemleri vb. bu tür bilgi sistemlerine örnek olarak verilebilir.

1.3.2. Konumsal Bilgi Sistemleri

Planlama ve yönetimin kullanımı için tasarlanan ve yeryüzünde konumu belli verilerin modellenmesi, işlenmesi, analizi, ve kullanım amacına göre sunulması, kısaca yönetimini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemlerin bir bütünüdür.

Nesnelerin sadece koordinatları ile değil aynı zamanda öznitelik bilgileri ile de tanımlanmasını konu alan bir bilgi sistemi olan konumsal bilgi sisteminin en önemli özelliği, herhangi bir nesnenin mutlak suretle x, y, z koordinat bilgisi ile tanımlanması ve bunun yanısıra, o nesnenin özelliklerini tanımlayan alfasayısal bilgilerin de var olmasıdır (7). Örneğin, bir meşcere tipinin coğrafi konum bilgileri yanında, bu meşcere tipi için hektardaki ağaç sayısı, serveti, artımı gibi meşcere tipini tanımlayan bilgiler de veri tabanında yer alır. Kısaca, konumsal bilgi sistemlerinde konumsal ve konumsal olmayan bilgiler birlikte yer almaktadır. Konumsal veri, konumsal olmayan veriye göre çok daha karmaşık bir yapıda olduğundan, Konumsal Bilgi sistemleri Konumsal Olmayan Bilgi Sistemlerine göre daha karmaşık yapıdadır. Bu tür bilgi sistemlerinde konumsal ve konumsal olmayan veri grupları coğrafi bir bütünlük içerisinde birbirine bağlanabilmektedir.

1.3.2.1 Konumsal Bilgi Sistemlerinin Uygulama Alanları

Konumsal bilgiye, mühendislik hizmetlerinden, planlamaya ve pazarlamaya kadar pek çok alanda ihtiyaç duyulduğundan, Konumsal bilgi sistemleri gelişmiş ülkelerde pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunları kısaca şu şekilde özetleyebiliriz (6):

1- Kaynak Yönetimi

- Vergilendirme ve izlenmesi
- Çevresel izleme ve planlama
- Tapu-Kadasro hizmetlerinin yönetimi
- Tarım-Hayvancılık kaynakları ve yönetimi
- Nüfus dağılımı ve izlenmesi
- Doğal kaynak yönetimi
- Turizm alanları ve kapasite izlenmesi
- Orman planlama ve yönetimi
- Madencilik ve petrol kaynakları ve yönetimi

2- Hizmet Planlama ve Yönetimi

- Trafik ağı planlama ve yönetimi (Ulaşım ağı planlama ve yönetimi)
- Oy kullanma, TV ve PTT istasyon yer seçimleri
- Sağlık hizmetlerinin planlama ve yönetimi
- Eğitim hizmetlerinin planlama ve yönetimi
- Pazarlama ve abone hizmetlerinin planlama ve yönetimi

3- Güvenlik Planlama ve Yönetimi

- Doğal ve teknolojik afet yönetimi
- Güvenlik kontrol alanları ve acil durum yönetimi
- Sivil savunma planlaması

1.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Daha önceleri gerek özel ve gerekse toplumsal amaçlı kararlar almak amacıyla kendi ihtiyaçları doğrultusunda bilgi toplayan, depolayan, işleyen ve sunan kurum ve kuruluşlar, artık aynı tür bilginin birçok farklı ortamda yer almasının yararlı, kullanışlı ve ekonomik olmadığını farkına varmışlardır. Bu nedenle, bu kurum ve kuruluşlar tek tip ihtiyaca cevap veren ayrık yapılaşma yerine, birçok hizmeti birlikte verebilen bütünlük bir yapılaşma sürecine girmişlerdir. Bu bütünlük yapılaşmayı gerçekleştirmek için coğrafi bilgilerin tolanması, depolanması, işlenmesi ve sunulmasına ilişkin iş sırası, yöntemler ve standartları içeren bir sisteme ihtiyaç vardır (8).

Coğrafi bilgilerin, bilgisayar ortamında depolanması ve kullanımı, başlangıçta grafik ve grafik olmayan şekilde ayrık olarak ele alınmış, bu amaçla geliştirilen Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim sistemleri ile Veri Tabanı Yönetim Sistemleri kullanılmıştır. Bu tür sistemler, coğrafi verileri toplamada, depolamada, işlemede ve sunmada tatmin edici sonuçlar verirken; coğrafi veri analizinde yetersiz kaldıkları, dolayısıyla kullanıcıların karar vermelerine yardımcı olma amacını tam olarak karşılamadıkları görülmüştür. Bunun sonucu olarak grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütün olarak işleyebilme ve dolayısıyla coğrafi bilgi analizlerini gerçekleştirme olanağına sahip Coğrafi Bilgi sistemleri geliştirilmiştir (14).

Coğrafi Bilgi Sistemi kullanıcılarının farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kesin bir tanımının yapılamamasına neden olmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri için yapılan tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

-"Coğrafi Bilgi Sistemleri, araziye dayalı grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, bu bilgilere ulaşılması, analizlerinin yapılması, değerlendirilmesi, değiştirilmesi ve kontrolünün sağlanması otomasyonu olarak tanımlanabildiği gibi, bu sistem, aslında bir

bilgisayar yazılım ve donanımının insan bilgisiyle birlikte mantıklı konfigrasyonu teknolojisidir" (15).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal veri yönetimi için düzenlenen yazılım ve donanım bileşenlerinin bir bütünüdür" (16).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi referanslı verileri toplayan, depolayan, güncelleştiren, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen yazılım, donanım, coğrafi veri ve personelin organize edilmiş bir bütünüdür" (17).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, karmaşık planlama ve yönetim problemlerinin çözünü için, konumsal verileri toplamak, yönetmek, işlemek, analiz etmek, modellemek ve görüntülemek üzere düzenlenen yazılım, donanım ve işlemlerden oluşan bir sistemdir" (17).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal ve konumsal olmayan verileri toplayan, depolayan, analiz eden ve gösteren bir bilgi teknolojisidir" (18).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, kullanıcıların daha doğru karar vermesi, üretimi arttırması ve böylece zaman, para ve işgücü tasarrufu sağlaması amacıyla, oldukça çok sayıdaki mekansal veri ve bunlara ilişkin özniteliklerin toplanması, depolanması, idaresi, sorgulanması, analizi ve sunulması için biraraya getirilmiş bilgisayar yazılımı, donanımı ve coğrafi bilgi sistemi personelinden oluşan bir bütündür" (19)

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, konuma dayalı gözlem ve ölçmeler neticesinde elde edilen grafik ve grafik olmayan verileri bir bütün içerisinde işlemeye yarayan teknolojik bir araçtır" (7).

"Coğrafi Bilgi Sistemleri, karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan, yerdeki konumu belirlenmiş verilerin toplanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi ve görüntülenmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım yönetimler sistemidir" (5) (11).

Kısaca Coğrafi Bilgi Sistemleri, dünyada pek çok alanda uygulamaları olan "Bilgi Sistemleri"nin grafik bilgiye, daha özelde, coğrafik yani konumsal bilgiye dayalı bir türüdür.

1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Ne Değildir ?

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin ne olduğu hakkında yukarıdaki tanımlamaları yaptıktan sonra, biraz da coğrafi bilgi sistemlerinin ne olmadığını üzerinde durmak yararlı olacaktır.

Buradan bir coğrafi bilgi sisteminin ne olmadığını kısaca şu şekilde açıklayabiliriz: Farklı ölçeklerden, farklı projeksiyonlarda ve değişik renklerde harita üretebilmesine rağmen, coğrafi bilgi sistemi, sadece harita yapımı için kullanılan bir bilgisayar sistemi değildir. Haritadaki nesnelere arasındaki konumsal ilişkiyi tanımlamaya olanak sağlaması coğrafi bilgi sistemlerinin en büyük avantajıdır. Ayrıca, coğrafi bilgi sistemi, harita depoladığı gibi, coğrafi bir alanın görüntüsünü veya o alana ait özel görüntüleri (uydu görüntüleri) de depolar. Bunun yerine özel amaçlarla kullanmak için istenilen görüntüleri çizebileceğimiz verileri depolar.

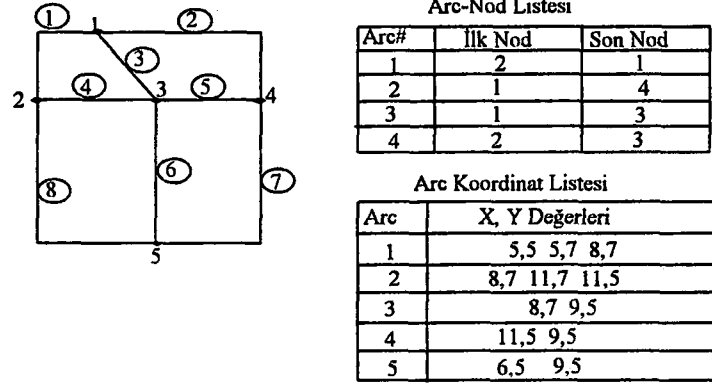
Coğrafi bilgi sistemi birçok bilgiyi toplayıp, bunları haritalaştırarak bir bilgisayar sistemi değildir. Haritalar sadece coğrafi bilgi sistemi kullanıp erişilmek istenen sonuçları göstermeyi sağlayan çıktılardan biridir. Haritalardan sadece coğrafi bilgi sistemlerinin coğrafik bilgileri gelmektedir. Bir coğrafi bilgi sistemi, incelenen alana ait bütün istatistiksel, meteorolojik ve sosyolojik bilgileri de içermektedir. Bir başka deyişle, coğrafi bilgi sistemi sadece kartografik bilgileri ya da grafik sembolleri belleğinde tutmaz. Aynı zamanda, akıllı veri diyebileceğimiz bilgilerle de çalışır. Coğrafi bilgi sistemleri yersel, çevresel ve doğal bilgileri coğrafik bir uyumla istenilen bilgi kombinasyonlarının hazırlanması için kullanır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin otomatik kartografya sisteminin ötesinde bir yapı olduğunu burada özellikle belirtmek gerekir. Coğrafi bilgi sistemleri, mekanla ilişkili tüm proje faaliyetlerinde tablo verilerinin kartografik veriler ile birleştirilmesine imkan veren konumsal veri modeline dayanmaktadır (11). Aynı zamanda coğrafi bilgi sistemleri, bir haritadaki özel şekillere ait konumsal veriler ile coğrafi bilgileri birbirine bağlar. Bu bilgiler grafik olarak gösterilen şekillerin öznitelikleri olarak depolanır.

Detaylar arasındaki konumsal ilişkiler hakkında haritalardan bazı bilgiler elde edilebilir. Örneğin, bir yerden bir başka yere giden en uygun yolu, bir yol haritasından belirlemek mümkündür. Aynı şekilde bir yol boyunca bu yolun sağında ve solunda kalan alanlar belirlenebilir. Örneğin, bir hat boyunca birbiriyle bağlantılı çizgileri, bu çizgilerin kapanmasıyla oluşan alanları ve birbirine bitişik alanları tanımlayarak, bu ilişkiler elde edilebilir. Sayısal bir haritada bu konumsal ilişkiler topoloji kullanılarak gösterilir. İşte, coğrafi bilgi sistemlerini diğer sistemlerden ayıran en önemli özelliklerden biri olan topoloji, nesnelere arasındaki konumsal ilişkileri açıklayan matematiksel bir kavramdır. Topoloji verileri daha etkili bir şekilde depolar. Bu da veri yapılarının daha hızlı bir şekilde işlenmesini sağlar. Topolojik ilişkiler kurulduğunda, modelleme, benzer özelliklere sahip bitişik alanları birleştirme ve coğrafi detayları çakıştırma (overlay) gibi analizler gerçekleştirilebilir (20). Bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO' da 3 çeşit topoloji vardır. Bunlar:

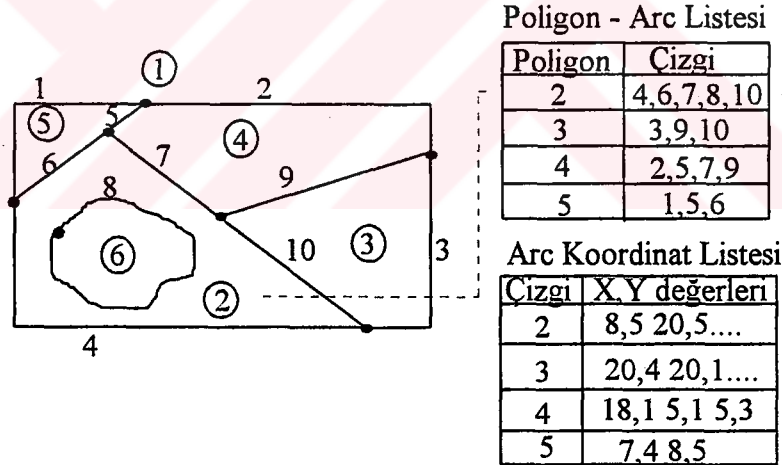
- Arc-Nod topolojisi (Arc-Node topology),
- Poligon-Arc topolojisi (Polygon-Arc topology) ve
- Sol-Sağ topolojisi (Left-Right topology)'dir.

Arc-Nod Topolojisi (Bağlılık): Her çizgi (arc) iki nod (nokta)'dan oluşur. Yani arc'lar bir nod'dan diğerine uzanır. Böylece bir dizi arc birbirine nodlarla bağlanır. Yani iki komşu arc'ın ortak bir nodu vardır. Örneğin Şekil 3'de 3, 4, 5 ve 6 nolu arc'lar 3 nolu nodda birleşirler. Buradan bu bilgi ile, 5 nolu arc'dan 3 nolu arc'a, bunların ortak bir nodları olduğundan geçilebileceği veya 5 nolu arc'dan 9 nolu arca ortak bir arc'ları olmadığından geçilemeyeceği gibi bilgilerin bilgisayar tarafından topoloji işleminden sonra elde edilmesi mümkündür.



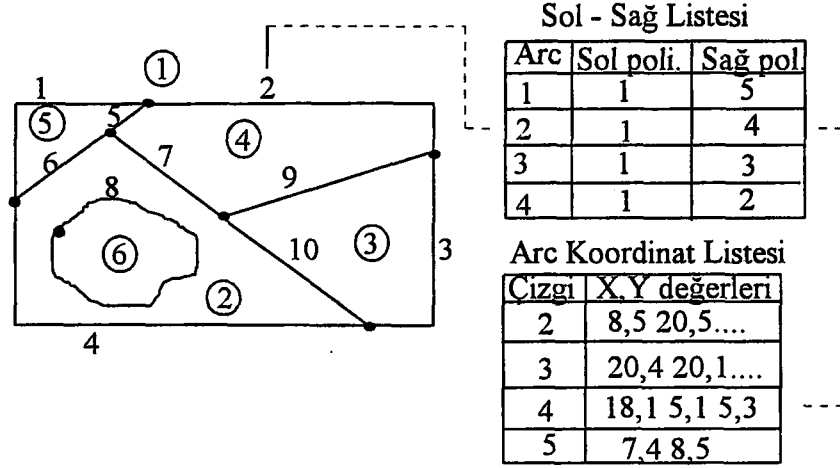
Şekil 3. Arc - Nod topolojisi

Poligon-Arc Topolojisi (Alan Tanımlama): Bu topoloji tipinde alan tanımlaması yapılır. Bazı sistemlerde bu alan detayları onları çevreleyen çizgi detayları oluşturan x,y koordinat çiftlerinin bir dizisi olarak gösterilir. Bununla birlikte ARC/INFO yazılımı, x,y koordinat çiftlerinden ziyade alan detayları tanımlayan çizgi (arc)'leri de depolar. Örneğin Şekil 4'deki 2 nolu poligon, 4, 6, 7 ve 10 nolu arc'lardan oluşmaktadır. Bir arc birden fazla poligonun tanımında yer alabilir. Ancak, arc koordinat listesinde her bir arc sadece bir kez depolanır.



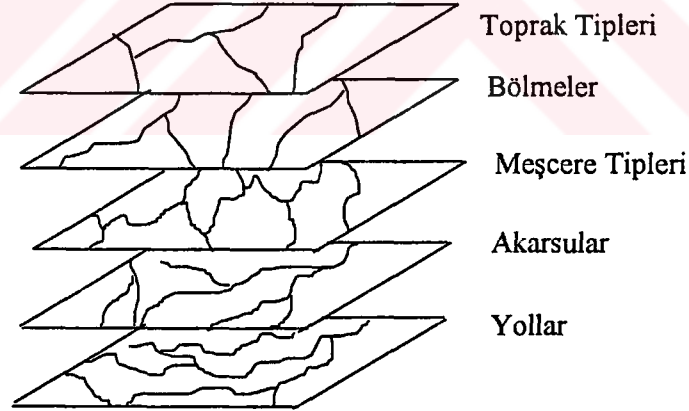
Şekil 4. Poligon - Arc topolojisi

Sol-Sağ Topolojisi (Bitişiklik): Her çizgi (arc)'nin sayısallaştırılmasında belli bir yön izlendiğinden, ARC/INFO yazılımında da poligonlar bu arc'ların sağında ve solunda kalan alanlar olarak depo edilir. Bu şekilde bitişik poligonlar arasında ortak bir arc bulunur. Örneğin, Şekil 5'de 2 nolu poligon 6 nolu arcın solunda, poligon 5 ise bu arcın sağında yer almaktadır. Buradan 2 ve 5 nolu poligonların bitişik olduğu anlaşılır.



Şekil 5. Sol - Sağ topoloji

Kısaca bir coğrafi bilgi sistemi sadece harita ve resimleri depolamaz. aynı zamanda bir veri tabanıdır. Veri tabanı kavramı da coğrafi bilgi sisteminin merkezini oluşturur ve bu, sadece kaliteli çıktılar üreten bilgisayarlı harita sistemleri ile coğrafi bilgi sistemleri arasındaki en önemli farklılıktır. Örneğin ticari bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO'da da harita deyimi kullanılmaz, bunun yerine "Coverage (=cover=katman)" ifadesi kullanılır (Şekil 6).



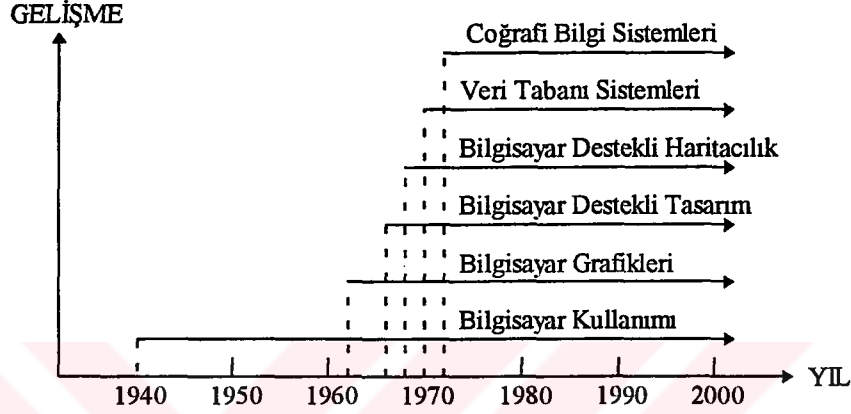
Şekil 6. Ormancılığa yönelik oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemindeki bazı katmanlar

1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihçesi

1940'lı yıllarda bilgisayar teknolojisinde görülen önemli bazı gelişmeler coğrafi bilgi sistemlerinin doğmasına yardımcı olmuştur. Bu gelişmelerden en önemli olanı bilgisayarın icadıdır. A.B.D.'de M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) tarafından uçuş simülatörlerini kontrol etmek üzere geliştirilen "Whilwind-I" isimli bir bilgisayar ile "Bilgisayar Grafikleri" kavramı ortaya çıkmıştır. 1963 yılında I.E. Sutherland adlı bir

araştırmacı tarafından geliştirilen yazılım ve donanım sistemi ile "Bilgisayar Destekli Tasarım" (Computer Aided Design) konusu gündeme gelmiştir (8).

Coğrafi Bilgi Sistemleri üzerine ilk kez 1960'lı yıllarda çalışılmaya başlanmıştır (Şekil 7). İlk gelişmeler çok yavaş ve uygulama çok sınırlı olmuştur. 1980'lerden sonra bilgisayar donanım maliyetindeki ani düşme, veri depolama kapasitesinin gelişmesi ve bilgisayarların hızlarının artması Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin yaygın kullanımını başlatmıştır.



Şekil 7. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin tarihi gelişimi

Bugünkü anlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri konusundaki ilk çalışmalar 1960'lı yılların sonlarında Kanada'da bir araştırma projesi ile başlamış, ancak, bu araştırma sonucunda sergilenen bulgular böyle bir sistemi kurmak için gerekli hazırlıkların o dönem için yeterli olmadığı gerçeğini ortaya koymuştur. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin teorik anlamda ortaya çıkması 1960'lı yılların sonlarında Harvard Üniversitesinde gerçekleştirilen bir proje ile olmuştur. Proje neticesinde, gölgeli eğim haritalarının bilgisayar aracılığıyla üretilebileceği anlaşılmış ve bu amaçla, SYSMAP adı verilen bir program geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda yine aynı üniversitede, poligon işlemlerinin yapılarak veri katmanı oluşumuna imkan sağlayan ODYSSEY adlı bir program geliştirilmiştir. Bu ürünler, coğrafi bilgi sistemi fonksiyonunu yerine getiren, konumsal veri işlem alanındaki ilk uygulamalar olarak bilinir (7).

Diğer alanlarda olduğu gibi haritacılıkta ve konuma bağlı bilgi işlemede de bilgisayar destekli çözümlere geçiş için 1970'li yıllarda yoğun çalışmalar kaydedilmiştir. Bu yıllarda konuma bağlı bilgilerle değişik açılardan ilgilenen birçok ayrı disiplinde bilgisayar destekli sistemlere geçiş yönünde gelişmeler olmuştur.

Matematikçiler, konuma bağlı değişimleri analiz edip çeşitli prediksyon modelleri geliştirmekte ve özellikle yüzey enterpolasyonu üzerine model algoritmalar geliştirmekte iken, bilgisayar dünyasında da Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Grafikleri alanlarında gerek donanım ve gerekse de yazılım yönünden önemli gelişmeler kaydedilmiş ve tatminkar ürünler elde edilmiştir. Diğer alanlarda olduğu gibi harita üretiminde de

bilgisayar desteğine geçilmesi için çalışmalar başlamış ve kartoğrafya'da otomasyon yolundaki bu ilerlemelere paralel olarak Ölçme Bilgisi ve Fotogrametri'de de bilgisayar destekli çalışmalara ve analitik çözümlere geçilmiştir. 1970'li ve 1980'li yıllar Bilgisayar Destekli Haritacılık veya Sayısal Haritacılık olarak adlandırılan bu gelişmelerin donanım ve yazılım ürünlerine sahne olmuştur.

Bu arada klasik haritaların kullanıcısı durumundaki birçok disiplin, kendi bilgisayara geçiş süreçlerinde, bilgisayarca okunabilir haritalara (sayısal haritalara) gereksinim duymuş ve sayısal haritalar üzerinde konuma bağlı analizler yapmak üzere yöntem değişikliklerine gitmişlerdir. Ancak, toprak bilimi, ormancılık ve çevre çalışmaları gibi disiplinler için sadece sayısal haritalar yeterli olmamış ve sayısal haritalarda yer alan nesnelere hakkındaki diğer bilgileri de kullanmak ihtiyacını hissetmişlerdir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gereksinim duyduğu veri miktarının mikrobilgisayar kapasitesinin çok üzerinde olması coğrafi bilgi sistemlerinin önce anabilgisayar sistemlerinde gelişmesine yolaçmıştır. Mikrobilgisayar teknolojisindeki gelişme ile Coğrafi Bilgi Sistemleri bu bilgisayar sistemlerinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Konumsal bir veri tabanının oluşturulması ve bunun bilgisayar destekli haritacılık sistemi ötesinde kullanımına olan istek, 1970'li yıllara kadar gerçeğe dönüşmedi. Bir mekansal veri tabanının oluşturulması için ilk girişim 1963 yılında Kanada tarafından başlatılmış olmasına rağmen, bir coğrafi bilgi sistemi (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi=Canada Geographical Information System=CGIS) 'nin oluşturulması ve üretime sokulması ancak 1971 yılında gerçekleşebilmiştir. Bu özelliği ile CGIS bilinen ilk coğrafi bilgi sistemi olarak kabul edilmektedir (8).

1.4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Diğer Bilgi Sistemleri Arasındaki Yeri

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design=CAD), Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (Database Management Systems=DBMS), Uzaktan Algılama Sistemleri ve Bilgisayar Kartoğrafya Sistemleri arasındaki ilişki, Coğrafi Bilgi Sistemlerini tanımlamak için oldukça önemlidir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bu sistemlerin bir alt sistemi veya üst sistemi olduğu hala tartışılmaktadır (18).

Bilgisayar destekli tasarım sistemleri, yeni grafik şeyler tasarlamak ve çizmek üzere geliştirilmiş programlardır. Bu sistemler üç boyutlu olup, daha çok makina mühendisliğinde kullanılmaktadır. Bu sistemler ayrıca, mimarlık ve araç imalatı gibi alanlarda görüntüleme, döndürme, bakış açılarını değiştirme ve bunun gibi işlemlerde oldukça kullanışlıdır. CAD sistemleri ile haritacılık alanında yapılabilecek fazla birşey yoktur. Burada önemli olan CAD sistemlerinin coğrafi bilgi sistemlerine olan katkılarıdır. Bilindiği gibi, coğrafi bilgi sistemleri 2 boyutlu olup, bu sistemlere üç boyutluluk kazandırmak için CAD sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (21). Ancak, CAD sistemleri de veri katmanlarını birleştirmede yetersizdirler.

İyi bir grafik yazılım, bir coğrafi bilgi sisteminin en önemli parçalarından biridir. Yakın zamanlara kadar coğrafi bilgi sistemi programlarının çoğu, grafiksel işlemler için değil, daha çok veri tabanı yönetimi için düzenlenmişlerdir (22).

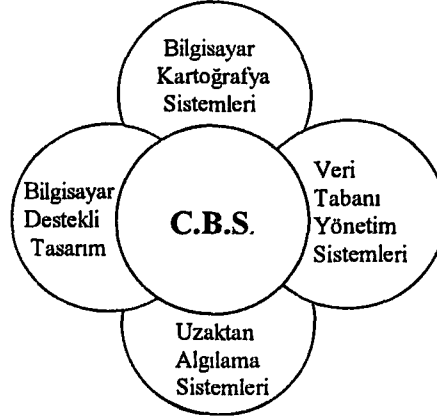
Veri tabanı Yönetim sistemleri, grafik olmayan öznitelik bilgilerini depolamak ve düzenlemek için oluşturulmuş iyi gelişmiş yazılım sistemleridir. Bu sistemlerin grafik veri düzenleme ve gösterim kapasiteleri sınırlıdır. Coğrafi bilgi Sistemleri'nde grafik veriler, tanımsal (grafik olmayan) veriler ve mekansal detaylar arasındaki ilişkileri içeren coğrafi verileri kullanırken, veri tabanı sistemleri sadece tanımsal veriler ile ilgilenir. Bir veri tabanı sisteminin altı temel bileşeni vardır (19):

- kullanıcı,
- veri tabanı yönetim sistemi,
- veri tabanı,
- veri sözlüğü,
- kullanıcı arabirimi,
- veri tabanı idare personeli.

Uzaktan algılama sistemleri ise, uydu veya uçaklar üzerine yerleştirilen algılayıcılardan elde edilen raster verileri toplamak, depolamak, işlemek ve göstermek için düzenlenmiş sistemlerdir. Bu sistemlerim çoğu vektör veri kullanımında sınırlı olanaklara sahip olmakla birlikte, network (ağ) analizi için de kullanışsızdırlar. Uzaktan algılama sistemlerinin, öznitelik verilerini kullanmada oldukça kısıtlı olanakları ve ayrıca veri tabanı yönetim sistemine de zayıf bir bağlantısı vardır. Buna rağmen veri çoğaltma ve sınıflandırma konularında oldukça ileri imkanlara sahiptirler.

Bilgisayar kartoğrafya sistemleri, veri eldesi, sınıflandırma ve otomatik sembolleştirme ile ilgilenirler. Bu sistemler topolojik olarak eksik bilgi içeren basit veri yapılarını kullanırlar. Harita düzenleme ve vektör yapıda yüksek kalitede çıktılar üretmede bu sistemler oldukça kullanışlıdırlar.

Coğrafi bilgi sistemler yukarıda kısaca açıklanan sistemlerin bir bileşkesidir (Şekil 8). Coğrafi bilgi sistemler, bu sistemlerden sonra gelişmiştir ve diğer sistemlerde bulunmayan birçok özelliğe sahiptir. Coğrafi bilgi sistemleri'nin en karakteristik özelliği, analitik uygulamalarda kullanılabilirliğidir. Coğrafi bilgi sistemlerinin konumsal veri analizinde kullanılabilirliği, onun tanımında bir anahtar özelliktir ve esas amacı harita üretimi olan diğer sistemlerden coğrafi bilgi sistemlerini ayıran en önemli özellik olarak da kullanılmaktadır (18).



Şekil 8. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile diğer sistemler arasındaki ilişki

1.4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkındaki Görüşler

Coğrafi bilgi sistemleri hakkındaki görüşler birbirinden farklı, ancak, birbirini tamamlayan üç grupta birleştirilebilir. Bunlar; harita görüşü, veri tabanı görüşü ve konumsal analiz görüşü olarak adlandırılabilir.

Harita görüşü, coğrafi bilgi sistemlerinin kartoğrafik yönü üzerinde yoğunlaşır. Bu görüşün destekleyicileri, coğrafi bilgi sistemlerini, bir harita işleme (yapım) veya gösterim sistemi olarak görürler. Harita yapımında her veri grubu bir harita (bunlara layer veya cover'da denir) olarak gösterilir. Haritalar genellikle raster yapıda tutulur. Bu görüş, topoğrafik ve konumsal harita birlikleri tarafından da desteklenir ve vektör yapıda haritalar üretmede coğrafi bilgi sistemlerinin yetenekleri üzerinde büyük öneme sahiptir.

Coğrafi bilgi sistemlerinin veri tabanı görüşü, iyi düzenlenmiş bir veri tabanının önemini vurgular. Ayrıntılı bir veri tabanı yönetim sistemi, bir coğrafi bilgi sisteminin en gerekli parçası olarak görünür. Bu görüş, bir bilgisayar bilgisi temeline sahip coğrafi bilgi sistemi dernekleri arasında oldukça yaygındır. Sık sık basit sorgulamaların kullanımını gerektiren uygulamalar özellikle bu görüşe uymaktadır. Değişik tipte coğrafi veri kullanımı gerektiren karmaşık analitik uygulamalar bu görüşte birleştirilebilir.

Coğrafi bilgi sistemleri hakkındaki üçüncü görüş, konumsal veri analizinin önemini vurgulamaktadır. Bu görüş, bir teknolojiden daha çok, bir konumsal bilgi bilimi olan coğrafi bilgi sistemi içerisinde modelleme ve analiz üzerinde yoğunlaşır. Mevcut diğer sistemlerin, konumsal analizde sınırlı imkanlara sahip olmalarına rağmen, bunun büyük bir gelişme alanı olduğu açıktır. Coğrafi bilgi sistemi dernekleri tarafından oldukça geniş ölçüde kabul göreceği gibi görünen bu görüş, zaten coğrafi bilgi sistemleri ile diğer bilgi sistemlerini birbirinden ayırmada kullanılmaktaydı (18).

Coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili bu görüşler, pek az kişi tarafından birbirine zıt görüşler olarak değerlendirilmesine rağmen, günümüzde oldukça geniş bir kitle tarafından desteklenmektedirler.

1.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları

Konumsal bilgi sistemlerinin bir alt türü olan coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır. Ormancılıktan şehir planlamaya, iletişimden turizme, sigortacılıktan ticarete kadar daha birçok alanda kullanım olanağı bulunmaktadır. Aşağıda, coğrafi bilgi sistemlerinin günümüzdeki en yaygın kullanım alanları verilmiştir.

A. Bilgi Sistemleri

- Şehir Bilgi Sistemleri Belediye Hizmetlerinin Yönetimi, Planlama ve Yer Seçimi
- Tapu-Kadastro Bilgi Sistemi
- Arazi Bilgi Sistemi

B. Envanter Çalışmaları

- Orman Alanlarının Envanteri
- Maden Alanlarının Envanteri
- Tarım Alanlarının Envanteri
- Hayvancılık Envanteri
- Su/Petrol Kaynakları Envanteri
- Meslek Kuruluşları Envanteri

C. Hizmet Ağları

- Su, Kanalizasyon, Elektrik, Havagazı, ...vb. Hizmet Ağlarının Simülasyonu ve Yönetimi
- Toplu Ulaşım Hizmetleri
- Haberleşme Ağı Hizmetleri
- Ulaşım Planlama, Güzergah Belirleme, Trafik Yönetimi, Karayolu Bilgi Sistemi

D. Mühendislik Hizmetleri

- Yol Ağı Planlaması
- Sulama ağı planlaması ve drenaj çalışmaları
- Arazi Toplulaştırması
- Hacim, Tesviye ve Drenaj Hesapları
- Petrol, Su, Maden, ... vb. Kaynakları için Rezerv Hesapları
- İletişim Ağı Analizi
- Baraj Planlama

E. Görüş Analizleri

- İki Nokta Arasında Arazi Kesiti Çıkarma
- Görüş Diyagramlarının Hazırlanması

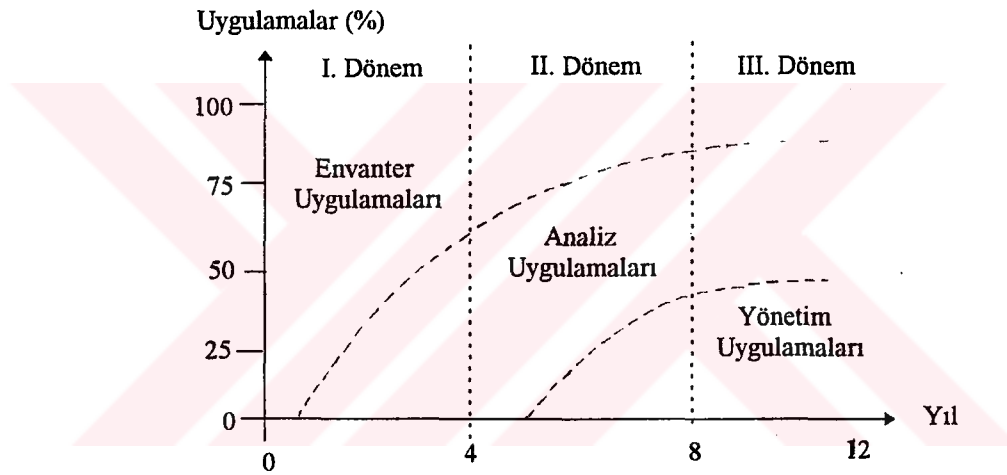
- Üç Boyutlu Perspektif görüntüler
- Otomatik gölgeleme, eğim ve bakış haritaları gibi özel haritaların yapımı

F. Çevre Çalışmaları

G. Ticari Uygulamalar

Bu listeyi çok daha çeşitlendirmek ve uzatmak mümkündür. Coğrafi Bilgi Sistemleri kendi içerisinde üretken ortamlar olduklarından mevcut bilgiler kullanılarak yeni bilgiler türetilmekte, bu yeni bilgiler tekrar başka bilgilerin türetilmesine ortam oluşturmaktadır. Bu nedenle Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin kullanım alanlarının belirli bir liste ile sınırlanması doğru bir yaklaşım değildir (23).

Coğrafi bilgi sistemlerinin bu alanlardaki uygulamalarının gelişimi çeşitli evrelerden oluşmaktadır (Şekil 9) (18).



Şekil 9. Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarının gelişimi

Mevcut bilgi sistemlerinin çoğunun kuruluşundaki ilk neden ve bununla birlikte gelişimindeki ilk aşama, ilgilenilen konunun çeşitli özelliklerinin incelenmesi ve envanteridir (örneğin, orman envanteri, toprak tipleri envanteri). Bu aşamada sistemler, öncelikle basit veri sorgulamalarını gerçekleştirmek için kullanılırlar.

Coğrafi bilgi sistemi uygulamalarının gelişimindeki ikinci aşama, kullanıcılarının daha karmaşık uygulamaları gerçekleştirme isteklerinden doğmaktadır.

Üçüncü ve en gelişmiş aşamada coğrafi bilgi sistemleri, karar verici durumundaki kullanıcıların faaliyetlerini desteklemek için kullanılır.

1.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Gerçekleştirilebilecek Analizler

Karar verici durumundaki kullanıcıların daha doğru bir şekilde karar verebilmesi için; coğrafi nesnelere ait grafik ve grafik olmayan verilerin toplanmasını, depolanmasını,

yönetimini, işlenmesini, analiz edilmesini, güncelleştirilmesini ve elde edilecek sonuçların gösterilmesini sağlayan bilgisayar yazılımı, donanımı, coğrafi veri ve personelden oluşan bir sistem olarak tanımlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri'ni kullanarak gerçekleştirilebilecek analizler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (14, 24):

- Konumsal Sorgulama
- Konumsal Analiz
- Ağ Analizi
- Sayısal Arazi Analizi
- Ölçme ve Geometrik Hesaplar
- İstatistik Analiz
- Grid Analizi

1.5.1. Konumsal Sorgulama

Coğrafi bilgi, hem konuma bağlı grafik ve grafik olmayan bilgi hem de bu bilgilerin kendi içlerindeki ve karşılıklı ilişkileri kapsamaktadır. Bilgiler arasındaki bu ilişkiler kullanılarak, grafik bilgilerden grafik olmayan bilgilere, grafik olmayan bilgilerden grafik bilgilere ya da grafik olmayan bilgilerden yine grafik olmayan bilgilere ulaşma işlemlerinin herbirine "Konumsal Sorgulama" denir.

1.5.1.1. Grafik Bilgilerden Grafik Olmayan Bilgilerin Sorgulanması

Bu tür sorgulamada, coğrafi veri tabanında yer alan bir coğrafi detaya ilişkin grafik bilgi etkileşimli olarak bilgisayar ekranından seçildiğinde bu grafik bilgiye ait grafik olmayan bilgiler, başka bir ekrana veya aynı ekran üzerinde başka bir pencereye listelenebilir. Ekranda listelenen bu grafik olmayan bilgiler, istenirse rapor şeklinde bir çıktı olarak da alınabilir. Örneğin, bir meşcere tipi ekranda işaretlendiğinde, bu meşcere tipinin alanı, meşcere tipi sembolü, hektardaki serveti ve artımı gibi öznelik bilgileri elde edilebilir.

1.5.1.2. Grafik Olmayan Bilgilerden Grafik Bilgileri Sorgulama

Coğrafi veri tabanında yer alan bir ya da daha fazla coğrafi detaya ilişkin grafik olmayan bilgiler kullanılarak, istenilen koşulları sağlayan grafik bilgiler elde edilir. Örneğin, alanı 5 hektardan büyük ve meşcere tipi Çsd1 olan alanların haritadaki yeri istendiğinde, bu veriler girilerek, koşulları sağlayan alanlar ekranda görüntülenebilir.

1.5.1.3. Grafik Olmayan Bilgilerden Grafik Olmayan Bilgileri Sorgulama

Bu tür bir sorgulamada, coğrafi veri tabanında yer alan bir ya da daha fazla coğrafi detaya ilişkin grafik olmayan bilgiler kullanılarak istenen koşullara uygun coğrafi detaylara ait, istenilen grafik olmayan bilgiler elde edilir. Örneğin, LKnd2 meşcere tiplerinin alanlarının toplamının belirlenmesi işlemi.

1.5.2. Konumsal Analiz

Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak gerçekleştirilebilecek üç çeşit coğrafi analiz vardır. Bunlar:

- Coğrafi Birleştirme
- Yakınlık Analizi
- Sınır İşlemleri

1.5.2.1. Coğrafi Birleştirme

Bu coğrafi analiz türü de kendi içerisinde üçe ayrılır. Bunlar:

- Nokta detayların poligon (alan) detaylara birleştirilmesi (point-in-polygon overlay)
- Çizgi detayların poligon (alan) detaylara birleştirilmesi (line-in-polygon overlay)
- Alan detayların alan detaylara birleştirilmesi (polygon-in-polygon overlay)

1.5.2.1.1. Nokta Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi

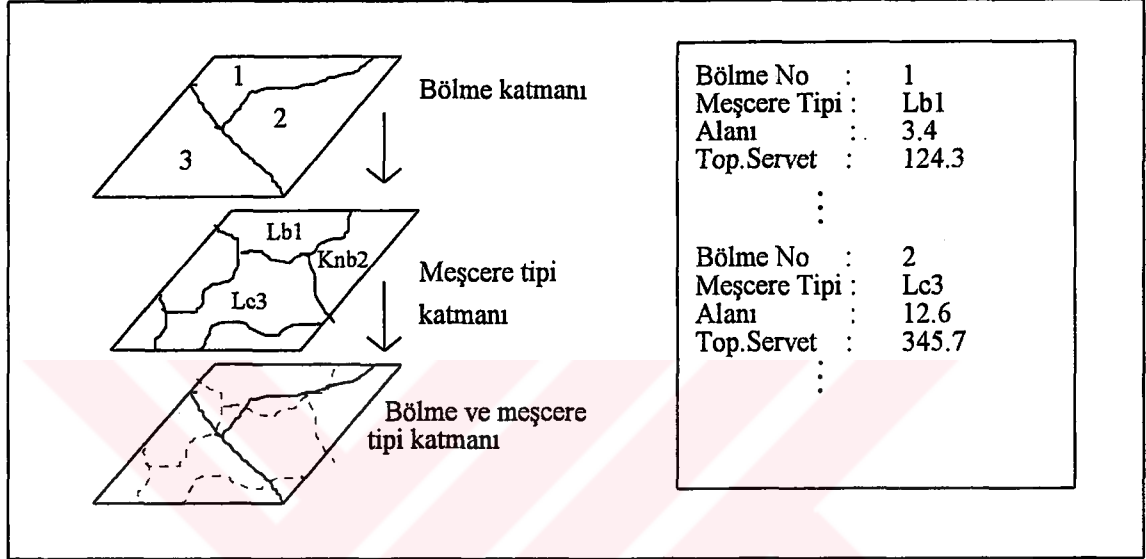
Bu işlem, hangi alan detayların içine hangi nokta detayların düştüğünü belirlemek amacıyla, her iki tür detaya ait özniteliklerin birleştirildiği yeni nokta detaylar elde etme (örneğin, orman sınır noktalarının hangi alana düştüğünün belirlenmesi) işlemidir

1.5.2.1.2. Çizgi Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi

Bu işlem ise, hangi alan detayların içerisine hangi çizgi detayların düştüğünü belirlemek amacıyla, her iki tür detaya ait özniteliklerin birleştirildiği yeni çizgi detaylar elde etme işlemidir. Yapılacak olan bir orman yolunun geçeceği alandaki meşcere tiplerinin belirlenmesi bu analiz türüne örnek olarak verilebilir.

1.5.2.1.3. Alan Detayların Alan Detaylara Birleştirilmesi

Alan detayların başka alan detaylar ile üst üste çakıştırılarak, bu detaylara ait öznelik bilgilerini de içeren yeni detayların elde edilmesi işlemi olan bu analiz türü "Poligon Bindirme" olarak adlandırılır. Örneğin, hangi bölme içerisine hangi bölmeciklerin (meşcere tiplerinin) girdiğini belirleme işlemi (Şekil 10).



Şekil 10. Alan detayların alan detaylara birleştirilmesi

1.5.2.2. Yakınlık Analizi

Coğrafi detayları her yönden ve tanımlanan uzaklık veya uzaklıklarda çevreleyen yeni alan detaylar (tamponlar) oluşturulup, oluşturulan bu tamponlar içerisinde kalan detayları belirleme işlemidir. Her üç tür coğrafi veri için yakınlık analizi vardır.

- **Nokta Detaylar İçin Yakınlık Analizi:** Nokta tipindeki coğrafi detay merkez olmak üzere istenen yarıçapta daire şeklinde bir alan detay oluşturulup, bu tampon içerisinde kalan detaylar belirlenir.
- **Çizgi Detaylar İçin Yakınlık Analizi:** Çizgi tipindeki coğrafi detayları çevreleyecek şekilde istenilen uzaklıkta bir tampon oluşturup, bu tampon alan içerisinde kalan detayların belirlenmesi işlemidir.
- **Alan Detaylar İçin Yakınlık Analizi:** Alan tipinde coğrafi detayları çevreleyecek şekilde istenilen uzaklıkta tamponlar oluşturulup, bu tamponlar içerisinde kalan detayların belirlenmesi işlemidir.

1.5.3. Sınır İşlemleri

Coğrafi bilgi sistemleri ile gerçekleştirilebilen sınır işlemleri;

- Coğrafi ayırma,
- Coğrafi silme,
- Coğrafi güncelleştirme,
- Coğrafi birleştirme,
- Coğrafi sınır kaldırma'dır.

- **Coğrafi Ayırma:** Sınırları ile tanımlanan coğrafi bir bölgeye ilişkin grafik ve öznitelik bilgilerinin çıkartılarak yeni detaylar elde etme işlemidir.
- **Coğrafi Silme:** Sınırları ile tanımlanan coğrafi bir bölgeye ilişkin grafik ve grafik olmayan bilgilerin coğrafi veri tabanından silinmesi işlemidir.
- **Coğrafi Güncelleştirme:** Sınırları ile tanımlanan bir coğrafi bölgeye ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin veri tabanında güncelleştirilmesi işlemidir.
- **Coğrafi Birleştirme:** Komşu iki coğrafi bölgeye ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin birleştirilmesi işlemidir.
- **Coğrafi Sınır Kaldırma** Aynı öznitelik değerine sahip alan detaylar arasındaki ortak sınırların kaldırılarak yeni alan detaylar oluşturma işlemidir.

1.5.4. Ağ Analizi

Yol, kanalizasyon, elektrik ve telefon şebekesi vb. çizgisel detaylar birer ağ oluşturmaktadır. Bu analiz kapsamında üç tür işlem yer almaktadır. Bunlar:

- 1- **Optimum Güzergah Belirleme:** İlgilenilen coğrafi bir bölge içerisinde bir noktadan başka bir noktaya olan en uygun güzergahın belirlenmesi işlemidir.
- 2- **Adres Belirleme:** Ağ üzerinde istenilen adreslere ulaşma işlemidir.
- 3- **Kaynak Tahsisi:** Ağ üzerindeki belli merkezlere en yakın adreslerin belirlenerek çeşitli amaçlar için tahsis edilmesi işlemidir.

1.5.5. Sayısal Arazi Analizi

Sayısal arazi modeli kullanılarak yapılan analiz işlemlerine "sayısal arazi analizi" adı verilir. Bu işlemler;

- Eğim Hesabı
- Eş yükseklik eğrisi oluşturma
- Bakı hesabı
- Hipsometrik renk kademeleri oluşturma
- Görünürlük analizi
- Hacim hesabı
- Kesit çıkarma
- Perspektif görüntü oluşturma ve gölgeleme'dir.

- **Eğim Hesabı:** Arazi yüzeyi üzerinde seçilen iki nokta arasındaki eğimin derece veya yüzde olarak belirlenmesi işlemidir. Bu işlem kullanılarak istenen eğim değerlerine sahip coğrafi bölgeleri gösteren alan detaylar elde edilebilir ve bu detaylardan diğer analiz türlerinde de yararlanılabilir.
- **Bakı Hesabı:** Bu işlem ile, istenen yöne bakan arazi bölgelerini gösteren alan detaylar oluşturulabilir ve elde edilen bu detaylara diğer analiz türlerinde de kullanılabilir.
- **Kesit Çıkarma:** Arazi üzerindeki bir noktadan başka bir noktaya doğrusal veya doğrusal olmayan bir hat boyunca yada istenen bir çizgi tipinde bir coğrafi detayın tümü veya bir kısmı boyunca yükseklik değerlerini mesafenin fonksiyonu olarak gösteren bir grafiğin oluşturulması işlemidir.
- **Görünürlük Analizi:** Arazi üzerindeki belli bir noktadan, istenen bakı aralığında ve istenen mesafe içerisinde kalan bölgede görünen veya görünmeyen kısımların belirlenmesi işlemidir. Örneğin, A noktasına yerleştirilecek bir yangın gözetleme kulesinin kuzeyden itibaren $90 - 180^\circ$ bakı için ve 2500 metre mesafe içinde kalan görünen ve görünmeyen bölgelerin belirlenmesi işlemi.
- **Hacim Hesabı:** Arazide istenen bir alan detay esas alınarak belli bir yükseklikten bu yüzeye veya bu yüzeyden belli bir yüksekliğe kadar olan hacmin belirlenmesidir.
- **Perspektif Görüntü Oluşturma ve Gölgeleme:** Oluşturulan sayısal arazi modelinden kafes ve katı yüzey şeklinde perspektif arazi yüzeyi görüntüsü oluşturma ve istenen açıdan gelen ışık kaynağına göre bu görüntüyü gölgelendirme işlemidir.
- **Eşyükseklik Eğrisi Oluşturma:** Oluşturulan sayısal arazi modeli kullanılarak istenilen yükseklik aralıklarında eşyükseklik eğrilerinin oluşturulması işlemidir.
- **Hipsometrik Renk Kademeleri Oluşturma:** Yine oluşturulan sayısal arazi modelinden, istenilen eş yükseklik değerleri arasını farklı renklerle gösteren kafes veya katı yüzey oluşturma işlemidir.

1.5.6. Ölçme ve Geometrik Hesaplar

Bir coğrafi bilgi sistemi ile gerçekleştirilebilen konuma bağlı analizlerden ölçme geometrik hesaplama işlemleri;

- Alan ölçme
- Açı ölçme
- Geriden kestirme hesabı
- Teğet nokta hesabı
- Parsel ayırma ve birleştirme'dir.
- Mesafe ölçme
- Konum (Koordinat) ölçme
- Kapalı ve açık poligon hesabı
- Dik inme ve dik çıkma hesabı

1.5.7. İstatistik Analiz

Bir coğrafi bilgi sisteminde yer alan istatistik analiz işlemleri şunlardır:

- Toplam belirleme
- Ortalama belirleme
- Maksimum değer belirleme
- Minimum değer belirleme
- Yüzde değerini belirleme

1.5.8. Grid Analizi

Raster yapıdaki verileri kullanarak gerçekleştirilen grid analiz işlemleri;

- Optimum koridor belirleme,
- Modellendirme ve simülasyon,
- Komşuluk analizi'dir.

1.5.8.1 Optimum Koridor Belirleme

İki bölge arasındaki etkili faktörler (arazinin eğimi, bitki örtüsü, toprak cinsi ...vb.) dikkate alınarak en uygun arazi koridorunun belirlenmesi işlemidir (örneğin, uygulanacak olan hava hattı ile bölmeden yöntemi için hava hattı güzergahının belirlenmesi işlemi).

1.5.8.2. Modellendirme ve Simülasyon

Eğer ... olursa ne olur ? şeklindeki sorulara cevap verecek nitelikte ön tahmin yapma ve benzeştirme işlemidir.

1.5.8.3. Komşuluk Analizi

Arazi detayları arasındaki komşulukları, yani bir detaya komşu olan diğer detayları belirlemek amacıyla yapılan işlemlerdir.

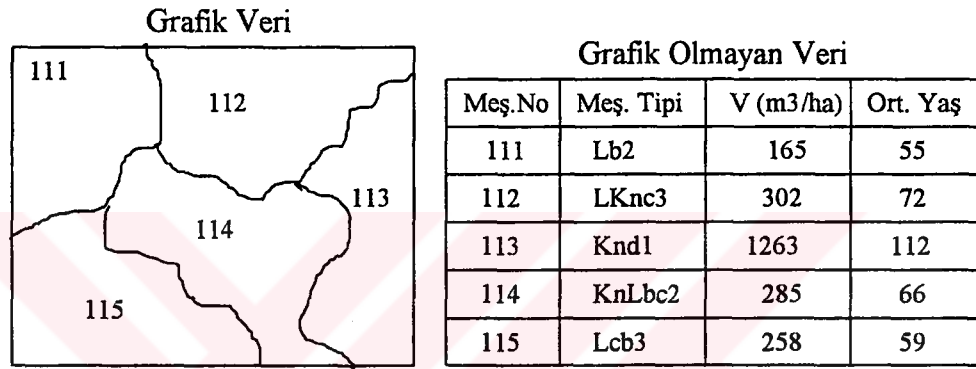
1.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yapısı

Bir coğrafi bilgi sistemi 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar:

- Coğrafi veri
- Donanım
- Yazılım
- İnsan (Personel=Yapay bilgi)

1.6.1. Coğrafi Veri

Coğrafi bilgiyi temsil etmek üzere kullanılan iki tür coğrafi veri vardır. Bunlar grafik ve grafik olmayan verilerdir. Grafik veriler, bir coğrafi varlığın belli bir koordinat sistemine göre konumunu ve biçimini ifade ederler. Coğrafi varlığın biçimini ifade eden grafik veriler; nokta, çizgi ve alan türündeki coğrafi varlıkları temsil eden nokta, çizgi ve alan sembolleri olabilirken, konumu ifade eden grafik veriler ise, coğrafi varlığa ilişkin koordinat değerleridir. Coğrafi varlıklara ait grafik olmayan veriler ise bu varlıkların konuma bağlı olmayan özelliklerini ifade eden öznitelik bilgileridir (8) (Şekil 11).



Şekil 11. Coğrafi veri tipleri

Coğrafi bilgi sistemlerinde detaylar için toplanacak veriler 3 grupta toplanabilir (25).

Bunlar:

1- Konum Verileri: Coğrafi varlığın belli bir referans sistemine göre yerini ve biçimini belirten koordinat veya piksel değerleridir. Bu veri tipi grafik veri olarak da adlandırılmaktadır. Konumsal veri tipi 4 şekilde tanımlanabilir:

- Nokta şeklinde (0 boyutlu veya noktasal objeler): Bunlar harita üzerindeki şehir merkezleri, bina gibi objeler olabilir.

- Çizgi şeklinde (1 boyutlu veya çizgisel objeler): Haritalarda yer alan nehirler, yollar, sınırlar bu veri tipine girer.

- Poligon şeklinde (2 boyutlu veya alansal): Orman alanları, tarım alanları, parsel gibi.

- Hacimsel (3 boyutlu) detaylar: Bu tür detaylar da topoğrafya yüzeyi veya maden rezervi gibi detaylar olabilir.

2- Öznitelik Verileri: Konuma bağlı olmayan, topolojik olmayan, doğrudan detaya bağlı ve detayı tanıttıcı verilerdir. Bu tür veriler, konumsal ve topolojik verilerden türetilbilir olmamalıdır. Bu veri tipini de yapı olarak ikiye ayırmak mümkündür.

- Karakter veri: A, b, TRABZON, +, =, ... vb.

- Rakamsal veri: 1, 2, 3, 12, 155 ... vb.

3- Topolojik Veriler: Detaylar arasındaki ölçülebilir olmayan uzaysal ilişkileri belirler. Çakışıklık, içermeme, bağlantı, ... vb. gibi topolojik ilişkileri ifade eder.

Buraya kadar açıklananlara ek olarak, tamamen farklı bir veri tipi de dinamik veridir. Bu tip veriler, zamanla değişen verilerdir. Örnek olarak, bir meşceredeki ağaç sayısı, meşcerenin serveti ve artımı verilebilir (21).

1.6.1.1. Veri Yapıları

Grafik veriler, depolama ve gösterim tekniği açısından vektör ve raster olmak üzere iki ayrı yapıdadır. Vektör veri yapısında nokta detaylar koordinat çiftleri ile, çizgi detaylar çizgi üzerindeki noktalar zinciri ile alan detaylar ise alanı çevreleyen çizgiler ile temsil edilir. Raster veri yapısında tüm detay türleri koordinatları (satır ve sütun numaraları) bilinen resim elemanları (piksel) ile temsil edilirler.

Raster veri yapısı kullanılarak grafik olarak temsil edilen grafik varlıklara ilişkin küçük grafik özellikler kaybolur. Bu yapı kullanılarak örneğin, meşcere tipi sınırı gibi çizgi türündeki detayların temsil edilmesi zordur. Vektör veri yapısı kullanılarak grafik olarak temsil edilen coğrafi detaylara ilişkin çok küçük alanların gösterim olanağı vardır; fakat alan hesabı konusunda raster veri yapısına kıyasla daha fazla zaman gerektirir. Bir grafik veri yapısından diğerine dönüşüm yapmak mümkündür (8).

1.6.1.1.1. Raster Veri Yapısı

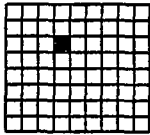
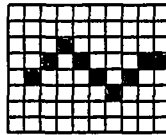
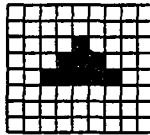
İki boyutlu bir şeklin bilgisayarda raster teknikle temsil edilmesinde, şekli içeren grafik alan üzerine bir grid ağı oluşturulduğu düşünülür. Grid ağını oluşturan her bir kare "piksel" olarak adlandırılır. Her bir kare içerisinde neyin bulunduğu bilgisayarda belli kodlar (sayılar/harfler) ile kaydedilir. Başka bir deyişle, grid ağı bir matris olarak düşünülür. Öyleki, bu matrisin elemanları piksellerdir ve her bir pikselde neyin olduğu kodlanmıştır.

Raster yapıda grafik veri toplarken her bir piksele karşılık gelen noktada hangi rengin veya hangi gri tonunun bulunduğu bir algılayıcı ile tespit edilir ve bunlar sayılar olarak kaydedilir. Bu teknikle veri toplayan cihazlara raster tarayıcı (raster scanner) denir. Bu yapıda bir grid karesinin (pikselin) her yerinde aynı detayın olduğu varsayılır. Buna göre gösterim inceliği, piksel boyutu ile ters orantılıdır. Yani piksel boyutu büyüdükçe çok küçük detayların ve eğri sınırların temsil edilmesinde sorunlarla karşılaşılır. Buna göre özellikle çizgisel haritaların bilgisayarda raster yapıda temsil edilmesinde, piksel boyutunun en ince çizgi kalınlığından da küçük tutulması kaçınılmazdır. Her piksel karesine ancak tek bir sayı atanabildiğinden aynı noktada birden fazla coğrafi verinin gösterimi mümkün değildir. Bu

sakıncayı gidermek için de "harita katmanları" kavramı geliştirilmiştir. Buna göre her harita paftası bir çok katmanlardan oluşur ve bu katmanlar üst üste dizili matrislerle temsil edilir. Her bir matris üzerinde belli bir sınıfa ait detaylar yer alır. Haritaların bu şekilde (katmanlar halinde) temsil edilmesi de bu kez bellek problemi oluşturmaktadır. Örneğin, 50x70 cm boyutundaki bir paftanın bilgisayarda 0.1x0.1 mm.'lik piksellerle temsil edildiği kabul edilirse, tek bir katmandaki matrisde 35 milyon eleman bulunacaktır. Her bir eleman için 1 bit kullanıldığında bir katman için 4.5 Mbyte, 8 bit kullanıldığında ise 35 Mbyte bellek gereksinimi olacaktır. Ancak, grafik verilerin katmanlar halinde temsil edilmesiyle her bir piksel karesinde oldukça fazla sayıda detayı kodlamak mümkündür. Raster veri yapıları, vektör veri yapılarına göre daha duyarlıdır. Yani geometrik açıdan elde edilen verilerin kalitesi yüksektir (26).

1.6.1.1.2. Vektör Veri Yapısı

Bu veri yapısında detaylar, nokta, çizgi ve alan detaylar olarak ele alınırlar. Buna göre bilgisayarda, bir nokta detay için bir koordinat çifti, bir çizgi detay için bir koordinat çifti dizisi (vektörü) ve bir alan detay için de bu alanın çevresini oluşturan kapalı poligon yine bir koordinat çifti dizisi olarak temsil edilir (Şekil 12). Bu nedenle, vektör verilerde, raster veri yapısında olduğu gibi birden fazla ayrıntının aynı koordinat çiftinde veya koordinat çifti dizisinde yer alması mümkün değildir. Vektör teknikte, sayısallaştırma masasının ayırım gücü, raster teknikte olduğu gibi veri kaybına neden olmaz. Ancak kaydedilen koordinatların duyarlılığını etkiler. Günümüzde vektör verilerin toplanmasında en çok elle (manuel) sayısallaştırma yöntemi kullanıldığından, bu verilerin duyarlılığı büyük ölçüde sayısallaştırma işlemi yapan operatöre bağlıdır. Vektör veriye ulaşım ve gösterimi raster veri yapısından daha hızlıdır.

GRAFİK VERİ YAPISI	Coğrafi Detay Türü		
	Nokta	Çizgi	Alan
VEKTÖR	A . Xa, Ya	B 1 2 3 4 5 6 C Xb, Yb Xi, Yi (i=1...n) Xc, Yc	A Xa, Ya Xb, Yb B C Xc, Yc
RASTER			

Şekil 12. Grafik veri yapıları

1.6.1.2. Veri Kaynakları

Bir coğrafi bilgi sisteminin kurulabilmesi için gerekli bileşenlerden belkide en önemlisi veridir. Çünkü bütün koşullar sağlansa bile veri olmadan sistem, hammadesi olmayan bir fabrikadır. Oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemi için gerekli coğrafi verilerin toplanabileceği başlıca kaynaklar klasik olarak 5 ana grupta toplanabilir (25). Bunlar:

1- Mevcut Harita ve Dökümanlar

- çizgisel haritalar
- tematik haritalar
- bilgisayar destekli çizimler
- ortofoto ve foto haritalar
- metin kütükleri
- tapu ve kadastro kayıtları

2- Fotoğraf ve Görüntüler:

- hava fotoğrafları
- yersel fotoğraflar
- uydu fotoğrafları

3- Arazi

- klasik ölçme kayıtları
- manyetik ortamdaki arazi ölçüleri
- GPS (Global Positioning System) ölçüleri (22)

4- Hazır Sayısal Coğrafya Bilgileri

- Standart formatta hazır sayısal coğrafya bilgi kütükleri (22)
- On-line bağlantılı diğer coğrafi bilgi sistemleri

Çizgisel Haritalar: Fotogrametrik veya yersel yöntemlerle üretilen harita orjinallerinden, kartoğrafik işlemler sonucu astrolon, plastik, film veya kağıt altlık üzerine üretilen topoğrafik haritalar, çizgisel harita olarak değerlendirilir. Bu haritalarda yer alan veriler veri toplama yöntemlerinden uygun olan biriyle alınarak, Coğrafi Bilgi Sistemi ortamına aktarılır (8).

Tematik Haritalar: İnsanların yeryüzü ile ilişkileri, yeryüzünün topoğrafik yapısını ve üzerindeki bazı oluşumları bilmekle sınırlı değildir. Bu ilişki, yeryüzünde görülebilen veya görülmeyen sayısız konuları kapsamı içine alır. Örneğin, tarım arazilerinin büyüklüğü, kullanım biçimleri ve bunların dağılımı, akarsu kaynakları ve bunların dağılımları, maden yatakları, kapasiteleri, jeolojik yapı, kentsel ve kırsal yerleşimin dağılımı, din, dil ve ırkların yeryüzünde dağılımı, ormancılık ve işletim biçimleri, deniz, kara ve hava ulaşım yolları, yoğunlukları, iklim ve iklim elemanlarının büyüklükleri ve dağılımı gibi sayılabilecek çok çeşitli konularda yeryüzüyle doğrudan ilişkili ve yeryüzünde yaşayan insanların her an iç içe oldukları konulardır. Bu konuları yakından izlemek, üzerinde düşünmek, gerekli yorumları

yapmak ve geleceğe dönük çeşitli gelişme planları düzenlemek insanlar için kaçınılmaz bir gereksinimdir. Bu gereksinimleri karşılamak amacıyla yukarıda sıralanan konulardan bir veya birkaçını göstermek üzere yapılan haritalara tematik harita denir (28).

Bilgisayar destekli Çizimler: Değişik konularda, çeşitli bilgisayar destekli çizim sistemleri ile bilgisayar ortamında oluşturulan çizim kütükleri, gerekli dönüşümler sonrası coğrafi veri kaynağı özelliği kazanırlar (8).

Ortofoto ve Foto Haritalar: Standart hava fotoğraflarındaki fotoğraf eğikliği ve arazideki yükseklik farkları nedeniyle oluşan kaymaların giderilmesi sonucu elde edilen, yine harita gibi tüm yüzeyinde belli bir ölçeğe sahip bulunan fotoğraflık görüntülere ortofoto denir.

Foto haritalar ise, üzerinde haritaların sahip olduğu kenar bilgileri, eşyükselti eğrileri, isimler ve benzeri bilgilerin eklendiği ortofotolara denir (29).

Metin Kütükleri: Herhangi bir text editörü ile oluşturulmuş olan metin kütükleri de uygun dönüşümler sonrası coğrafi veri kaynağı olarak kullanılabilirler (8).

Tapu ve Kadastro Kayıtları: Taşınır ve taşınmaz mallara ilişkin tapu, mülkiyet, edinme yöntemi ...vb. gibi bilgileri içeren tapu ve kadastro kayıtları da birer coğrafi veri kaynağıdır.

Hava Fotoğrafları: Yeryüzünün uçakla havadan kuşbakışı olarak çekilmiş fotoğraflarına hava fotoğrafı denir (29). Gerek çizgisel gerekse ortofoto ve foto harita üretiminde kullanılan hava fotoğrafları, stereoskopik (üç boyutlu) değerlendirme sırasında sayısal veriler üreten analitik kıymetlendirme aletleri kullanılarak coğrafi bilgi sistemleri için veri kaynağı niteliği kazanırlar (8).

Yersel Fotoğraflar: Hava fotoğraflarında olduğu gibi belli bir bindirme (örtme) oranı ile çekilen yersel fotoğraflar da stereoskopik değerlendirmede kullanılabilirler. Dolayısıyla bu özelliğe sahip yersel fotoğraflar coğrafi bilgi sistemleri için bir veri kaynağı özelliğindedirler.

Uydu Görüntüleri: coğrafi bilgi sistemlerinin en büyük veri kaynaklarından biri de uydu görüntüleridir. Yeryüzünü sürekli tarayan gözlem uydularının gönderdiği görüntüler, bilgisayarla entegre olan görüntü işleme sistemleri tarafından alınıp istenen amaç doğrultusunda kullanılabilirler.

Dünya çevresinde dolaşan gözlem uyduları, dünya yüzeyinden yayılan enerjileri kaydederler. Yeryüzündeki tüm cisimler elektromanyetik dalga şeklinde enerji yayarlar, yansıtırlar, emerler veya geçirirler. Bu enerjinin miktarı ışığın dalga boyuna bağlıdır. Farklı özelliklere sahip cisimlere ait bilgiler, elektromanyetik spektrumun belirli bölgelerinde ışığı yansıtma veya yayma farklılıklarından yararlanarak toplanabilmektedir. Bu optik bilgiler bilgisayar kodları olarak kaydedilip, daha sonra yine bilgisayar kullanılarak görüntü haline getirilirler. Bir uydu görüntüsü yaklaşık olarak 180 X 180 km'lik bir alanın görüntüsünü bilgisayarda sayısal olarak saklayabilmektedir. Bu görüntülerden daha ayrıntılı görüntülere

ulaşmak mümkündür. Örneğin, günümüzde 180 km² kadar olan optik bilgilerden 30 m²'ye kadar varan çok detaylı görüntülere ulaşılabilmektedir (5).

1.6.1.3. Veri Toplama Yöntemleri

Yukarıda kısaca sınıflandırılması yapılan kaynaklardan coğrafi verilerin toplanması yöntemlerini 8 ana başlıkta toplayabiliriz.

- 1- Sayısallaştırma
 - Manuel (el ile) sayısallaştırma
 - Otomatik sayısallaştırma
- 2- Tarama
 - Optik-mekanik tarama
 - Doğrusal fotodiod veya CCD ile tarama
- 3- Video sayısallaştırma
- 4- Uzaktan algılama
- 5- Fotogrametrik yöntemlerle
- 6- Coğrafi verilerin doğrudan araziden toplanması
 - Total station
 - GPS'den CBS'ne veri aktarımı
- 7- Alfasayısal bilgi girişi
- 8- Hazır sayısal bilgi kütüğü ithali

1.6.1.3.1. Sayısallaştırma

Bu yöntemle konum verileri, iki boyutta x-y koordinat çiftleri halinde, yani vektörel formatta toplanırlar. Sayısallaştırma işlemi manuel (El ile) veya otomatik olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir (25).

1.6.1.3.1.1. El ile Sayısallaştırma

Kaynak materyal olarak herhangi bir altlık üzerinde yer alan her türlü çizim kullanılabilir. Referans noktalarının coğrafi veri tabanı jeodezik sisteminde veya ona dönüştürülebilir bir sistemde koordinatları alınır.

Tipik bir sayısallaştırma programı ile önce sayısallaştırma masası üzerinde sabitlenen haritada referans noktaları sayısallaştırılır. Çizgilerin sayısallaştırılmasında çizgiyi temsil edecek karakteristik noktaların seçimi operatörün kontrolü altındadır. Nokta modundaki bu sayısallaştırmaya alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları zaman artımlı,

mesafe artımlı, sürekli mod ve doğrultudan sapma kontrollü ve mesafe artımlı sayısallaştırma yöntemleridir.

Özellikle eşyükselti eğrisi karakterindeki çizgilerin sayısallaştırılmasında zaman artımlı sayısallaştırma yöntemi kullanıldığında çizginin viraj aldığı yerlerde operatörün çizgiyi izlemesi ister istemez yavaşladığından buralarda daha sık nokta sayısallaştırılmaktadır.

Mesafe artımlı sayısallaştırmada eğer doğrultudan sapma kontrol edilemiyorsa, artım miktarı çok verildiğinde, küçük girintiler temsil edilememekte (Şekil 13 a) veya düz yerlerde fazla sayıda nokta sayısallaştırılmaktadır. Bu yöntemle doğrultudan sapma kontrolü de eklendiğinde daha anlamlı bir örnekleme yapılabilmektedir (Şekil 13 b). Bu yöntemle sayısallaştırmada, sayısallaştırılan her noktada bir dikdörtgen başlatıldığı düşünülür. Bu dikdörtgenin uzun eksenini bir önceki sayısallaştırma noktası ile son noktayı birleştiren doğrultudadır.



Şekil 13. Sabit Mesafe artımlı Sayısallaştırma

1.6.1.3.1.2. Otomatik Sayısallaştırma

Bu yöntemle negatif filmlerin sayısallaştırılması yapıldığından haritaların negatif film kopyalarının alınması gerekir. Bu işlemden önce, orjinal materyal üzerindeki çizgiler kontrol edilir, gerekirse netleştirilir ve özellikle kopukluklar kapatılarak pafta köşeleri belirginleştirilir. Bu yöntemde kullanılan otomatik sayısallaştırıcılarda film boyutu en çok 105x148 mm.'dir. Bu alan içinde sayısallaştırma yapılacak bölge ise en çok 96x68 mm.'dir. Bu yöntemde, negatif film üzerine kırmızı ve mavi laser ışını yansıtılır. Kırmızı ışının film üzerindeki bir noktadan yansıma şiddeti bir fotodedektör ile algılanır. Her 10-15 mikronda bir ve saniyede 500 kerelik bir hızla elde edilen bu yansıma şiddeti değerleri belli bir tarama hattı boyunca bir histogram verir. Bu yöntemin en önemli özelliği, raster tarama ve etkileşimli sayısallaştırmanın üstün yanlarının birleştirilmesidir. Yani bilgisayarca okunabilir ortama dönüşüm tekniği rasterdir, ancak, sonuç doğrudan vektörel olarak elde edilmektedir.

1.6.1.3.2. Tarama

Bu yöntemde konum verileri raster yapıda toplanır. Kaynak materyal, çizgiler halinde taranarak her çizgi üzerinde belli aralıklardaki noktalarda veri olup olmadığı kaynak materyalin o noktasındaki gri tonunu veya renk kodunu belirleyerek kaydedilir. Kaynak materyalin tüm yüzeyinin taranması ile sayısal ortamda kopyası çıkarılmış olur. Tekrar görüntülendiğinde sadece insan gözü için anlamlı olan bu veriler, tarama sonrası işlemlerle bilgisayarca işlenebilir konum verileri haline dönüştürülür. Tarama tekniği iki grupta ele alınır (30):

1.6.1.3.2.1. Optik-Mekanik Tarama

Bu yöntemde ışığı geçiren kaynak materyel bir taraftan aydınlatılır. Diğer tarafta yerleştirilmiş bulunan mikrodensitometre ile kaynak materyalin o noktasından geçen ışık ölçülerek kaydedilir. Bu arada kırmızı, yeşil veya mavi filtreler kullanılabilir. Mikrodensitometre, materyal üzerinde çizgiler halinde hareket ettirilerek veya materyal bir silindir üzerinde döndürülerek tüm yüzey taranır.

1.6.1.3.2.2. Doğrusal Fotodiod veya CCD ile Tarama

Kaynak materyal olarak, üzerinde elle veya makina ile üretilmiş çizim bulunan opak veya şeffaf kağıt, film, fotoğraf, asetat, keten bez veya tirşe kullanılabilir. Taraması yapılacak kaynak materyalin küçük bir bölümü bir ışık kaynağı ile aydınlatılır. Kaynak materyalden yansıyan ışın CCD (Charged Coupled Device) üzerine düşer ve buradaki her bir hücrecik üzerine düşen ışın, şiddetine göre önce analog voltaja ve sonra bu analog voltaj da ikili sayısal hale dönüştürülür. Böylece herbiri bir pikseli temsil eden her hücrecik tarafından karşılığı olan harita noktasından yansıyan ışının şiddeti bitlerle kodlanmıştır. Örneğin, her piksel için 8 bit kaydedildiğinde $2^8 = 256$ değişik ışın şiddeti algılanmış olur ve bunlar grinin tonları olarak yorumlanır.

1.6.1.3.3. Video Sayısallaştırma

Video sayısallaştırıcılar video cihazından gelen NTSC veya PAL gibi formattaki analog sinyali alır. Bu sinyal üzerindeki renk bileşenlerini ve senkronizasyon bilgisini önce bir sinyal üzerine kodlar. Daha sonra bu sinyaldeki senkronizasyon bilgisini çıkarır ve renkleri kırmızı, yeşil ve mavi bileşenlerine ayırır. Son olarak her renk kanalındaki 8 bitlik video sayısallaştırma mekanizması bu üç analog renk sinyalini, sayısala çevirerek manyetik ortama kaydeder veya anında bir grafik ekranda görüntüler.

Video sayısallaştırma ile coğrafi veri toplama bugün için çok yaygın bir yöntem olmamakla beraber, büyük bir gelecek vaad etmektedir (30).

1.6.1.3.4. Uzaktan Algılama

Uzakta bulunan cisimler hakkında, onlarla fiziksel bağlantı kurmadan bilgi elde etme olarak tanımlan uzaktan algılamanın daha geniş bir tanımı şu şekilde yapılmaktadır: Elektromanyetik spektrumun morötesi ışınları ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümünden yararlanarak, havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniğidir (31). Günümüzde uzaktan algılama sistemlerinde başka olanaklar da (örneğin, sismik dalgalar, ses dalgaları ve gravitasyonel kuvvet) bulunmasına rağmen en sık ölçülen özellik, cisimlerden yayılan elektromanyetik enerjidir (32). Cisimler hakkında bu yolla bilgi kaydetmeye yarayan gereçlere uzaktan algılayıcı gereçler (Remote Sensor) denilmektedir.

Günümüzde yeryüzü hakkında veriler, dünya etrafında yörüngelerde dönen uydulardan elde edilmektedir. Uydu yükseltilerinin sağladığı geniş görüş, uydu algılayıcılarının hareket hızı ve kullanılan spektral band sayısı nedeniyle çok büyük miktarlarda veri üretilmektedir. Uzaktan algılama ile elde edilen bilgilerin birçok durumda ancak, hızlı ve ekonomik olarak elde edilebilmeleri halinde değeri olacağından, eldeki bu geniş veri hacminden güvenilir bilgilerin çıkarılmasında, bu ekonomi ve hıza erişmek için bilgisayarlara yönelme olmaktadır (32).

Dünya etrafında yörüngeye yerleştirilen ilk yapay uydu 1957'de uzaya gönderilen Sputnik (SSCB) adlı uydudur. Ancak yeryüzünün uzaydan otomatik fotoğraf makineleriyle fotoğraflarını çeken insansız ilk uydu 1959 yılında ABD tarafından uzaya gönderilen Explorer 6 olmuştur.

Yer kaynaklarının araştırılması ve yeryüzünün incelenmesine katkıda bulunmak amacıyla uzaya ilk gönderilen insansız uydu kısa adı ERTS olan yer kaynakları teknoloji uydusu (Earth Resources Technology Satellite) olmuştur. 1972 yılında ABD tarafından yörüngeye yerleştirilen bu uydunun kısa adı 1975 yılında LANDSAT 1 olarak değiştirilmiştir.

LANDSAT programı; tarım ürünleri, orman, su, petrol, maden gibi yer kaynaklarının araştırılması ve çeşitli yönleriyle yeryüzünün incelenmesinde, uzaydan uygulanan uzaktan algılama tekniğinin yararlılığını ortaya koymak, bir bakıma denemek üzere, NASA tarafından hazırlanmış bir programdır. 1975 yılında LANDSAT 2, 1978 yılında LANDSAT 3 yörüngeye yerleştirilmiştir (31). Doğal kaynak inceleme amacıyla görev yapan uydu sistemleri ve bunların bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir (33).

Tablo 1. Doğal kaynak inceleme uyduları

Platform	Yıl	Algılayıcı	Bandlar	Spektral Aralıklar	Duyarlılık (metre)	Piksel Boyutu	Veri Hacmi	Ülke
Landsat-4/5	1982/84	MSS TM	4 7	VIS/NIR VIS/NIR/ MIR/TIR	80 30 (TIR:120)	56m 28.5 m	13Mb 86 Mb	ABD
SPOT	1986	HRV-P HRV-XS	1 3	Pan (VIS) VIS/NIR	10 20	10m 20 m	100Mb 75 Mb	Fransa
MOS	1987	MESSR	4	VIS/NIR	50	50 m	16 Mb	Japonya
IRS-1A	1988	LISS	4	VIS/NIR	36.5	36.5 m	30 Mb	Hindistan
Shuttle	1983	SIR-B MOMS	1 2	Radar VIS/NIR	17-58 20	12.5m 20 m	64Mb 50 Mb	ABD Almanya

VIS: Görünür (0.4 - 0.7) MSS: Multi spectral scanner NIR: Yakın kızılötesi (0.7 - 1.3)
 TM: Thematic mapper MIR: Orta kızılötesi (1.3 - 3.0) HRV: High resolution visible
 TIR: Termal kızılötesi Pan: Pankromatik

64 ayrı gri renk tonu kodlarını içeren Landsat-MSS verileri 1/1 000 000 ve 1/250 000 ölçekli kağıt baskılar veya 4 bantlı, yer kontrollü veya kontrolsüz manyetik teypler halinde sunulmaktadır. 256 ayrı gri renk tonunu içeren Landsat-TM verileri ise 1/500 000 veya 1/25 000 ölçekli filmler, 1/500 000, 1/50 000 ve 1/25 000 ölçekli kağıt baskılar veya 1-7 bantlı

yer kontrollü veya yer kontrolsüz manyetik teypler halinde sunulmaktadır. 256 gri renk tonu kodlu SPOT-HRV verileri ise stereoskopik, monofilm veya kağıt baskılar halinde ya da manyetik teyp üzerinde sunulmaktadır (30).

Genel olarak yapay uydularca algılanan fotoğraf kayıtları yer istasyonlarına iki yoldan iletilir (31):

1- Kaydı yapan insanlı veya insansız uydunun ya da uzay aracının dünyaya geri dönmesi ve kayıtları birlikte getirmesi,

2- Kayıtların radyo tekniği ile telemetrik yoldan yer istasyonlarına iletilmesi.

Uçaklara yerleştirilen çok bantlı tarayıcılarla da aynı verileri toplamak mümkün olmaktadır. Bu durumda uçuş yüksekliğine göre yerdeki piksel boyutu değişmekte ve aynı zamanda taranan şerit genişliği daralmaktadır.

Landsat-TM, Landsat-MSS, Spot-HRV ve uçaktan MSS verileri raster yapıdadır. Bu veriler sayısal görüntü işleme teknikleri ile işlenerek bunlardan raster veya vektör formatta bir çok coğrafi veri elde edilebilmektedir .

1.6.1.3.5. Fotogrametrik Yöntemlerle Veri Toplama

Coğrafi bilgi sistemleri için fotogrametrik yöntemle veri toplamada kaynak materyal olarak stereo hava fotoğrafları veya stereo SPOT görüntüleri kullanılmaktadır.

Fotogrametrik yöntemle toplanan detay verileri vektörel formda ve spaghetti yapıdadır. Spaghetti yapıda görülen kopukluk, taşma, boşluk ve üst üste binme gibi

geometrik sorunlar etkileşimli düzeltme ile giderilse dahi, CBS'ne aktarıldıktan sonra yapılandırılmaları ve kenar-düğüm yapıya çevrilmeleri gerekir. Fotogrametrik yöntemle toplanan bu vektörel verilerin harita sayısallaştırma ile toplanan vektörel verilerden önemli farkı, üç boyutlu olmalarıdır.

Fotogrametrik kıymetlendirme sırasında veya sonradan düzeltme sırasında, toplanan verilere belli bir detay kodlama kataloğuna uygun etiketleme yapılır ve çizgi karakteristikleri belirtilebilir. Sonuçta elde edilen belli bir formattaki grafik kütük format dönüşümünden sonra CBS'ne aktarılır (30).

1.6.1.3.6. Coğrafi Verilerin Doğrudan Araziden Toplanması

Araziden doğrudan konum verisi toplayıp CBS'ne aktarmada bugün için iki ayrı yöntem kullanılmaktadır (30).

1.6.1.3.6.1. Totalstation

Bu aletlerde, yansıtıcı prizmaya yapılan yatay açı, düşey açı ve eğik kenar ölçüleri elektronik olarak bir kayıt cihazına kaydedilir. 500 - 1000 noktanın kaydının yapılabildiği bu cihazlar daha sonra bir bilgisayara bağlanır ve ölçü kütüğü bir transfer programı ile bilgisayara aktarılır. Genellikle ASCII kodlu ve belli bir formattaki bu kütükler, önce bir format dönüşümünden geçirilir ve bir koordinat geometrisi (COGO) yazılımı ile prizma noktalarının üç boyutta koordinatları hesaplanabilir. Daha sonra bu COGO kütükleri de bir dönüşüm programı yardımıyla coğrafi bilgi sistemlerine aktarılır.

1.6.1.3.6.2. GPS (Global Positioning Systems=Global Yer Belirleme Sistemleri)

Bugün pek çok alanda konum (yer) belirlemede kullanılan GPS, son zamanlarda doğal kaynak planlama çalışmalarında da kullanılmaya başlanmıştır.

Gerçekleştirilen bir entegrasyonla GPS verilerinin anında coğrafi bilgi sistemleri'ne aktarılması mümkün olmaktadır. Bu sistemde bir GPS alıcısı doğrudan bir dizüstü bilgisayara bağlanarak bir araca monte edilmiştir. Bu bilgisayara bir coğrafi bilgi sistemi, örneğin, ARC/INFO yazılımı ve entegrasyonu sağlayan GeoLink yazılımı yüklenmiştir. Araç ilerlerken belli aralıklarla (örneğin 1 sn) alınan GPS konum ölçüleri doğrudan ARC/INFO kütüklerine aktarılmakta ve dizüstü bilgisayar ekranında daha önceden var olan grafik kütükle birlikte görüntülenebilmektedir. Elde edilen sonuçlar duyarlılık açısından oldukça önemlidir.

1.6.1.3.7. Alfayısal Bilgi Giriş

Coğrafi bilgi sistemlerine girecek olan grafik olmayan çok büyük bir kısmı kağıt formlar üzerinde yazılıdır. Bir bilgisayara bağı alfayısal terminal ve bir düzeltme yazılımı grafik olmayan bilgi girişi için yeterlidir. ASCII veya EBCDIC karakterler olarak girilen alfayısal bilgiler daha sonra grafik verilerle ilişkilendirilmek üzere CBS'nin kurulacağı bilgisayar ortamına transfer edilir.

1.6.1.3.8. Hazır Sayısal Bilgi Kütüğü İthali

Coğrafi bilgi sistemleri ve sayısal harita üretimi uygulamaları yaygınlaştıkça, her geçen gün üretilen sayısal coğrafi bilgi kütükleri de artmaktadır. Coğrafi bilgi toplamanın en ucuz yolu belli bir bölgede daha önce üretilmiş olan coğrafi bilgi kütüklerinin teyp, disket vb. off-line ortamlarda veya bilgisayar ağları üzerinden on-line olarak transfer edilmektedir (30).

1.6.2. Donanım

Coğrafi bilgi sistemlerinin donanım bileşeni, basit kişisel bilgisayarlar dahil, yüksek kapasiteli Çalışma İstasyonları (Workstation), mikro bilgisayarlar (PC) veya ana (mainframe) bilgisayarlar gibi herhangi bir bilgisayar ortamı olabilir. Her ne kadar alt seviyede bir 386 bilgisayar yeterli ise de, 1990'ların başlarında Unix işletim sisteminin kullanıldığı çalışma istasyonlarına doğru oldukça yoğun bir akım vardır. Bunun nedeni, çalışma istasyonlarının gerektiğinde kişisel bilgisayar, gerektiğinde de büyük bir ana bilgisayar olarak kolayca kullanılabilmesidir. Ayrıca çalışma istasyonlarının ana belleğinin ve disk kapasitesinin çok büyük ve en önemlisi, hızlarının da yüksek oluşu, CBS kullanıcılarını bu bilgisayarları tercihe zorlamaktadır. Veri okuyup yazma hızı ve etkinliği, bilgileri etkili ve hızlı bir şekilde ekranda görüntüleme özellikleri de çalışma istasyonlarına üstünlük sağlamaktadır (8).

Genel olarak coğrafi bilgi sistemlerinin donanım bileşenlerini 3 ana grupta toplayabiliriz (25):

- Veri giriş elemanları
- Veri depolama ve işleme elemanları
- Veri sunuş elemanları

1.6.2.1. Veri Giriş Elemanları

Gerekli verileri, coğrafi bilgi sistemi ortamına girmeyi sağlayan veri giriş elemanları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Sayısallaştırıcılar,
 - El ile sayısallaştırıcılar,
 - Otomatik sayısallaştırıcılar,
- Analitik stereo kıymetlendirme aletleri,
- Alfanümerik terminal,
- Teyp ve disket sürücüler.

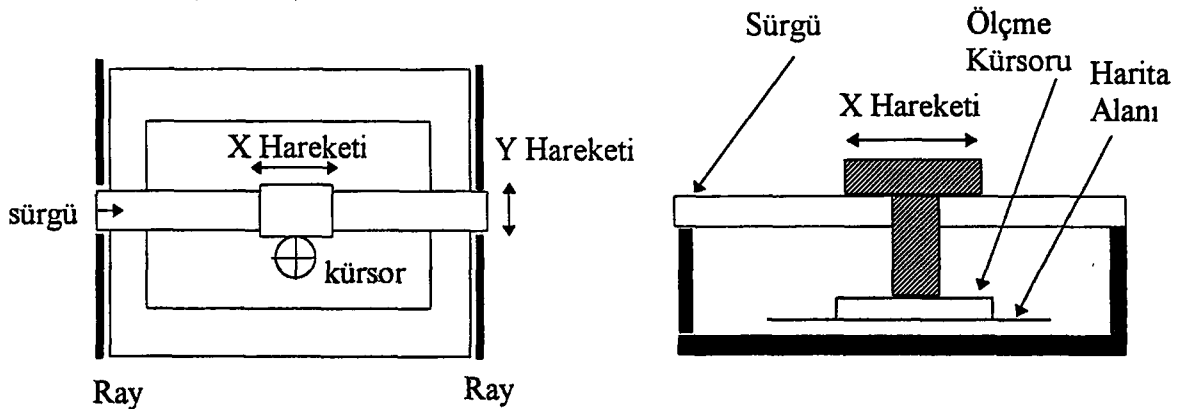
1.6.2.1.1. Sayısallaştırıcılar

Grafik dökümanların veya haritaların sayısallaştırılmasında kullanılan sayısallaştırıcılar, kullanım teknikleri açısından manuel sayısallaştırıcılar ve otomatik sayısallaştırıcılar olmak üzere ikiye ayrılırlar.

1.6.2.1.1.1. El ile Sayısallaştırıcılar

El ile sayısallaştırma aletlerinin birkaç farklı çeşidi vardır. Bunları sabit kursorlu, kalem izlemeli ve serbest kursorlu sayısallaştırıcılar olarak tanımlayabiliriz..

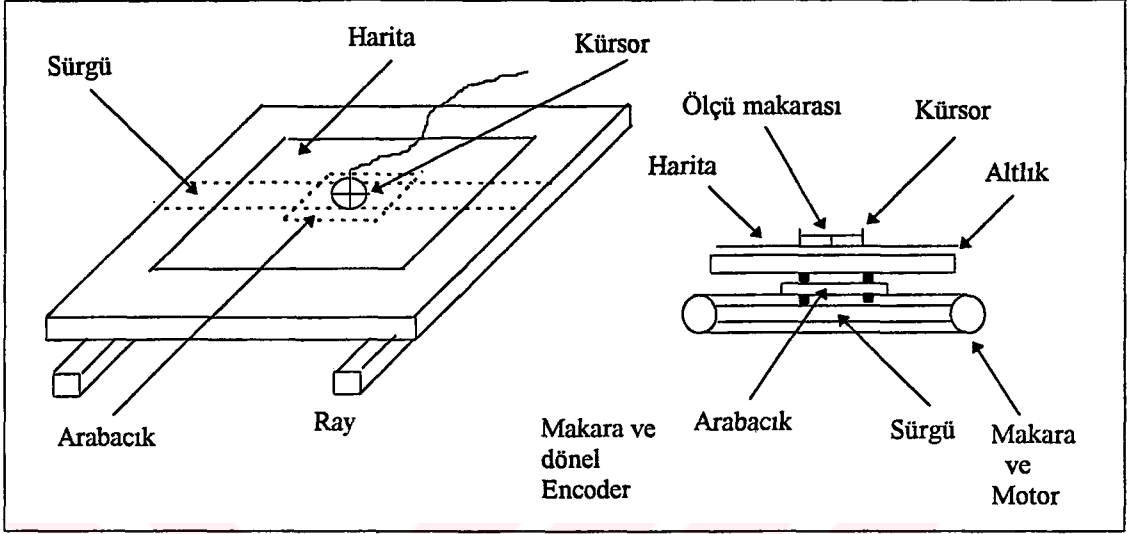
a-) Sabit Kursorlu Sayısallaştırıcılar: Alet, X ve Y eksenlerini temsil eden birbirine dik iki koldan oluşur. Kollardan biri sabit, diğeri ise bunun üzerinde hareket eder. Kursor ise, hareketli kola yine hareketli bir arabacık ile bağlanmıştır. Kursorun ve hareketli kolun hareketleri encoderler aracılığı ile ölçülerek elektronik devrelerle bir bilgisayara aktarılır. Sistem bir masaya bağlanarak kullanılır (Şekil 14). Masanın düz bir yüzey olmasından başka hiç bir özelliği yoktur.



Şekil 14. Sabit kursorlu sayısallaştırıcı

b-) Kalem İzlemeli Sayısallaştırıcılar: Bu tip sayısallaştırıcılarda kursorun bağlı olduğu hareketli kol ve bu kolun bağlı olduğu sabit kollar, üzerinde sayısallaştırılacak dökümanın

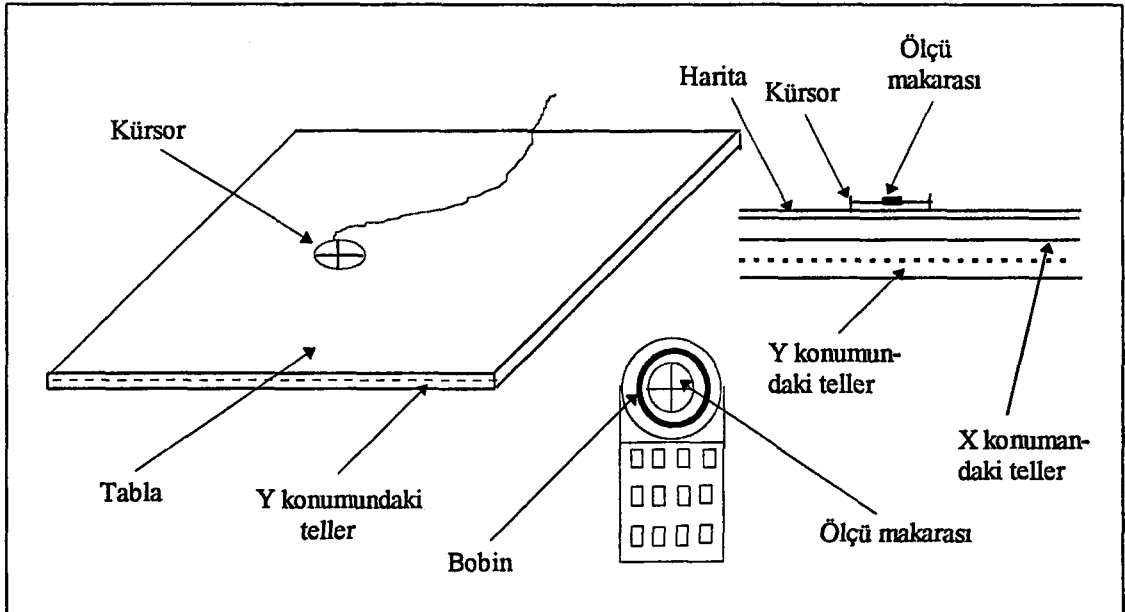
bulunduğu yüzeyin altındadır. Çizgilerin ölçümü, içinde helezon şeklindeki kıllar ağı bulunan bir arabacık ile buna sinyaller gönderebilen kursor yardımıyla yapılır (Şekil 15).



Şekil 15. Kalem izlemeli sayısallaştırıcı

c-) **Serbest Kursorlu Sayısallaştırıcılar:** Bu tür sayısallaştırıcılarda bir sayısallaştırma tablası kullanılır (Şekil 16). Sayısallaştırma tablası, üzerine harita veya grafik döküman yerleştirilebilen elektronik veya elektromanyetik bir yapıya sahiptir.

El ile sayısallaştırıcı ile topoğrafik harita sayısallaştırılırken ayırım gücünün 0.001 inch civarında olması istenmektedir. Bu durumda sayısallaştırılan bir noktanın konum duyarlılığı büyük bir olasılıkla $\pm 0.00''$ ile $\pm 0.002''$ arasında bir değerde olmaktadır. 1/25 000 ölçekli bir harita için bu duyarlılık değerleri ± 65 , 125, 190 ve ± 380 cm'ye karşılık gelmektedir.

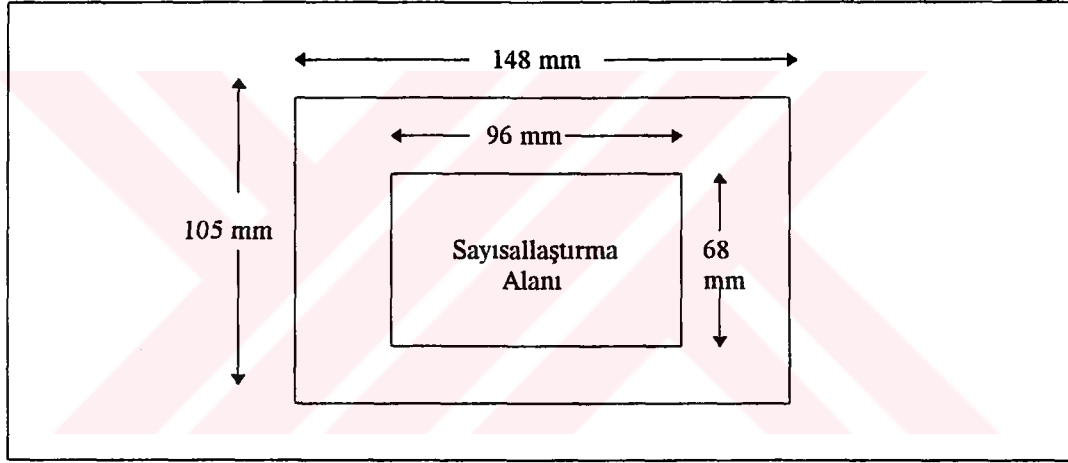


Şekil 16. Serbest kursorlu sayısallaştırıcı

1.6.2.1.1.2. Otomatik Sayısallaştırıcılar

Bu sayısallaştırıcılar da kendi aralarında dörde ayrılır. Bunlar; Otomatik çizgi izleyiciler, raster tarayıcılar, vektör tarayıcılar ve video sayısallaştırıcılardır.

a-) Otomatik Çizgi İzleyiciler: Bu tür sayısallaştırıcılar, negatif filmlerin sayısallaştırılmasında kullanıldıklarından, sayısallaştırılması yapılacak dökümanın negatif filmlerinin alınması gerekir. Bugün film boyutu azami 105x148 mm.'dir. Bu alan içerisinde sayısallaştırılacak alan ise 96x68 mm.'dir (Şekil 17). Bu sayısallaştırıcılar ile yapılan sayısallaştırma işleminde, operatörün gösterdiği çizgiler otomatik olarak bir raster tarama şeridi ile izlenerek sayısallaştırılır.



Şekil 17. Otomatik çizgi izleyicilerde sayısallaştırılabilecek film boyutu

b-) Raster Tarayıcılar: Raster tarayıcıların en önemli parçası CCD (Charged Coupled Device)'dir. CCD özel bir kamera içine yerleştirilmiş ve ışığa duyarlı çok küçük hücrecikleri içeren bir hücre dizisidir. Bir CCD üzerinde 8-30 bin hücrecik bulunabilir. Raster tarayıcılar silindir veya masa tipli olabilmektedir. Silindir tipli tarayıcılarda kaynak döküman bir silindir üzerine sarılır. Silindirin her dönüşünde CCD kamera bir çizgiyi taramış olur. CCD kamera, silindir eksenine doğrultusunda hareket ettikçe tüm yüzey belli aralıklardaki çizgiler halinde taranmış olur.

Masa tipli tarayıcılarda ise CCD kameranın bulunduğu kafa Y eksenine boyunca bir kol üzerine yerleştirilmiştir. Kol X eksenine boyunca hareket ederken bir çizgi taranır ve CCD kamera kaydırılarak bütün yüzey taranmış olur.

c-) Vektör Tarayıcılar: Bu tür sayısallaştırıcılarda, döküman üzerindeki çizgiler vektörler halinde sayısallaştırılır. Saydam altlıklar üzerindeki grafik veriler önce bir ekrana yansıtılır.

Daha sonra bir kalem sayısallaştırıcı (light pen) kullanılarak çizginin başlandığı yer ekranda işaretlenir. Vektör tarayıcı içindeki laser ışık hüzmesi bu çizgiyi otomatik olarak izleyerek sayısallaştırır (8).

d-) Video Sayısallaştırıcılar: Bunlar, "frame grabber" adlı özel bir analog-sayısal dönüştürücüye bağlı bir kameradan oluşmaktadır (30). Video sayısallaştırıcılar, analog televizyon görüntülerini raster yapıdaki sayısal görüntülere dönüştürmektedir (8).

1.6.2.1.2. Analitik Stereo Kıymetlendirme Aletleri (Fotogrametrik Sayısallaştırıcılar)

Bu tür veri giriş elemanları, stereo resim çiftleri kullanılarak, detaylara ilişkin X,Y,Z koordinatlarını kaydeden üç boyutlu sayısallaştırıcılar olarak değerlendirilirler. Buradaki bilgisayar, bir grafik çalışma istasyonu, bir mini bilgisayar veya bir kişisel bilgisayar olabilir. Mini bilgisayar olduğunda, birden fazla analitik stereo kıymetlendirme cihazını ve çevre birimleri beraberce destekleyebilir. Şekilde görülen çevre birimlere ek olarak, otomatik çizim masaları, üst görüntü sistemi, ikinci bir grafik veya CRT ekran, CCD kamera için optik port ve bilgisayar ağı birimleri konfigürasyona eklenebilir (30).

- **Teyp ve Disket Sürücüler:** Hazır olarak teyp ve disketlerde alınan sayısal coğrafya verilerini veri depolama elemanlarına aktarmaya yarayan veri giriş elemanlarıdır.

- **Alfanümerik Terminal:** Grafik olmayan verilerin ve aynı zamanda grafik verileri tanımlayan sayısal koordinat değerlerinin bilgisayar depolama elemanlarına aktarılması için kullanılması özelliği ile alfanümerik terminal bir veri giriş elemanı niteliğindedir (8).

1.6.2.2. Veri Depolama ve İşleme Elemanları

Toplanan verileri saklayan ve işleyen bu donanım bileşenleri, bilgisayar belleği (veri depolama) ve merkezi işlem birimi (veri işleme) olarak sınıflandırılabilir.

1.6.2.3. Veri Sunuş Elemanları

Coğrafi bilgi sistemlerinin standart çıktıları, ekran görüntüleri, haritalar, raporlar, ... vb. şeklindedir. Bu çıktılar, grafik ekranlar, çiziciler yada yazıcılar aracılığıyla elde edilir.

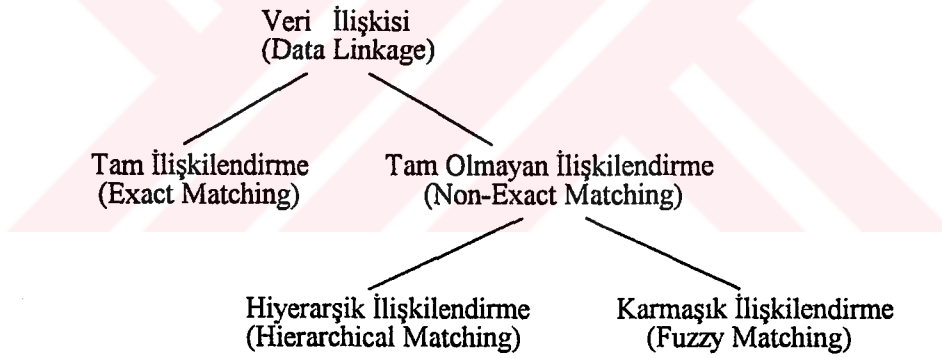
1.6.3. Yazılım

Değişik kaynaklardan elde edilen ve manyetik bir ortamda saklanan coğrafi veriler, gerekli dönüşümlerle okunabilir özellik kazanmaktadırlar. Bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı,

grafik ve grafik olmayan verileri oluşturacağı veri tabanında tutmalıdır. Düzeltme ve güncelleştirme gibi işlemler ile ölçek değiştirme, alan ve çevre hesabı, eğim tarama, kesit hesabı, sınıflandırma, istatistiksel işlemler ve simülasyon gibi analiz işlemleri de bu yazılım ile gerçekleştirilebilmelidir. Grafik ve grafik olmayan verilerin birbirleri ile bütünleşik olarak sorgulanmaları yine yazılım ile sağlanmalıdır. Her türlü sorgulamaya imkan veren coğrafi bilgi sistemi yazılımı, terminal, çizici, yazıcı ve manyetik ortam gibi birimler aracılığı ile harita, tablo ve şekiller de üretebilmektedir.

Genelde coğrafi bilgi sistemi yazılımları, coğrafi bilgileri bir bağlayıcı aracılığı ile niteliksel verilere bağlayan modelden oluşmaktadır. Grafiksel veriler, bir uzaysal bilgi iletişim sistemi olarak nitelendirilebilen yerde depo edilirken, grafik olmayan veriler ise, geleneksel veri tabanı işletim sistemi tarafından saklanıp işletilmektedir. Coğrafi bilgi sisteminin asıl rolü, bu iki tip veriyi etkili bir şekilde birbirine bağlamasından kaynaklanmaktadır. Değişik veri modelleri ve yapıları ile bu veriler düzenli bir şekilde organize edilerek coğrafi bilgilere ulaşım kolaylaşmaktadır.

Bir coğrafi bilgi sistemi yazılımı farklı veri yapılarındaki verileri birbirlerine bağlar, yani ilişkilendirir. Veriler arasında kurulabilecek ilişkiler (veri bağlantıları) Şekil 18'de görülmektedir.



Şekil 18. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri ilişkileri

Tam İlişkilendirme: Veri kütükleri arasında bire-bir eşleme vardır. Örneğin, bir kütükte coğrafi detaylara ait bazı özellikler, örneğin, meşcere tipleri ve bunların hektardaki ağaç sayıları, diğer kütükte ise aynı coğrafi detaylara ilişkin başka özellikler, örneğin, meşcere tiplerine ait hektardaki servet bilgileri varsa, her iki kütükte ortak olan bir anahtar özellik, örnekte meşcere tipi, kullanılarak bu iki kütük bire bir olarak kolayca ilişkilendirilir (Şekil 19) (20).

Meşcere Tipi	Ağaç Sayısı (N/ha)	Meşcere Tipi	Servet (V/ha)
KnGb3	980	KnGb3	345.799
KnGd1	92	KnGd1	220.252
GB3	414	GB3	499.203
GKnB3	446	GKnB3	426.309

Meşcere Tipi	Ağaç Sayısı (N/ha)	Servet (V/ha)
KnGb3	980	345.799
KnGd1	92	220.252
GB3	414	499.203
GKnB3	446	426.309

Şekil 19. Tam ilişkilendirme

Yukarıdaki iki tablo meşcere tipine göre tam ilişkilendirme sağlanarak birleştirilebilir.

Hiyerarşik İlişkilendirme: Bazı tip bilgiler daha küçük alanlardan daha detaylı daha sık olarak toplanırken, bazı tip bilgiler de daha geniş alanlardan, daha uzun periyotlarla toplanır. Eğer, küçük alanlar bir araya getirildiğinde geniş alanı tam olarak kaplıyor ise, bu verileri ilişkilendirmek için çözüm hiyerarşik ilişkilendirmedir (20). Böylece küçük alanlar bir araya getirilerek büyük alanlara ait veriler elde edilebilir.

Karmaşık İlişkilendirme: Pek çok durumda daha küçük alanların sınırları, daha büyük alanlarla tam olarak çakışmaz. Özellikle çevresel veriler söz konusu olduğunda geçerlidir. Burada bir veri grubu ile diğer veri grubu arasında birbiriyle ilişkilendirilmelerine yarayacak ortak bir bilgi yoktur. Örneğin, toprak tipleri sınırları ile bonitet sınırları çoğu kez tam olarak çakışmaz. En verimli toprak tipleri belirlenmek istendiğinde, bu iki veri katmanını üst üste çakıştırmak gerekir (Şekil 20).

Coğrafi bilgi sistemi yazılımlarının düzenleme ve yetenek bakımından bir çok değişik tipleri olmasına rağmen, üç temel dizayn geliştirilmiştir (18). Bunlar:

- Dosya İşlem dizayn (File processing design),
- Hibrit dizayn (Hybrid design),
- Geliştirilmiş dizayn (Extended design)'dir.

Dosya İşlem dizayn'da her veri grubu ve her fonksiyon ayrı bir dosya (file) olarak depo edilir ve bunlar analitik uygulamalar sırasında birbirine bağlanır. Özellikle raster tabanlı coğrafi bilgi sistemlerinde bu geçerlidir. Bu tip dizaynı kullanan sistemlere örnek olarak, IDRISI ve MAP sistemleri gösterilebilir.

Hibrit dizaynda ise öznitelik verileri geleneksel ilişkisel bir veri tabanı yönetim sistemi tarafından depolanırken, grafik veriler için ayrı bir yazılım kullanılır. ARC/INFO ve DeltaMap/ GenaMap yazılımları bu tip dizayna örnek yazılımlardır.

Üçüncü tip dizayn ise, geliştirilmiş bir Veri Tabanı Yönetim Sistemidir. Hem grafik hemde grafik olmayan veriler, uygun coğrafi analitik fonksiyonları yerine getirecek şekilde genişletilmiş bir veri tabanı yönetim sisteminde depolanır. Bu tip dizayna en iyi örnek SYSTEM-9'dur. Bu gün dünyada en çok kullanılan bazı coğrafi bilgi sistemi yazılımları Tablo 2'de verilmiştir. (34).

Bir coğrafi bilgi sistemi yazılım paketi, kendi içerisinde 5 ana bölümden oluşmaktadır (23). Bunlar:

- Veri girişi ve doğrulama yazılımları,
- Coğrafi veri tabanı ve yönetimi yazılımları,
- Dönüşüm yazılımları,
- Sorgulama yazılımları,
- Bilgi sunuş yazılımları'dır.
- Veri girişi ve doğrulama yazılımları,
- Coğrafi veri tabanı ve yönetimi yazılımları,
- Dönüşüm yazılımları,
- Sorgulama yazılımları,
- Bilgi sunuş yazılımları'dır.

1.6.3.1. Veri Girişi ve Doğrulama Yazılımları

Değişik kaynaklardan, uygun veri toplama yöntemi ile toplanan coğrafi verileri, bilgisayar tarafından anlaşılabilir formlara dönüştüren ve daha sonra bilgisayar ortamındaki bu verilerin doğruluğunu kontrol etme ve düzeltme işlemlerinin gerçekleştirildiği yazılımlardır. ARC/INFO yazılımında Arcedit modülü bu yazılıma örnek olarak verilebilir.

1.6.3.2. Coğrafi Veri Tabanı ve Yönetimi Yazılımları

Coğrafi bilgi sistemlerine girilen, gerekli kontrol ve düzeltme işlemleri gerçekleştirilen coğrafi verileri, uygun veri depolama teknikleri ile bilgisayar ortamında depolayan ve yöneten yazılımlardır (8).

Tablo 2. Önemli bazı coğrafi bilgi sistemi yazılımları

Yazılımın Adı	Yıl	Ülke	Gerçekleştiren Kuruluş
Geo/SQL	1975	Kanada	SSI Microcad
ARC/INFO	1982	ABD	ESRI Inc.
SPANS GIS	1982	Kanada	Tydac Tech. Ltd.
Autocad ADE	1983	ABD	Autodesk inc.
APIC	1984	Fransa	APIC Systems
WINGS	1986	İngiltere	Systems Options Ltd.
MapInfo	1987	ABD	MapInfo Ltd.
SYSTEM-9	1987	Kanada	Tydac Tech. Ltd.
ReGIS	1988	Güney Afrika Cumh.	Cray Systems Ltd.
MGE	1989	ABD	Intergraph corp.
ERDAS-IMAGINE	1990	ABD	ERDAS
Atlas GIS	1990	ABD	Strategic Mapping Inc.
ArcWiev	1992	ABD	ESRI Inc.
IGIS	1992	İngiltere	Laser-Scan Ltd.
GISbase	1992	Finlandiya	Tekla Oy
WinGIS	1992	Avusturya	PROGIS GmbH
RAMINA	1992	Norveç	Spatial Information Services
GMS	1993	Belçika	Da Vinci Consulting SA
MAPWISE	1994	İngiltere	CDR Group
PLANIT!	1994	Hollanda	And Operation Resaerch
HYDROSCOPR	1995	İngiltere	GeoSoft Ltd.
TIMETRAVEL	1995	İngiltere	Kingswood Ltd.
PREMIS	1995	ABD	Organization Mang. Systems
SPACE/Windows	1995	Fransa	APIC Systems

Veri tabanı, bir kuruluşun ihtiyaç duyduğu değişik bilgileri işletim amacıyla tasarlanan ve ilişkilendirilmiş verilerden oluşan bir kümedir. Veri tabanı yönetim sistemi ise, fazla miktarda bilginin ele alınmasını ve böylece bir ya da daha fazla görevleri başarmayı olanaklı kılan yazılım ve donanımların bileşkesi olarak tanımlanmaktadır.

Coğrafi veri tabanı ise, belli bir coğrafi veri yapısına göre yapılandırılmış grafik ve grafik olmayan verilerin bütünleşik olarak bir veri tabanı yönetim sisteminin kontrolünde depolanabildiği, değiştirilebildiği ve silinebildiği tutarlı ve anlamlı bir coğrafi veri kümesidir.

Coğrafi veri tabanları, coğrafi bilgi sistemlerinin çekirdeğini oluşturur. Bir coğrafi veri tabanında hangi coğrafi ürün veya ürünler elde edilecekse, içereceği grafik ve grafik olmayan bilgiler buna göre belirlenir. Bir coğrafi veri tabanı tasarlanırken, öncelikle bu veri tabanında yer alacak detay ve öznitelik bilgilerinin, yani grafik ve grafik olmayan bilgilerin sınıflandırılması ve kodlanması gerekir. Ayrıca bilgilerin, geometrik, duyarlılık ve gösterim özellikleri de belirlenmeli ve bilgiler arasındaki ilişkiler saptanarak veri yapısı ortaya konmalıdır (35).

Veri tabanı sistemine gerek duyulmasının nedeni, genel olarak bilgiye duyulan ihtiyaçtır. Bilgi ortak bir kaynak olarak değerlendirilmeli ve belli kişiler, kurum veya kuruluşlar bu bilgilerin toplanmasından, kaydedilip depolanmasından ve paylaşımından sorumlu olmalıdırlar. Böyle bir birleştirilmiş bilgi kütüğüne, bir başka deyişle bir veri tabanına ulaşım olanağı, bu veri tabanını kullanacak ve böylece bir takım ihtiyaçlarını karşılayacak olan kullanıcılara sağlanmalıdır. Böylece kullanıcılar arası işbirliği ve bilgi paylaşımı kuvvetlendirilebilir, gereksiz bilgi tekrarı azaltılabilir.

Verilerin depolanmasında, veri tabanı sistemlerinden başka klasik kütük organizasyonu sistemleri de kullanılmaktadır. Fakat bu sistemlerin bazı sakıncaları vardır. Bunlar şu şeklide özetlenebilir (36):

- kontrol edilemeyen veri tekrarı,
- verilerin tutarsızlığı,
- uygulama programlarının, verilerin fiziksel depolanmasına bağımlılığı,
- veri paylaşımının kısıtlılığı,
- standartların olmayışı,
- yazılım üretiminin düşüklüğü,
- yetersiz veri güvenliği.

Bu sakıncaları ortadan kaldırmak için "Veri Tabanı Yönetim Sistemi" kullanılır. Veri tabanı sisteminin faydaları da şu şekilde sıralanabilir (36):

- veri tekrarının kontrolü,
- verilerin tutarlılığı,
- verilerin paylaşımı,
- verilerin ilişkilendirilmesi,
- standartların kullanımı,
- uygulama programı geliştirme,
- tektip güvenlik,
- verilerin uygulama programlarından bağımsızlığı,
- program bakımının azaltılması.

Gerçek yaşamda varlıklar arasında mevcut ilişkiler gibi veri tabanlarındaki varlıklar arasında çeşitli ilişkiler kurulabilir. Hangi varlıklar arasında hangi ilişkilerin kurulacağı sorgulama gereksinimlerine göre saptanır. Bir coğrafi veri tabanında varlıklar arasındaki ilişkiler; bire-bir (1:1) ilişki, bire-çok (1:M) ilişki ve çoka-çok (M:N) ilişki şeklindedir. Bire-bir ilişki, birinci varlığa ait bir kaydın ikinci varlığa ait sadece bir kayıtla veya ikinci varlığa ait bir kaydın birinci varlığa ait yine sadece bir kayıtla ilişkili olduğunu gösterir. Bire-çok ilişki ise, birinci varlığa ait bir kaydın ikinci varlığa ait birçok kayıtla, ikinci varlığa ait bir kaydın ise birinci varlığa ait sadece bir kayıtla ilişkili olduğu anlamına gelir. İki varlık arasındaki çoka-çok ilişki ise, birinci varlığa ait bir kaydın ikinci varlığa ait birden çok

kayıtla, ikinci varlığa ait bir kaydın birinci varlığa ait yine birden çok kayıtla ilişkisini gösterir.

Veri tabanlarının mantıksal yapıları belli biçimlerde modellendirilmektedir. Veri modeli, fiziksel depolama ve erişim yolları başta olmak üzere veri tabanının bir çok özelliklerini biçimlendirmektedir ve buna göre her Veri Tabanı Yönetim Sistemi yazılımı belli bir modeli esas almaktadır. En çok kullanılan veri tabanı modelleri (19);

- İlişkisel model,
- Hiyerarşik model ve
- Ağ modeli'dir.

- **İlişkisel Veri Tabanı Sistemi:** Varlıklar arası ilişkiler bire-bir (1:1) şeklindedir. Veriler tablolar halinde saklanır. Herbir tabloya "ilişki (relation)" adı verilir. Tablodaki her satır bir varlığa aittir. Her sütun ise varlıklara ait bir özneliği ifade eder. Aynı satırda yer alan tüm öznelik değerleri birbirleriyle ilişkilidir. INGRES, ORACLE, INFORMIX, dBASE gibi yazılımlar ilişkisel veri tabanı sistemlerine örnek olarak verilebilir.

- **Hiyerarşik Model (Hiyerarşik Veri Tabanı Sistemi):** Varlıklar arası ilişkilerin bire-çok (1:M) şeklinde olduğu veri tabanı sistemlerdir. Bu ilişkiler değişik düzeydeki bağlantılarla kurulur. Alt düzeydeki bir varlık sadece bir üst düzeydeki varlıklarla bağlantılıdır. IMS yazılımı bu veri tabanı sistemine örnek olarak verilebilir.

- **Ağ Veri Tabanı Sistemi:** Bu veri tabanı sistemin yer alan varlıklar arasındaki ilişkiler çoka-çok (M:N) şeklindedir. Varlıklar hiyerarşik modelde olduğu gibi organize edilirler. Burada fark alt düzeydeki bir varlık birden fazla üst düzeydeki varlık ile bağlantılı olabilir. DMS-10 bu modele örnektir .

1.6.3.2.1. Veri Depolama Teknikleri

Şekilleri tanımada insan gözü oldukça yeteneklidir. Oysa bir bilgisayarda şekilleri temsil etmek için tamamen farklı, fakat birbirini tamamlayan iki değişik yol izlenmektedir. Bunlar Raster ve Vektör tekniklerdir (26).

1.6.3.2.1.1. Raster Veri Depolama Teknikleri

Aynı öznelik değerine sahip alanları en az bellekle temsil etmek üzere karmaşık veri depolama yöntemleri geliştirilmiştir.

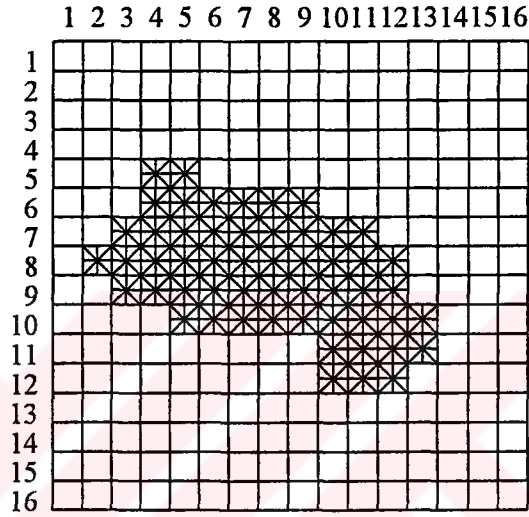
1.6.3.2.1.1.1. Matris Kodlama

Bu yöntemde grafik detaya ilişkin tüm resim elemanları (pikseller) x, y koordinatları (satır-sütun numaraları) şeklinde depolanır (8).

1.6.3.2.1.1.2. Zincir Kodlama

Bu yöntemde ise, bilgisayarda kodlanacak olan bölgenin sınırları, belli bir orijinden başlayarak ana yönlerdeki birim vektör dizisi halinde saat yönünde tanımlanır. Yönler, doğu=0, kuzey=1, batı=2 ve güney=3 biçiminde kodlanır. Tekrar yönler üs olarak belirtilir. Örneğin şekil 21'deki taralı bölge 8. satır 2. sütun olacak şekilde;

0, 1, 0, 1², 0², 3, 0⁴, 3, 0², 3, 0, 3², 0, 3², 2, 3, 2³, 1², 2⁵, 1, 2², 1, 2, 1 şeklinde kodlanır.



Şekil 21. Örnek bir alanın Raster formatta gösterimi

1.6.3.2.1.1.3. Eş Tarama Uzunluğu Kodları Yöntemi

Bu yöntemde kodlanacak bölge satırlar halinde ele alınır. Her bir satırda aynı değere sahip piksellerin hangi sütundan başlayıp hangi sütunda bittikleri kaydedilir (26). Buna göre Şekil 18'deki taralı bölge;

Satır 5: 4, 5

Satır 6: 4, 9

Satır 7: 3, 11

Satır 8: 2, 12

Satır 9: 3, 12

Satır 10: 5, 13

Satır11: 10, 13

Satır 12: 10, 12

biçiminde kodlanır.

1.6.3.2.1.1.4. Blok Kodları Yöntemi

Eş tarama uzunluğu düşüncesi iki boyuta (satır-sütun) yayılarak eşit değerde piksellerden oluşan kare blokların kodlanması biçiminde bir yöntem dönüşmektedir. Bu yöntemde her bir kare blok üç sayı ile kodlanır (satır-sütun numaraları ve piksel sayısı).

Bu yöntemde göre yukarıdaki şekil (Şekil 21) 1 adet beşli, 1 adet üçlü, 2 adet ikili ve 12 adet birli kare ile temsil edilebilmektedir (26).

1.6.3.2.1.1.5. Dörtlü Ağaç Yapı

Bu yöntemde 2x2 boyutlu dizi, aşamalı olarak quadratlara (dördüllere) ayrılır. Adım adım dördüllere ayırma işlemi bölünecek alanın tamamen boş veya tamamen dolu karalere ulaşmaya kadar Detayı temsil eden içi dolu kareler, oluşan dörtlü ağaç yapısı içindeki yerleri kodlanarak depolanır (26).

1.6.3.2.1.1.6. Altıgen Depolama Yöntemi

Bu yöntemin esası, dörtlü ağaç kodlama yöntemine çok benzer olup, bu yöntemde kare bölümlenme yerine altıgen bölümlenme yapılmaktadır (8).

1.6.3.2.1.2. Vektör Veri Depolama Teknikleri

Vektör veri yapıları (26):

- Yapısallaştırılmamış vektör veri,
- Sphagetti veri yapısı,
- Kenar-düğüm veri yapısı,
- Topolojik kenar-düğüm veri yapısı,
- Tam topolojik veri yapısı'dır.

1.6.3.2.1.2.1 Yapısallaştırılmamış Vektör Veri

Bu yöntemde, veri yapısallaştırma özelliği olmayan bir yazılımla elle yapılan sayısallaştırmada sadece yeni bir detaya başlandığı belirtilebilir. Detay kodları verilemez. Yani sayısallaştırma programı çalıştırıldığında, ilk detaya 1 numarasını verir ve sonraki detaylar için bu numarayı sırayla artırır.

Burada elde edilecek kütük, çizimden başka bir işe yaramaz. Kütükte sadece detaylara ait koordinatlar ve detay numaraları bulunup, detay kodları bulunmadığından, çizimde farklı renkler ve semboller kullanmak, detayların türünü (alan, çizgi, nokta) ayırmak mümkün değildir.

1.6.3.2.1.2.2. Sphagetti Veri Yapısı

Bu veri yapısı, yapılandırılmamış veriye göre bazı iyileştirmeler içermektedir. Bunlardan en önemlisi "detay" kavramının eklenmesidir. Yapılandırılmamış veride grafik verilere bir çizgi veya nokta topluluğu gözüyle bakılırken, sphagetti veri yapısında grafik veri nokta, çizgi ve alan detaylar kümesi biçiminde ele alınır. Her detay kendi içinde bir bütündür ve detaylar birbirinden bağımsızdır. Komşu veya çakışık detaylar ayrı ayrı sayısallaştırılır.

Sphagetti veri yapılı bir grafik kütükte iki değişik tip kayıt vardır. Bunlardan birisi detay başlık kayıdır. Her detay için bir tane başlık kaydı bulunur. Detay başlık kaydında, detay numarası, detay kodu, detay tipi gibi bilgiler bulunur. Diğer kayıta ise detaya ait koordinat bilgileri yer alır.

1.6.3.2.1.2.3. Kenar-Düğüm Veri Yapısı

Düğüm bir noktadır ve bir koordinat çifti ile temsil edilir. Buna göre nokta detay, bir çizgi detayın baş ve son noktaları, kesişme noktaları ve temas noktalarıdır ve bunlar birer düğüm olarak tanımlanır.

Kenar ise, iki düğüm arasında uzanan koordinat çifti dizisidir. Baş ve son noktaları kenara dahil değildir. Bir kenar mutlaka iki düğüm arasında uzanır. Bu tanımlamalara göre kenar-düğüm veri yapısında;

nokta detay: düğüm

çizgi detay: zincir=düğüm+kenar+düğüm+kenar+...+düğüm+kenar+düğüm

alan detay: zincir veya dış zincir+iç zincir olarak gösterilir.

Kenar düğüm veri yapılı bir kütükte üç ayrı tip kayıt vardır. Düğüm kayıtları sabit uzunluklu, kenar kayıtları ise değişken kayıtlıdır. Ayrıca bir detay kayıtları vardır ve değişken uzunluklu bu kayıtlarda detayın hangi düğüm ve kenarlardan oluştuğu kaydedilir.

1.6.3.2.1.2.4. Topolojik Kenar-Düğüm Veri Yapısı

Bu yapıda normal kenar-düğüm veri yapısında olduğu gibi yine, düğüm kayıtları (düğüm kütüğü), kenar kayıtları (kenar kütüğü) ve detay kayıtları (detay kütüğü) bulunmaktadır. Ancak kütüklerdeki kayıtlar arasında topolojik özellikleri (yön, bağlantı, komşuluk...vb.) temsil eden ilişkiler kurulmuştur. Herbir düğüm kaydında, bu düğüme hangi kenarların bağlı olduğu, herbir kenar kaydında da bu kenarın baş ve sonundaki düğümler yazılmıştır. Ayrıca, kenar kayıtlarına herbir kenarın sağ ve solunda hangi alan detayların olduğu veya bu noktalardan geçen çizgi detayların hangisi olduğu yazılmıştır. Bu veri

yapısında, kenar kayıtlarında baş ve son düğümleri kaydedildiğinden yön kavramı gelişmiştir.

Topolojik kenar-düğüm veri yapısı bugünkü coğrafi bilgi sistemlerinin gereksinimlerini hemen hemen tümüyle karşılamaktadır. Örneğin, ARC/INFO yazılımı da bu veri yapısını kullanmaktadır (26).

1.6.3.2.1.2..5. Tam Topolojik Kenar-Düğüm Veri Yapısı

Yukarıda açıklanan veri yapılarının çözemediği sorunları çözmek üzere tam topolojik veri yapıları geliştirilmektedir. Bu yapıda temel kavram “yüz” (face)’dür. Yüz, kenarlar ile sınırlanmış ve bir kenar ile daha fazla bölünemeyen iki boyutlu en büyük alandır.

Günümüzde tam topolojik veri yapısı örnekleri oldukça azdır. Örnek olarak, İngiltere’de MSDS (Military Survey Data Structure) ve ABD’de MC&G (Mapping, Charting and Geodesy) isimli veri yapıları bu gruba girmektedir. Ayrıca Intergraph firması, bu veri yapısını gerçekleştirmek üzere TIGRIS isimli bir coğrafi veri tabanı yönetim sistemi geliştirmiştir (37).

1.6.3.3. Coğrafi Veri Dönüşümü Yazılımları

Coğrafi veri dönüşümü fonksiyonlarını gerçekleştiren yazılımlardır. Burada veri dönüşümünden, farklı veri yapıları, veri formatları ve veri türleri arasındaki dönüşüme ek olarak, grafik doğrulama, düzeltme, kenarlaştırma, etiketleme, güncelleştirme işlemleri, ölçek değiştirme, projeksiyon dönüşümü, alan ve çevre hesabı, sayısal arazi matrisi hesabı, sınıflandırma, simülasyon, ... vb. analiz işlemleri anlaşılmaktadır (23).

1.6.3.4. Sorgulama Yazılımları

Gerek grafik ve gerekse de grafik olmayan verilerin birbirleri ile bütünleşik olarak sorgulanmasına olanak tanıyan ve bu arada kullanıcıya menü, ikon, ... vb. etkin arayüzler sunan modüllerden oluşur. İyi bir coğrafi bilgi sistemi yazılımında klasik bir bilgi sistemindeki alışılmış sorgulamalara ek olarak konuma bağlı sorgulamaların yapılabilmesi de mümkün olmaktadır (23).

1.6.3.5. Bilgi Sunuş Yazılımları

Çeşitli nitelikteki terminallerden; veri sunuş elemanları yardımıyla çeşitli nitelikte haritalar, tablolar, raporlar ve şekiller üretebilen modüllerden oluşur (23).

1.6.4. İnsan

Bir coğrafi bilgi sisteminin insan bileşenini oluşturan personel 9 grupta toplanabilir. Bunlar (8):

- Sistem yöneticisi (system manager),
- Sistem analizcisi (system analyst),
- Veri tabanı yöneticisi (database manager),
- Veri işleme uzmanı (senior processor),
- Harita mühendisi/teknisyeni (cartographer),
- Veri giriş operatörü (digitizer operator),
- Bilgisayar mühendisi/teknisyeni (computer systems administrator),
- Uygulama programcısı (application programmer) ve
- Son kullanıcılar (end users)'dir.

- **Sistem Yöneticisi:** CBS'nin uygulama alanları, çalıştığı kurum/kuruluşun olanakları ve veri tabanı ihtiyaçları hakkında genel olarak geniş bilgiye sahip olup, personel yönetimi konusunda da uzman kişidir.

- **Sistem Analizcisi:** Coğrafi bilgi sistemi ve kullanımı hakkında ayrıntılı bilgiye sahip olup, veri tabanı ile birlikte kullanıcı uygulamaları için gereken tüm işlem adımlarını tasarlayan kişidir.

- **Veri Tabanı Yöneticisi:** CBS için veri tabanı tasarımını yapan ve gerçekleştiren kişidir. Coğrafi bilgi sistemi uygulamaları için yararlanılacak veri kaynaklarını, koordinat sistemlerini ve harita üretiminin adımlarını ve tanımsal veriler ile konumsal veriler arasındaki ilişkilerin nasıl kurulacağını belirleyerek, veri sözlüğü ve detay kodlama kataloğu hazırlar. Verilerin bilgisayara girilmesi, doğrulanması, düzeltilmesi, güncelleştirilmesi ve yeni veriler eklenmesi işlemlerini yönetir.

- **Veri İşleme Uzmanı:** Sistem analizcisi tarafından belirlenen ürünlerin üretimine yönelik olarak CBS'nin kullanımını bilen kişilerdir. Amaçlanan üretimi gerçekleştirmeye yönelik iş adımlarını oluşturan bir veri işleme sürecini izler.

- **Harita Mühendisi/Teknisyeni:** Coğrafi bilgi sistemlerinin iki aşamasında görev alırlar. Bunlar, veri girişi ve veri sunuş aşamalarıdır. Veri giriş aşamasında, harita, hava fotoğrafı, uydu görüntüleri ve arazi ölçmeleri türündeki veri kaynaklarını temin eder ve veri girişi işlemi için hazırlar. Veri sunuş aşamasında ise, sistem tarafından üretilecek olan grafik çıktıların nasıl olacağı konusunda kartoğrafik esaslara uygun tasarımlar yapar.

- **Veri Giriş Operatörü:** CBS için girişi işleminde uzmanlaşmış ve grafik ve grafik olmayan verilerin ortama girilmesinden sorumlu olan kişilerdir.

- **Bilgisayar Mühendisi/Teknisyeni:** CBS'nin donanım bileşeni konusunda uzman olan kişilerdir.

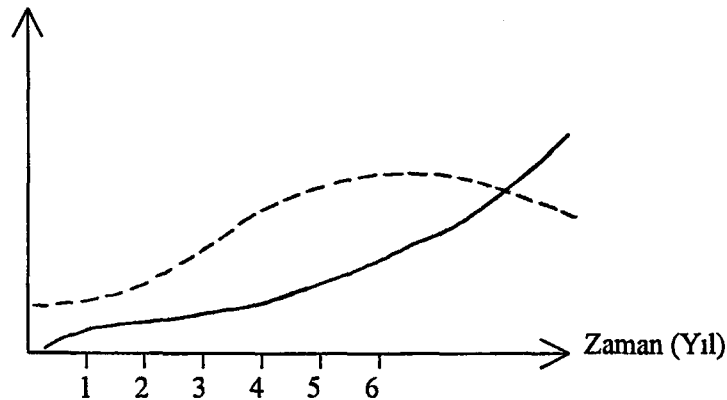
- **Uygulama Programcısı:** CBS'nin kullanımı konusunda uzman olup, Fortran, C gibi programlama dilleri ile coğrafi bilgi sistemi yazılım paketi içerisinde yer alan dilleri (ARC/INFO yazılımda AML=Arc Makro Language, PC-ARC/INFO yazılımda SML:Simple Makro Language) bilen kişilerdir. Bunlar, uygulamaya dönük özel ihtiyaçları karşılamak amacıyla son kullanıcılar için programlar yazan, menüler geliştiren ve bu programların bakımlarını yapan kişilerdir.

- **Son Kullanıcılar:** CBS'nin fonksiyonları ve olanakları konusunda genel bir bilgiye sahip olup, kendi ihtiyaçlarını karşılamak için bu sistemlerin nasıl kullanılacağını bilirler. Coğrafi bilgi sistemi yöneticisine, uygulamalarına yardımcı olacak ürünlerin üretimi için talepte bulunurlar. Bu ürünlerin üretimi için gerekli zaman ve işgücü konularında temel bilgiye sahip olup, bu kişilerin ihtiyaçları coğrafi bilgi sistemlerinin hedefleridir. Bu nedenle son kullanıcılar, CBS'nin mutlu etmeyi hedeflediği kişilerdir.

1.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Kâr/Maliyet İlişkisi

Bilgi sistemi aslında bir takım hizmetleri yerine getirmede yararlanılan bir araçtır. Dolayısıyla da her araçta olduğu gibi bu sistemlerinde etkin ve ekonomik olması gerekir. Etkinlik sağlanan yazılım, donanım ve insan gücü faktörlerine ve toplanan verilerin güvenilirliğine yakından bağlıdır. Sistemin ekonomisi, o sisteme duyulan gereksinim oranına ve sistemin uygulanışının yaygınlaştırılmasına bağlıdır.

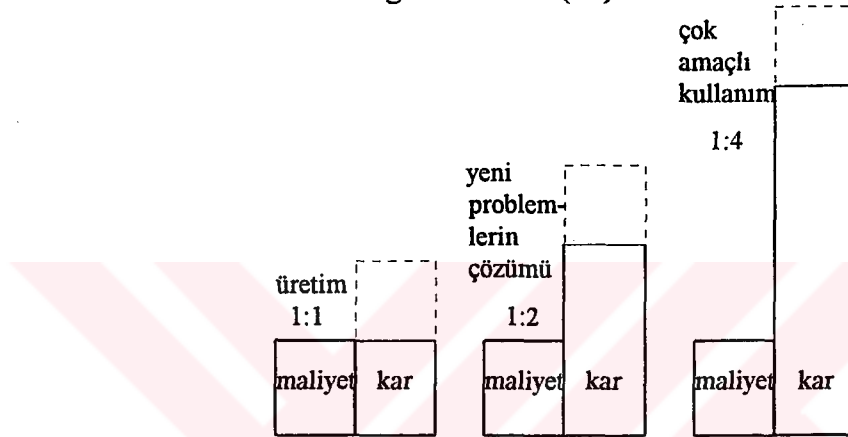
Bir sisteme duyulan gereksinim ne kadar çok olursa olsun, kuruluşun ilk aşamasında fayda/maliyet oranı daima küçüktür. Bir bilgi sistemi kurulması için gerekli yazılım ve donanımın temin edilmesi ile personelin eğitimi için yapılacak harcamalar maliyeti arttırmaktadır. Ancak, sisteme yeni problem çözümleri eklendiğinde ve sistem kullanımının birimlere ve diğer disiplinlere yaygınlaştırılmasıyla bu oran yıllara bağlı olarak büyüme gösterecek ve belli bir süre sonunda optimal değere ulaşacaktır. Şekil 22'de bir sistemin fayda/maliyet ilişkisi grafik olarak gösterilmektedir (12).



Şekil 22. Bir sistemin fayda/maliyet ilişkisi

Kısaca, coğrafi bilgi sistemleri için kâr/maliyet oranı sistemin ne kadar çok amaçlı olarak kullanılacağına bağlıdır. Kullanım oranı arttıkça kârlılık oranı da artmaktadır. Kullanım derecesine bağlı olarak gerçekleştirilen bir proje çerçevesinde, bilgi sistemleri için üç türlü maliyet/kâr oranı tespit edilmiştir (Şekil 23).

Bilgi sistemleri sadece kartoğrafik amaçlar için, yani geleneksel olarak elle yapılan haritaların bilgisayarla yapımında kullanılırsa, kârlılık en az 1:1 olmaktadır. Bu amaca ilave olarak bilgi sistemi tasarımı gibi yeni problemlerin çözümünde bu oran en az 1:2 olmaktadır. Bilgi sistemi, çok amaçlı veri tabanı oluşturulup, değişik organizasyonlar arasında koordinasyon sağlanarak planlama, tasarım, problem çözümü ve idari amaçlarla kullanılırsa en az 1:4'lük bir kârlılık oranı sağlanmaktadır (15).



Şekil 23. Coğrafi bilgi sistemlerinde kar-maliyet ilişkisi

1.8. Günümüzde Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi

Ülkemizde orman amenajman planları, kombine envanter yöntemlerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Kombine envanter yöntemi, yersel envanter yöntemlerinin faydalı taraflarını alarak, bunların sakıncalarını hava fotoğrafları yöntemlerinin faydaları ile gidermek düşüncesinden doğan, böylece yersel ve hava fotoğrafları metodlarını birleştiren yöntemdir (1).

Orman amenajman planlarının düzenlenmesi işlemi 3 aşamada gerçekleştirilir (1).

1- Araziye Çıkmadan Yapılacak İşler: İlk aşamada planı yapılacak olan alana ait uygun ölçek ve özellikteki hava fotoğrafları sağlanır. Daha sonra bu fotoğraflar stereoskopik incelenerek üzerlerinde meşcere tipleri ve diğer özellikteki alanlar ayrılır ve haritaya aktarılır. Her meşcere tipi için alınacak örnekleme alanı sayısı hesaplanır ve alana dağıtımı yapılır. Son olarak deneme alanı merkezleri harita ve hava fotoğrafı üzerinde işaretlenir.

2- Arazide Yapılacak İşler: Kombine envanter yöntemleri kullanılarak, genelde orman amenajman planlarının düzenlenmesinde arazide yapılacak işler;

- Hava fotoğrafları üzerinde ayrılan meşcere tiplerini kontrol etmek ve varsa yanlışlıkları (örneğin, meşcere tipi tanımında veya sınırlarının belirlenmesinde) düzeltmek,

- Harita ve hava fotoğrafları üzerinde yerleri belli olan örnekleme alanlarına gidilerek, her bir deneme alanında gerekli inceleme, gözlem ve ölçümleri yapmak ve ilgili formları doldurmaktır.

3- Arazi Dönüşü Büroda Yapılacak İşler: Arazide toplanan veriler yardımıyla gerekli işlem ve hesaplamalar yapılarak amenajman planı düzenlenir.

Orman amenajman planlarının düzenlenmesinde yaşanan en önemli sorun, ormanlarımızın sınırlarının ve dolayısıyla da sahiplerinin belli olmamasıdır. Kısacası ormanlarımızın kadastro çalışmaları tamamlanamamıştır. Tüm ormanlarımızın 1993 yılına kadar ancak % 52'sinin kadastrosu yapılabilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ise bu rakam % 12 kadardır. Bu sorunun temelinde sık sık değişen yasalar, yasalardaki orman tanımının değişmesi yerelmekle birlikte, esas neden ise, Orman Kadastro Komisyonları ile Kadastro Ekiplerinin birbirinden bağımsız çalışması ve sınırları belirlemedeki uygulama farklılıklarıdır (38). Orman amenajman planlarını düzenlenmesinde karşılaşılan diğer teknik sorunları şu şekilde özetleyebiliriz (3):

- Bütün ormancılık faaliyetlerine temel oluşturan Ekolojik Üniteler ve Yetiştirme Ortamı Haritaları yapılmamıştır,
- Ülkemiz ormanlarının topluma karşı göreceği çok yönlü fonksiyonlara ilişkin, fonksiyon haritaları yapılmamıştır,
- Her planda bölme sayısı ve büyüklükleri değişmektedir,
- Çeşitli nedenlerle zarar görmüş ormanlarımız belirlenip, bunların haritaları yapılmamıştır,
- Planlarda yer alacak haritalar elle yapıldığından, yapımda ve alan hesaplarında yanlışlıklar yapılmakta, ayrıca bu haritaların güncelleştirilmesi oldukça fazla zaman almaktadır.

Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımı ile Düzenlenmesi (Düzenlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı) adlı bu çalışma, bilgi çağının bir ürünü olan coğrafi bilgi sistemlerini tanıtmak ve oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemi yardımıyla, orman amenajman planlarının yapımında yaşanan sorunlara çözüm getirmek ve bu planların daha kısa sürede ve daha ekonomik bir şekilde yapılabileceğini göstermek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma genel olarak iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, dünyada 1970' li yılların başlarından itibaren çeşitli alanlarda, özellikle de araziye dayalı meslek disiplinlerinde (ormancılık, madencilik, şehir planlama, tarım vb.) kullanılmaya başlanılan ve ülkemize 1990'lı yılların başlarında giren Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tanıtımı yapılmaktadır. Araştırmanın, ülkemizde orman amenajmanı alanında bu konuda yapılan ilk çalışma olması ve aynı zamanda Coğrafi Bilgi Sistemlerinin ülkemiz için yeni sayılabilecek bir kavram olması nedeniyle, bu bölüm ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Konu özellikle ormancılık alanında örnekler ve şekillerle birlikte açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise, bir orman amenajman planının yapımı, tüm haritalama ve hesaplama işlemleri coğrafi bilgi sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar da ayrıntılı bir şekilde Yöntem bölümünde açıklanmıştır.

1.9. Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırmaya konu olan alan, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır. Bu alanın, Orman Genel Müdürlüğünün 22.02.1085 tarih ve A.5.Tk.-70/3 sayılı olurları ile K.T.Ü. Orman Fakültesi'nin yararlanması amacıyla "Eğitim-Araştırma ve Uygulama Ormanı" olarak ayrılması kabul edilmiştir. Ancak bu konuda 1991 yılına kadar herhangi bir gelişme olmamıştır. Konu 1991 yılında yeniden ele alınmış ve Orman Genel Müdürlüğünün 08.05.1991 tarih ve APK.1.Tk.-70 sayılı yazılarıyla bakanlık olurlarına sunulmuş ve Bakan imzası ile tekrar yürürlüğe konulmuştur. Yine aynı kararlar, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı "Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletme Şefliği" kurularak, ormanın üretim, koruma ve işletmecilik hizmetleri bu şefliğe bırakılmıştır.

Araştırma alanı, 40° 48' 45" - 40° 43' 25" kuzey enlemleri ile 39° 36' 41" - 39° 28' 39" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Denizden 2279.8 m. yükseklikteki Kuzu Korusu Tepesi araştırma alanındaki en yüksek yerdir.

Ormanüstü planlama biriminini kapsayan araştırma alanı, 1971 tarihli orman amenajman planında Ladin, Kayın-Ladin ve Kızılağaç işletme sınıfı olmak üzere üç işletme sınıfına ayrılmıştır. 1984 tarihinde yapılan ve uygulanmakta olan planda ise, aynı alan Ladin, Kayın, Kızılağaç ve Koruma karakterinde olmak üzere 4 işletme sınıfı mevcuttur. Planlama birimi alanı, 1971 yılı planında 80 bölmeden oluşmakta iken, 1984 tarihli planda bölme sayısı 146'ya çıkarılmıştır. Araştırma objesini oluşturan Ormanüstü planlama biriminin alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı 1971 ve 1984 planlarına göre ayrı ayrı olarak Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Araştırma alanının alan ve servetin işletme sınıflarına dağılımı

Plan Yılı	İşletme Sınıfı	Ormanlık Alan		Ormansız		Toplam Alan	Toplam Servet	Toplam Artım
		Ağaçlı	Ağaçsız	Ziraat	Mera			
	Ladin	2060.0	257.0	1725.0	-	4042.0	289594	11602
1971	Kayın-Ladin	1544.0	31.0	195.5	-	1770.5	326574	10274
	Kızılağaç	186.5	1.5	-	-	188.0	23527	851
	Toplam	3790.5	289.5	1920.5	-	6000.5	639695	22727
	Ladin	2591.5	146.0	1628.0	263.0	4628.5	485665	14153
1984	Kayın	447.0	7.0	-	-	454	82475	1076
	Kızılağaç	101.0	2.0	-	-	103.0	7920	169
	Koruma	800.5	-	14.5	-	815.0	43950	908
	Toplam	3940.0	155.0	1642.5	263.0	6000.5	620010	16306

Araştırma alanındaki ormanlık alanın, 3105.25 hektarı iyi kuru, 171 hektarı bozuk kuru, 8 hektarı baltalık ve 506.25 ha'ı bozuk baltalık niteliklerindedir.



2. TEORİK ÇALIŞMA

2.1. Materyal

Bu çalışma sırasında, arazi çalışmasına gerek duyulmamıştır. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü Ormanüstü Planlama Birimi Orman Amenajman Planı (1971) ve Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Bölgesi Orman Amenajman Planı (1984) verileri ve çalışma alanını kapsayan 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43 a₄, G43 d₁, G42 b₃ ve G42 c₂) materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

"Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Orman Amenajman Planı Haritalarının Yapımı" adlı bu çalışmada; 1991 tarihli "Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi Hakkında Yönetmelik" in 1. maddesinde yer alan, "6831 sayılı orman kanunu ve bu kanunu değiştiren kanunlar gereğince; mevcut ve kurulacak ormanlardan, Devlet Ormanlarının, belli edilecek idare (işletme) ve Silvikültür amaçlarına göre amenajman planlarının düzenlenmesi, uygulanması, ara revizyonu, tadil ve islah olunması, revizyonu ve denetimi bu yönetmelik hükümleri uyarınca yapılır" ifadesi esas alınmıştır.

Çalışmada, 1971 ve 1984 tarihli amenajman planlarında yer alan meşcere tipleri tanıtımı, dikili ağaç gövde hacmi ve artımı tabloları verileri ile birlikte meşcere tipleri, bonitet ve yaş sınıfları haritalarındaki sınırlar aynen kullanılmıştır.

Alan döküm tablolarındaki, meşcere tipi sembolü, işletme sınıfı, yaş sınıfı ve bonitet sınıfı değerleri; meşcere tipleri tanıtım tablosundaki, meşcere tiplerinde yer alan ağaç türü, ve her ağaç türüne ilişkin ağaç sayılarının çap sınıflarına ve kalite sınıflarına dağılımı değerleri ile dikili ağaç gövde hacmi ve artımı tablolarındaki, çap kademelerine göre meşcere tiplerinde yer alan her bir ağaç türü için gövde hacmi ve hacim artım değerleri 1971 ve 1984 yılı planlarından ayrı ayrı alınmıştır.

Meşcere tipleri haritasındaki meşcere tipi sınırları, her iki plan için de bu haritadan aynen alınmıştır. Bölme sınırları ise, bu sınırların geçtiği doğal sınırlar esas alınarak 1/25 000

ölçekli topoğrafik haritadan, yapay sınırlar ise meşcere tipleri haritasından, bonitet ve yaş sınıfları sınırları ise Bonitet ve Yaş Sınıfları haritalarından alınmıştır.

2.2.1. Verilerin Bilgisayara Girilmesi

Daha önceden de, bölüm 1.6.1'de belirtildiği gibi, Coğrafi Bilgi Sistemlerine girilecek olan veriler grafik ve grafik olmayan veriler olarak ikiye ayrılır. Bu çalışmada da, bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmak amacıyla bilgisayar ortamına girilen grafik ve grafik olmayan veriler şunlardır:

Grafik Veriler:

- Eşyükselti eğrileri
- Çalışma alanındaki mevcut yollar
- Amenajman planında yer alan meşcere tipi sınırları
- Bölme sınırları
- Çalışma alanındaki akarsular
- Toprak haritası
- Jeolojik yapı haritası

Grafik Olmayan Veriler:

- Meşcere tiplerinin hektardaki artım, servet ve çıkarılacak miktarları
- Meşcere tiplerinin hektardaki ağaç sayıları
- Ağaç hacim tabloları

2.2.1.1 Grafik Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Yukarıda sıralanan grafik verilerin bilgisayar ortamına girilmesinde bölüm 1.6.2.1'de açıklanan veri giriş elemanlarından elle (manuel) sayısallaştırıcı kullanılmıştır. Burada kullanılan sayısallaştırma masasının boyutları 36x48'dir.

Eşyükselti eğrilerinin bilgisayar ortamına girilmesi işleminden önce, çalışma alanının sınırlarının geçtiği 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar (Trabzon G43 a₄, G43d₁, G42 b₃ ve G42 c₂) bir araya getirilerek, bu haritalar üzerinde yer alan eşyükselti eğrileri 50 metrede bir, olacak şekilde, çalışma alanında yer alan akarsular ve yollar aydınlar kağıtlar üzerine aktarılmıştır. Meşcere tipi sınırları ise, halen uygulanmakta olan amenajman planı esas alınarak, bölme sınırları da eski ve yeni amenajman planlarından ayrı ayrı olmak üzere aydınlar kağıtlara aktarılmıştır. Ancak sınırlar, amenajman planında yer alan haritalardan alınmayıp, bu sınırların geçtiği sırt, dere ve yollar esas alınarak 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardan alınmıştır. Çalışma alanına ait 1/100 000 ölçekli toprak haritası ve 1/50 000 ölçekli jeoloji haritası, orijinallerinin aynı ölçekli fotokopileri alınmış ve böylece grafik verilerin alınacağı bütün veri kaynakları oluşturulmuştur.

Daha sonra aydingerler ve fotokopi haritalar üzerinde yer alan grafik bilgiler sayısallaştırıcı yardımıyla AUTOCAD10 programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Elde edilen kütükler DXF uzantılı kütükler haline getirilip, bu çalışmada kullanılan coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO ortamına transfer edilmiştir. Transferi yapılan dxf uzantılı kütükler birer ARC/INFO katmanı haline getirilip üzerlerinde gerekli grafik düzeltme işlemleri yapılmıştır. Böylece bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmak için gerekli olan grafik veri tabanı elde edilmiştir. Ancak, toprak ve jeolojik yapı katmanları çalışma sırasında direkt olarak kullanılmayıp, ileride yapılabilecek çalışmalarda kullanılmak üzere veri tabanında saklanmıştır.

2.2.1.2. Grafik Olmayan Verilerin Bilgisayar Ortamına Aktarılması

Bu çalışma sırasında arazi çalışması yapılmadığından, bir coğrafi bilgi sistemi oluşturmak amacıyla girilecek grafik olmayan verileri, eski ve yeni tarihli orman amenajman planlarından elde edilmiştir.

Ele alınan çalışmada, model bir amenajman planı hazırlanması amaçlandığından mevcut verilerle yetinilmiştir. Bu nedenle meşcere tiplerine ait bilgiler amenajman planından aynen alınmıştır. Alan büyüklüğü değerleri olarak ise sayısallaştırması yapılan meşcere tipleri haritası üzerinden bilgisayar tarafından hesaplanan değerler kullanılmıştır.

Meşcere tiplerinin hektardaki ağaç sayıları ve servetin ağaç türüne göre çap sınıflarına ve nitelik sınıflarına dağılımı, hektardaki artımları, bakım kesimleri ile çıkarılacak servet miktarları ve ortalama yaşları, grafik olmayan veri olarak ARC/INFO yazılımının INFO ve TABLES programları kullanılarak elle girilmiştir.

2.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Bilgisayar ortamına girilen bu grafik ve grafik olmayan verilerin saklanması, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların sunulmasında, 1.6 Gbyte kapasite ve 19 inç'lik bir monitöre sahip Workstation ortamında çalışan ARC/INFO yazılımının çeşitli modüllerinden yararlanılmıştır. Bu modüller arasında en çok kullanılanları Arc, Arcedit, Arcplot, Info ve Tin modülleridir.

Sayısallaştırması yapılan meşcere tipleri ve bölmelerin yer aldığı haritalar üzerinde, önce gerekli düzeltme işlemleri yapılmıştır. Daha sonra meşcere tipleri haritasında yer alan poligonlara meşcere tipi sembolleri atanmıştır. Meşcere tiplerinin sınırlarının yer aldığı bu katman bölme sınırlarının, yol ve derelerin bulunduğu katmanlarla birleştirilerek ormanüstü planlama birimi için meşcere haritası elde edilmiştir (Ek Şekil 1). Her meşcere tipinin ortalama yaşı daha önceden veri tabanına girildiğinden, bu grafik ve grafik olmayan veri katmanlarının ilişkilendirilmesi sonucu yaş sınıfları haritası elde edilmiştir (Ek Şekil 2). Elde

edilen bu harita, bölmeleme haritası ile çakıştırılarak (overlay) her bölmedeki meşcere tipleri ve bunların alanları belirlenmiştir.

Bonitet sınıfı değerleri grafik olmayan veri olarak, daha önceden alan döküm tablosundan alınarak veri tabanına aktarıldığından, bonitet haritasının yapımında bu değerler ile meşcere tipleri ve bölmeleme haritalarından faydalanılmıştır. Meşcere tipleri ve bölmeleme haritalarının çakıştırılması ile elde edilen haritadaki poligonlara, veri tabanında yer alan bonitet sınıfı değerleri atanarak bonitet haritası elde edilmiştir (Ek Şekil 3).

Böylece bir orman amenajman planının da yer alan temel haritalar oluşturulduktan sonra planın diğer aşamalarına geçilmiştir. Bu aşamalarda kullanılan tüm veriler, daha önceden veri tabanına girilen verilerdir. Bu veriler yardımıyla ve ARC/INFO yazılımının çeşitli modülleri kullanarak amenajman planlarının düzenlenmesine ait işlemler gerçekleştirilmiştir.

Yine bilgisayar ortamına girilen meşcere tiplerinden ve bu meşcere tiplerine ait hektardaki servet değerlerinden yararlanılarak orman üstü planlama birimi için hektardaki servetin alana dağılışını gösteren harita elde edilmiştir (Ek Şekil 4). Her bölme içerisinde yer alan meşcere tiplerinin alanları bilindiğinden, hektardaki servet değerlerinden yararlanarak her meşcere tipi için toplam servet değerleri elde edilmiştir. Daha sonra bu grafik olmayan bilgiler meşcere tipleri haritasında yer alan grafik bilgiler ile ilişkilendirilerek Ormanüstü planlama birimi için toplam servetin alana dağılışını gösteren harita elde edilmiştir (Ek Şekil 5).

Grafik bilgilerin bilgisayara girilmesi sırasında her meşcere tipi için işletme sınıfı değerleri de girilmiştir. Ancak bazı meşcere tipleri birden fazla işletme sınıfı içerisinde yer aldığından bunlara ilişkin işletme sınıfı bilgileri amenajman planında yer alan alan döküm tablosundan alınmıştır. Elde edilen bu bilgiler ve meşcere tipleri haritasından yararlanarak planlama birimi için işletme sınıfı haritası elde edilmiştir (Ek Şekil 6).

Bu çalışma sırasında bilgisayar ortamına girilen grafik olmayan bilgiler yardımıyla, Ormanüstü planlama birimi için, alan, servet ve artımın dağılışı ile ilgili çeşitli tablo bilgileri işletme sınıfları için ayrı ayrı olarak, yapılan sorgulamalar sonucu elde edilmiştir. Bu tablolar her işletme sınıfı için Bulgular bölümünde açıklanmıştır.

3. BULGULAR

Yapılan envanter çalışmaları sonucu, düzenlenen Meşcere Tipi Tanıtım Tablolarında yer alan bilgiler (meşcere tipleri için hektardaki ağaç sayısı, hektardaki artım ve servetleri, ...vb.) ve araştırma alanını kapsayan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Çatak Bölgesi Amenajman Planı haritaları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu bilgilerin coğrafi bilgi sistemi ortamında, bir orman amenajman planının düzenlenmesine yönelik olarak işlenip, değerlendirilmesi sonucu elde edilen sonuçlar bu bölümde özetlenmeye çalışılmıştır.

3.1. Planlama Birimine İlişkin Bulgular

3.1.1. Alana İlişkin Bulgular

Araştırma alanını oluşturan, Ormanüstü planlama birimi, meşcere tipleri ve bölmeleme haritaları ile meşcere tipleri tanıtım tablolarındaki bilgilerden yararlanarak, ilk olarak planlama birimine ait yaş sınıfları ve bonitet haritaları oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen bu grafik bilgiler ile veri tabanında yer alan grafik olmayan bilgiler kullanılarak, amenajman planlarında 1 nolu tablo olan "Alan Döküm Tablosu" elde edilmiştir. Alan döküm tablosu oldukça fazla yer kapladığından, sadece bir adet örnek tablo verilmiştir (Ek Tablo 1). Bu tabloda yer alan bilgiler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Orman üstü planlama birimi alanı, 7975,59 hektardır. Bu alanın 5278.32 hektarı ormanlık, 2909.07 hektarı ise ormansız alandır. Ormanlık alanın 211.80 ha'ı ağaçsız ormanlık alan (OT) karakterindedir. Ormansız alanların dağılımı ise, 383.81 ha'ı mera ve 2313.46 ha'ı ziraat alanı şeklindedir. Planlama birimde ormanlık alan, toplam alanın % 66.18'idir (Tablo 4).

Tablo 4. Genel alanın döküm tablosu.

İşletme Sınıfı	Ormanlık Alan Ha.	ORMANSIZ ALANLAR								Genel Alan Ha.	
		OT Ha.	F Ha.	Dp Ha.	E Ha.	Ku Ha.	Me Ha.	T Ha.	Z Ha.		Toplam Ha.
A	3406.37	200.05								200.05	3606.42
B	606.05	9.21								9.21	615.26
C	135.62	2.54								2.54	138.16
D	918.48								157.25	157.25	1075.73
Toplam	5066.52	211.80					383.81		2313.46	2909.07	7975.59
%	63.53	2.66					4.80		29.01	36.47	100

Ormanlık alanın 1992.75 hektarı iğne yapraklı, 186.05 hektarı yapraklı, 2141.90 hektarı da iğne yapraklı + yapraklı karışık ve 745.82 hektarı da yapraklı + yapraklı karışık meşcerelerden oluşmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Alanların ağaç türleri itibarıyla dağılışı.

İşletme Sınıfı	AĞAÇ TÜRLERİ							Toplam (Ha)
	L	Kn	Kz	Çs	İbreliler Arası Karışık	Yaprak. Arası Karışık	İbrelili + yapraklı	
A	1961.90			9.89		295.36	1139.22	3406.37
B		46.63					559.42	606.05
C			135.62					135.62
D	20.97	3.80				450.46	443.25	918.48
Toplam	1982.87	50.43	135.62	9.89		745.82	2141.89	5066.52
%	39.14	0.98	2.68	0.20		14.72	42.28	100

Ladin, Kayın, Kızılağaç ve Koruma işletme sınıflarından oluşan Ormanüstü planlama birimi alanının, 3606.42 hektarı Ladin işletme sınıfında, 1075.73 hektarı Koruma işletme sınıfında, 615.26 hektarı Kayın işletme sınıfında ve 138.16 hektarı Kızılağaç işletme sınıfında bulunmaktadır. 9.89 hektarlık sarıçam alanı ise ayrı bir işletme sınıfı olarak alınmayıp, ladin işletme sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir.

Planlama birimi ormanlık alanının 100.68 hektarı I. yaş sınıfında, 445.48 hektarı II. yaş sınıfında, 374.31 hektarı III. yaş sınıfında, 2373.65 hektarı IV. yaş sınıfında, 647.97 hektarı V. yaş sınıfında ve 135.62 hektarı da VI. yaş sınıfında yer almaktadır. Çok bozuk koru meşcerelerini içeren yaş sınıfı belirsiz ise 988.80 hektardır (Tablo 6).

Tablo 6. Koru alanının yaş sınıflarına dağılışı.

Yaş Sınıfı	İŞLETME SINIFLARI								TOPLAM ALAN	
	Ladin		Kayın		Kızılağaç		Koruma		Gerçek	Redüktif
	Gerçek	Redüktif	Gerçek	Redüktif	Gerçek	Redüktif	Gerçek	Redüktif		
I	100.68	153.35							100.68	153.35
II	2.23	5.79			443.25	443.25			445.48	449.04
III	262.02	267.3	112.29	162.87					374.31	430.17
IV	2062.09	2685.79	311.56	269.38					2373.65	2955.17
V	536.19	775.94	111.78	125.22					647.97	601.16
VI							135.62	135.62	135.62	135.62
Toplam	2963.21	3888.17	535.63	557.47	443.25	443.25	135.62	135.62	4077.71	4724.51

Oluşturulan bonitet haritasından elde edilen verilere göre, ormanlık alanların % 0.61'i (32.26 ha) I. bonitet sınıfında, % 6.17'si (325.66 ha) II. bonitet sınıfında, % 36.40'ı (1921.50 ha) III. bonitet sınıfında, % 23.45'i (1237.87 ha) IV. bonitet sınıfında ve % 2.22'si de (117.17 ha) V. bonitet sınıfında yer almaktadır. Boniteti belli olmayan alan ise 1643.86 (% 31.14) hektardır (Tablo 7).

Tablo 7. Ormanlık alanların bonitet sınıflarına dağılışı.

İşletme Sınıfı	Boniteti Belli Ormanlık Alanlar						Boniteti Belirsiz	Ormanlık Alan
	I.Bon.	II.Bon.	III.Bon.	IV. Bon.	V. Bon.	Toplam		
A	11.80	230.59	1365.79	1237.87	117.17	2963.22	643.20	3606.42
B	20.46	95.07	420.09			535.62	79.63	615.26
C			135.62			135.62	2.54	138.16
D							918.49	918.49
Toplam	32.26	325.66	1921.50	1237.87	117.17	3634.46	1643.86	5278.32
%	0.61	6.17	36.40	23.45	2.22	68.86	31.14	100

3.1.2. Servet ve artıma ilişkin bulgular

Dört ayrı işletme sınıfından oluşan Ormanüstü planlama biriminin toplam artımı 16946.065 m³/ha ve toplam serveti ise 828490.391 m³ ve 3729.105 ster'dir. Bu servetin ağaç türlerine göre çap sınıflarına dağılımı Tablo 8'de, kalite sınıflarına dağılımı ise Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Planlama birimi servetinin ağaç türlerine göre çap sınıflarına dağılışı ve oranları

Ağaç Türü	GENEL ALANDA						
	Servetin Çap Sınıflarına Dağılışı				Toplam		Artım
	I	II	III	IV		%	
L	75482.533	297965.622	195804.614	79803.641	649056.410	80.23	13019.306
Kn	15920.751	53197.317	41699.650	19985.476	130803.194	16.17	2784.099
Kz	2904.034	7984.800	1508.210		12397.044	1.53	370.96
Gn	2751.016	2310.588			5061.604	0.63	170.108
G	437.284	1846.449	7060.369		9344.102	1.16	160.314
Çs	486.758	1803.180			2299.938	0.28	65.856
Toplam	97982.376	365107.956	246072.843	99789.117	808962.292	100	16570.643
%	12.11	45.13	30.42	12.34	100		

Tablo 9. Planlama birimi servetinin ağaç türlerine göre kalite sınıflarına dağılışı ve oranları

Ağaç Türü	GENEL ALANDA						
	Servetin Kalite Sınıflarına Dağılışı				Toplam		Artım
	I	II	III	IV		%	
L	10337.030	169645.669	462383.621	53.093	649056.410	80.23	13019.306
Kn	622.335	20164.378	109508.638	79.643	130803.194	16.17	2784.099
Kz	1385.901	4034.176	6622.049	354.918	12397.044	1.54	370.96
Gn		760.324	3752.399		5061.604	0.63	170.108
G		1172.036	8714.948		9344.102	1.15	160.314
Çs			2299.938		2299.938	0.28	65.856
Toplam	12345.266	195776.583	593281.593	487.654	808962.292	100	16570.643
%	1.59	24.61	73.74	0.06	100		

3.2. Ladin İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular

3.2.1. Alana İlişkin Bulgular

İlgili haritaların değerlendirilmesi sonucu Ladin işletme sınıfını alanının meşcere tiplerine dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Ladin işletme sınıfı alanının meşcere tiplerine dağılımı.

Meşcere Tipleri	Alan (Hektar)	Meşcere Tipleri	Alan (Hektar)
L0	17.20	Lcb3	46.67
La	83.48	LKnc2	369.40
Lbc2	162.45	LKnc3	193.78
Lbc3	328.45	LKnKzGnbc2	561.82
Lc2	319.84	ÇBL	123.69
Lc3	849.93	ÇBKbt	295.36
Lcb1	30.19	ÇBLKn	14.22
Lcb3	46.67	ÇBCs	9.89
LKnc2	369.40	OT	200.05
LKnc3	193.78	TOPLAM	3606.42

Ladin işletme sınıfının 11.80 hektarı (% 0.33) I. bonitet sınıfında, 230.59 hektarı (% 6.39) II. bonitet sınıfında, 1365.79 hektarı (% 37.87) III. bonitet sınıfında, 1237.87 hektarı (% 34.33) IV. bonitet sınıfında ve 117.17 hektarı (% 3.25) ise V. bonitet sınıfında yer almaktadır. Bu işletme sınıfı içerisinde boniteti belli olmayan alanlar, 643.20 hektar (%17.83)'dir.

Ladin işletme sınıfı alanının yaş sınıf dağılışı ise şu şekildedir: Bu işletme sınıfı içerisindeki ormanlık alanların, 100.68 hektarı I. yaş sınıfında, 2.24 hektarı II. yaş sınıfında,

262.02 hektarı III. yaş sınıfında 2062.09 hektarı IV. yaş sınıfında ve 563.19 hektarı da V. yaş sınıfında yer almaktadır. Yaş sınıfı belirsiz alanların toplamı ise 443.15 hektardır.

3406.37 hektarlık ormanlık alan sahip ladin işletme sınıfının, 147.80 hektarı çok bozuk koru, 295.36 hektarı çok bozuk baltalık, 30.19 hektarı bozuk koru ve 3305.69 hektarı da normal koru karakterindedir.

3.2.1. Servet ve Artıma İlişkin Bulgular

İşletme sınıfına ait servet ve artımın hesaplanmasında kullanılan, meşcere tiplerinin hektardaki artım ve servetlerine ilişkin değerler, ağaç türleri itibarıyla kalite ve nitelik sınıflarına göre, araştırma alanına ait amenajman planında yer alan meşcere tipleri tanıtım tablolarından bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Böylece oluşturulan, grafik olmayan verilerin yer aldığı veri kütüğü ile yine araştırma alanına ait haritaların yer yer aldığı, grafik veri kütükleri ilişkilendirilerek aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfının toplam serveti 647341.301 m³ ve toplam artımı ise 13268.70 m³/ha'dır. İşletme sınıfı servet ve artımının meşcere tiplerine dağılımı Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Ladin işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türleri ve kalite sınıflarına dağılışı.

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Kalite Sınıflarına Dağılışı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
LK _n K _z G _{nbc} 2	561.82	L	5137.844	15597.247	21618.835		42353.93	778.683
		Kn	205.064	6690.153	8965.523		15860.74	374.734
		Gn		221.919	1353.424		1575.34	52.249
		Kz		1482.081	1700.629		3182.71	106.184
LK _{nbc} 2	369.40	L	273.356	10970.072	32350.205		43593.63	834.844
		Kn		2133.654	11397.837		13531.49	234.938
		Gn		237.894	29.921		267.82	8.127
		Kz			180.636		180.64	5.541
LK _{nbc} 3	193.78	L		11772.910	30772.652		42545.56	841.005
		Kn	296.483	671.448	11648.116		12616.05	304.622
		Gn			147.467		147.47	5.232
		Kz			143.591		143.59	5.426
L _{bc} 2	162.45	Çs			1507.698		1507.70	41.750
		L	85.774		18213.894		18299.67	495.635
L _{bc} 3	328.45	Çs			727.845		727.85	22.006
		L		10767.905	55045.264		65813.17	1683.635

Tablo 11'in devamı

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Kalite Sınıflarına Dağılışı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
Lc2	319.84	L	96030.702	37848.266	35400.211	53.093	169332.27	1285.437
		Kn					2160.84	1.919
		Kz					43.18	1.599
Lc3	849.93	G		1095.560	8181.426		9276.99	157.237
		L		60024.606	208823.551		268848.16	5548.343
		Kn			6938.829		6938.83	148.738
		Kz			305.125		305.13	5.950
Lcb1	30.19	Çs			21.224		21.22	0.513
		L		57.301	1897.260		1954.56	48.334
Lcb3	46.67	Çs			43.170		43.17	1.587
		G			30.149		30.15	0.793
		L		1260.743	9947.104		11207.85	273.206
		Kn			29.122		29.12	0.420
ÇBÇs	9.89	Çs					98.86	
ÇBL	123.69	L					998.49	
ÇBLKn	14.22	L					71.14	
		Kn					42.66	

Ladin işletme sınıfı servetinin, 249.575 m³'ü II. yaş sınıfında, 51495.830 m³'ü III. yaş sınıfında, 454865.863 m³'ü IV. yaş sınıfında, 139527.892 m³'ü V. yaş sınıfında yer almaktadır. Ayrıca çok bozuk meşcerelerden oluşan yaş sınıfı berlisiz alanların toplam serveti ise 1202.141 m³'dür. Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfı artımının 5.199 m³/ha'ı II. yaş sınıfında, 1023.091 m³/ha'ı III. yaş sınıfında, 9501.582 IV. m³/ha'ı yaş sınıfında ve 2708.828 m³/ha'ı da V. yaş sınıfında bulunmaktadır (Tablo 12).

Tablo 12. Ladin işletme sınıfı alan, servet ve artımının yaş sınıflarına dağılışı.

YAŞ SINIFLARI	ALAN		AĞAÇ SERVETİ	
	Gerçek (Ha)	Redüktif (Ha)	Kabuklu Gövde Hac.	Artım m ³ /ha
I	100.68	164.47		
II	2.24	5.79	249.58	5.2
III	262.02	324.16	51495.83	1023.09
IV	2062.09	2819.21	454865.86	9501.58
V	536.19	856.49	139527.89	2708.83
Toplam	2963.22	4170.12	646138.2	13268.70

Ladin işletme sınıfı için optimal kuruluş Ek Tablo 2’de ve bu optimal kuruluşun aktüel kuruluş ile sayısal olarak karşılaştırılması Ek Tablo 3’te verilmiştir. Ayrıca bu işletme sınıfı alan, servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılımı ise Ek Tablo 4’de verilmiştir.

3.3. Kayın İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular

3.3.1. Alana İlişkin Bulgular

Ormanüstü planlama birimi içerisinde Kayın işletme sınıfına dahil alanlar 615.26 hektardır. Bu alanın meşcere tiplerine dağılımı Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 13. Kayın işletme sınıfının meşcere tiplerine dağılımı.

Meşcere Tipi	I.Bon.	II.Bon.	III.Bon.	IV.Bon.	V.Bon.	Bon.Blsz	Toplam
KnLc3	-	18.12	124.61	-	-	-	142.73
KnGnLbc2	20.46	-	179.67	-	-	-	200.13
KnLbc3	-	76.96	115.81	-	-	-	192.77
ÇBK _n	-	-	-	-	-	46.63	46.63
ÇBK _n L	-	-	-	-	-	23.79	23.79
OT	-	-	-	-	-	-	9.21
TOPLAM	20.46	95.08	420.09	-	-	70.42	615.26

Ormanüstü planlama birimi kayın işletme sınıfı alanının, % 18.25’i (112.29 ha) III. yaş sınıfında, % 50.64’ü (311.56 ha) IV. yaş sınıfında ve % 18.17’si (111.79 ha) de V. yaş sınıfında yer almaktadır. Yaş sınıfı belirsiz alanlar ise 33.0 hektardır.

Araştırma alanın % 7.71’ini oluşturan kayın işletme sınıfının 70.42 hektarı (% 11.45) çok bozuk kuru ve 535.63 hektarı (% 87.06) da normal kuru özelliğindeki meşcerelerden oluşmaktadır. Bu işletme sınıfının geri kalan 9.21 hektarı (% 1.49) ise OT özelliğindedir.

3.3.2. Servet ve Artıma İlişkin Bulgular

Toplam olarak 615.26 hektarlık bir alanı kaplayan kayın işletme sınıfının toplam serveti 114661.142 m³ ve toplam artımı ise 2322.718 m³/ha’dır. Bu servet ve artıma ilişkin çeşitli bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türlerine göre çap sınıflarına dağılışı Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibariyle ağaç türleri ve çap sınıflarına dağılışı.

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Çap Sınıflarına Dağılışı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
KnGnLbc2	200.13	L	512.733	2124.580	3946.964		6584.28	120.278
		Kn	1467.553	4997.246	6016.108	2826.636	15307.54	304.198
		Gn	1368.487	955.621			2324.11	78.651
		Kz		242.958			242.96	7.205
KnLbc3	192.77	L	1756.520	6550.903	9118.407	5841.124	23266.95	386.889
		Kn	5226.776	8895.950	3632.751	721.924	18477.39	512.575
		Gn	129.734				129.73	5.590
		Kz	251.758	765.297			1017.06	34.120
KnLc3	142.73	G	36.967				36.97	2.284
		L	1287.567	3668.304	3012.602	5676.372	13644.85	203.676
		Kn	2197.186	13344.113	12873.532	4651.713	33066.54	667.263
ÇBK _n	46.63	Kn					373.04	
ÇBK _{nL}	23.79	Kn					118.95	
		L					71.37	

İşletme sınıfı toplam servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılımı Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Kayın işletme sınıfı servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılımı.

Meşcere Tipleri	III. Yaş Sınıfı		IV. Yaş Sınıfı		V. Yaş Sınıfı		Toplam	
	Servet	Artım	Servet	Artım	Servet	Artım	Servet	Artım
KnLc3	5916.232	110.51 1	35854.195	669.728	4978.496	92.987	46748.496	873.226
KnLbc3	17118.115	374.83 0	25771.910	564.321	-	-	42980.025	939.151
KnGnLbc2	2111.136	44.091	10542.707	219.972	11803.425	246.278	24459.268	510.341
ÇBK _n	-	-	-	-	-	-	373.038	-
ÇBK _{nL}	-	-	-	-	-	-	190.315	-
Toplam	25147.483	529.43 2	72168.812	1454.021	16781.494	339.265	114661.142	2322.718

Ormanüstü planlama birimi içerisinde alan bakımından üçüncü sırada yer alan kayın işletme sınıfının toplam servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türlerine ve kalite sınıflarına dağılımı Tablo 16'da görülmektedir.

Tablo 16. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibariyle ağaç türleri ve kalite sınıflarına dağılışı.

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Kalite Sınıflarına Dağılışı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
KnGnLbc2	200.13	L		1404.112	5180.165		6584.28	120.278
		Kn		637.615	14669.929		15307.54	304.198
		Gn		234.552	2089.557		2324.11	78.651
		Kz			242.958		242.96	7.205
KnLbc3	192.77	L		7926.895	15340.058		23266.95	386.889
		Kn	50.120	1957.194	16470.076		18477.39	512.575
		Gn			123.734		123.73	5.590
		Kz			1017.055		1017.06	34.120
KnLc3	142.73	G			36.967		36.97	2.284
		L		2792.512	10852.333		13644.85	203.676
		Kn		2710.300	30276.601	79.643	33066.54	667.263
ÇBK _n	46.63	Kn					373.04	
ÇBK _n L	23.79	Kn					118.95	
		L					71.37	

Kayın işletme sınıfı için optimal kuruluş Ek Tablo 5'te ve bu optimal kuruluşun aktüel kuruluş ile sayısal olarak karşılaştırılması Ek Tablo 6'da verilmiştir.

3.4. Koruma İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular

3.4.1. Alana İlişkin Bulgular

Toplam olarak 1075.73 hektarlık bir alanı kaplayan koruma işletme sınıfı genellikle çok bozuk meşcerelerden oluşmaktadır. Bu işletme sınıfında, 450.46 ha ÇBK_{Bt}, 3.80 ha ÇBK_n, 20.97 ha ÇBL, 147.22 ha KnGnLbc2, 102.43 ha LKnc2 ve 193.61 ha LKnKzGnbc2 meşcere tipleri ile birlikte 157.25 ha.'da ziraat alanı bulunmaktadır.

Toplam 918.48 hektar ormanlık alana sahip koruma işletme sınıfının 443.25 hektarı II. yaş sınıfında, geri kalan 475.23 hektarı ise yaş sınıfı belirsiz alanlar içerisinde yer almaktadır.

3.4.2. Servet ve Artıma İlişkin Bulgular

Alan bakımından planlama biriminin % 13.49'unu oluşturan koruma işletmesi sınıfı, servet bakımından ise % 6.74'lik paya sahiptir. Toplam olarak 55855.241 m³ servet ve 1127.896 m³/ha artıma sahip koruma işletme sınıfının, bu artım ve servetinin meşcere tiplerine ve yaş sınıflarına dağılımı Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Koruma işletme sınıfı servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılımı.

Meşcere Tipleri	II. Yaş Sınıfı		Toplam	
	Servet	Artım	Servet	Artım
LKnKzGnbc2	21701.199	452.080	21701.199	452.080
KnGnLbc2	17992.177	375.404	17992.177	375.404
LKnc2	15963.750	300.412	15963.750	300.412
ÇBL	-	-	167.737	-
ÇBK _n	-	-	30.378	-
Toplam	55657.126	1127.896	55855.241	1127.896

3.5. Kızılağaç İşletme Sınıfına İlişkin Bulgular

Oman üstü planlama birimi içerisinde en az alana sahip olan kızıl ağaç işletme sınıfı, toplam olarak 138.16 hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Bu işletme sınıfı tek bir meşcere tipinden (Kzc1) oluşmaktadır ve ayrıca 2.54 hektar da OT alanı içermektedir. Kızılağaç işletme sınıfı alanının tamamı III. bonitet ve VI. yaş sınıfı içerisinde yer almaktadır.

Araştırma alanı içerisinde çok küçük bir sahip olan kızıl ağaç işletme sınıfının toplam serveti 10632.707 m³ ve toplam artımı ise 226.751 m³/ha'dır.

Koruma ve kızıl ağaç işletme sınıflarının servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türlerine göre çap sınıflarına dağılımı Tablo 18'de, kalite sınıflarına dağılımı ise Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 18. Kızılağaç ve Koruma işletme sınıfları servetinin meşcere tipleri itibarıyla ağaç türleri ve çap sınıflarına dağılımı.

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Çap Sınıflarına Dağılımı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
Kzc1	135.62	L	60.893	150.538	1117.644		1329.085	19.529
		Kn	55.604	695.595	1036.544	1381.154	3168.90	40.415
		Kz	911.909	4019.912	1203.085		6134.916	166.813
LKnKzGnbc2	193.61	L	1696.604	3467.361	6606.167	2825.544	14595.68	268.343
		Kn	894.865	2516.930	1429.616	624.392	5465.80	129.138
		Gn	268.537	274.345			542.88	18.006
		Kz	397.288	699.513			1096.80	36.592
LKnc2	102.42	L	1630.219	4498.594	3342.579	2615.397	12086.79	231.469
		Kn	302.344	1163.184	1116.480	1169.739	3751.75	65.139
		Gn	29.907	44.348			74.25	2.253
		Kz	15.978	34.106			50.08	1.536
ÇBL	20.97	L					167.74	
ÇBK _n	3.80	Kn					30.38	

Tablo 19. Kayın işletme sınıfı servetinin meşcere tipleri itibariyle ağaç türleri ve kalite sınıflarına dağılışı

Meşcere Tipi Sembolü	Alanı (Ha)	Ağaç Türü	GENEL ALANDA					
			Servetin Kalite Sınıflarına Dağılışı				Toplam Servet	Toplam Artım
			I	II	III	IV		
KnGnLbc2	200.13	L		1404.112	5180.165		6584.28	120.278
		Kn		637.615	14669.929		15307.54	304.198
		Gn		234.552	2089.557		2324.11	78.651
		Kz			242.958		242.96	7.205
KnLbc3	192.77	L		7926.895	15340.058		23266.95	386.889
		Kn	50.120	1957.194	16470.076		18477.39	512.575
		Gn			123.734		123.73	5.590
		Kz			1017.055		1017.06	34.120
KnLc3	142.73	G			36.967		36.97	2.284
		L		2792.512	10852.333		13644.85	203.676
		Kn		2710.300	30276.601	79.643	33066.54	667.263
ÇBKn	46.63	Kn					373.04	
ÇBKnL	23.79	Kn					118.95	
		L					71.37	

4. TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde, Ormanüstü planlama birimine ait amenajman planındaki haritaların düzenlemesindeki eksikliklere yer verilmiştir. Bu eksikliklerin düzeltilmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

4.1. Planlama Birimi Alanına İlişkin Bulguların Tartışılması

Yapılan çalışma da, tüm haritaların yapımı sayısal olarak bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiş ve alan hesapları da kullanılan yazılımın sağladığı olanaklardan faydalanarak bilgisayarca yapılmıştır. Bunun sonucu olarak dabelirlenen planlama birimi büyüklüğü 7975.59 hektardır. Oysa bu alan, amenajman planlarında 6000.5 hektar olarak belirtilmektedir. Aradaki fark yaklaşık 2000 hektardır.

Planlama birimindeki bu alan farklılığı dolayısıyla bölme ve meşcere tipi büyüklüklerine de yansımaktadır. Bölme büyüklüklerinin farklılığıda otomatik olarak planın bütün aşamalarını etkilemektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen işletme sınıfı büyüklükleri ile amenajman planında yer alan işletme sınıfı büyüklükleri ile karşılaştırılmalı olarak Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 20. İşletme sınıfı alanlarının karşılaştırılması.

İşletme Sınıfları	Amenajman Planı Verileri	Çalışma Sonuçları
Ladin	4628.50	3606.42
Kayın	454.00	615.26
Kızılağaç	103.00	138.16
Koruma	815.00	1075.73
TOPLAM	6000.5	7975.59

4.2. Ladin İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması

Bu çalışma sırasında orman amenajman planlarında yer alan haritalarını yapımı açamlandığından çalışma ile amenajman planları arasındaki en önemli farklılık alan hesaplamalarından kaynaklanmaktadır. Planların yapımında diğer bütün hesaplama işlemleri alana dayandığından da konunun önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

Amenajman planında ladin işletme sınıfını oluşturan meşcere tiplerinin alanları, ÇBL 103.5 ha, ÇBLKn 11.5 ha, LKnKzGnbc2 431.0 ha, Lc2 260.5 ha, Lc3 618.5 ha. LKnc2 306.0 ha, Lcb1 22 ha, Lcb3 39 ha, Lbc3 220 ha, ÇBKbt 198 ha, Lbc2 119 ha, L0 10 ha, La 68 ha ve LKnc3 145.5 hektardır. Bu meşcere tiplerinin çalışma sırasında yapılan meşcere tipleri haritasına göre alan dağılımı Bulgular bölümünde Tablo 10'da verilmiştir. Değerler incelendiğinde örneğin, LKnKzGnbc2 meşcere tipi ele alındığında, aradaki fark yaklaşık % 72 kadardır. Yani planda hesaplanan alan büyüklüğü bilgisayar ortamında elde edilen sonuçtan % 72 oranında daha küçüktür. Aynı şekilde farklılıklar amenajman planları açısından negatif yönde farklılık bulunmaktadır.

Bununla birlikte yapılan bonitet ve yaş sınıfları haritalarından da elde edilen değerler sonucu bu alanlarda da büyük farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ancak, bu çalışma sırasında arazi çalışması yapılmadığından yaş ve bonitet sınıfı sınırları aynen plandan alınmıştır. Bu nedenle sınırların ayırımında planla çalışma arasında bir farklılık söz konusu değildir.

4.3. Kayın İşletme sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması

Kayın işletme sınıfın için de yine ladin işletme sınıfında olduğu gibi, meşcere tipleri, bonitet sınıfları, yaş sınıfları alanları bakımından büyük farklılıklar bulunmuştur.

Meşcere tipi bazında, çalışma sonucu elde edilen alan büyüklükleri Tablo 11'de verilmiştir. Amenajman planında, kayın işletme sınıfını oluşturan meşcere tipleri alanları, KnLc3 98 ha, KnLbc3 142 ha, ÇBKkn 30.5 ha, KnGnLbc2 150.5 ha ve ÇBKknL 18 ha şeklinde dağılmaktadır.

Kayın işletme sınıfının 1984 yılı amenajman planına göre 83 hektarı III. yaş sınıfında, 282 hektarı IV. yaş sınıfında, ve 89 hektarı V. yaş sınıfında bulunmaktadır. Çalışma sonucu elde edilen verilere göre kayın işletme sınıfının yaş sınıflarına dağılımı Bölüm 3.3.'de verilmiştir.

4.4. Kızılağaç İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması

Diğer işletme sınıflarında olduğu gibi ana farklılık yine alanlardan kaynaklanmaktadır. Tek bir meşcere tipinden oluşan kızılağaç işletme sınıfı alanı uygulanmakta olan amenajman planında 101.0 hektar olarak gösterilmektedir. Araştırmada ise 137.93 hektar olarak bulunmuştur. Kızılağaç işletme sınıfı, alanının az olması nedeniyle yüzde olarak en az farkın bulunduğu işletme sınıfıdır.

4.5. Koruma İşletme Sınıfına İlişkin Bulguların Tartışılması

Ormanlarımızın fonksiyonlarının belirlenip bir fonksiyon haritası yapılmamış olmasına rağmen, Ormanüstü planlama biriminde bir koruma işletme sınıfının ayrılması çok önemlidir. Erozyonun sık sık gündeme geldiği bugünlerde koruma amacıyla ayrılan sahaların önemi bir hayli fazladır. Bu nedenle üzerinde önemle durulması gereken koruma işletme sınıfı için amenajman planında alan bakımından herhangi bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Bu işletme sınıfı için elde edilen sonuçlar Bölüm 3.4'te verilmiştir.

Amenajman planı haritalarında da bu alanlar herhangi bir bonitet sınıfına dahil edilmemiştir. Ancak alan döküm tablosundaki verilerden yararlanarak bu çalışmada bu işletme sınıfını oluşturan meşcere tipleri için de bonitet sınıfı değerleri girilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada orman amenajman planlarında yer alan haritaların yapımı amaçlandığından genelde alansal veriler üzerinde durulmuştur.



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada bir planlama birimi ele alınarak, bu planlama birimi için düzenlenecek olan bir amenajman planında yer alacak haritaların yapımı, oluşturulan coğrafi bilgi sistemi yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Haritaların yapım işlemini iki ana bölümde toplayabiliriz:

- Gerekli verilerin toplanması ve bilgisayar ortamına girilmesi
- Bu verilerden yararlanarak haritaların yapımı

Çalışmada kullanılan veriler, çeşitli harita ve dökümanlardan elde edilmiştir. Bunlar hakkında ayrıntılı bilgi Yöntem bölümünde verilmiştir. Kullanılan grafik verilerden çeşitli ölçek ve özellikteki haritalardan, grafik olmayan veriler ise, özellikle mevcut amenajman planından alınmıştır.

Bilgisayar ortamına girilen verilerin işlenmesinde ve değerlendirilmesinde 1.6 Gbyte kapasiteli Workstation kullanılmıştır. Çalışma sırasında, bugün dünyada en çok kullanılan coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ARC/INFO yazılımı kullanılmıştır.

Yapımı üç temel aşamada gerçekleştirilen orman amenajman planlarının dayandığı temel unsur haritalardır. Bu aşamaların ilkinde planı yapılacak olan alana ait meşcere tipleri haritası oluşturulur ve meşcere tiplerinin alansal dağılımı belirlenir. Bu aşama aylarca süre almaktadır. Yapılan bu çalışmayla, oluşturulacak bir coğrafi bilgi sistemi ile orman amenajman planı haritalarının yanısıra planın diğer aşamalarında gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, çalışma sonucunda elde edilen haritalar, sayısal olarak bilgisayar ortamında yapıldığı ve depolandığından, bunların çoğaltılması, güncelleştirilmesi ve özellikle de üzerlerinde çeşitli işlemlerin yapılması oldukça kolay bir şekilde gerçekleştirilebilecektir. Bu işlemlerin başında da alan hesaplamaları gelmektedir. Orman amenajman planlarının oluşturulmasında en önemli öğelerden biri olan alan değerleri, bilgisayar ortamında daha doğru ve güvenilir bir şekilde elde edilebilecektir. Böylece yapılacak olan orman amenajman planlarının da güvenilirliği ve doğruluğu yükselecek, orman varlığımız hakkında daha doğru sonuçlar elde etmek mümkün olacaktır.

Meşcere tipleri haritasının oluşturulmasında 1984 yılında çizilen meşcere tipleri sınırları esas alınmıştır. Bu sınırların sayısallaştırılması sonucu mevcut meşcere tipleri haritası sayısal halde bilgisayarda depo edilmiştir. Bu harita üzerinde başka hiç bir işlem yapılmayıp diğer haritaların oluşturulmasında kullanılmıştır.

Yaş sınıfları haritasının oluşturulmasında ise meşcere tiplerinin yaşları esas alınır. Buradan her meşcere tipine ait yaşlar grafik olmayan veri olarak veri tabanına girildiğinde elde edilen grafik kütükle grafik olmayan verilerin ilişkilendirilmesi sonucu, bir harita elde edilmiştir. Ancak bazı meşcere tiplerinde aynı meşcere tipi içerisinde bonitet farklılığından dolayı yaş sınıfının değiştiği belirlenmiştir. Bu durumda önce arazideki mevcut doğal ve yapay sınırlar esas alınarak belirlenen bonitet haritası oluşturulmuştur. Bu işlemten sonra elde edilen bu harita ile yaş sınıfları haritası karşılaştırılarak buradan esas yaş sınıfları haritası elde edilmiştir. Burada hangi meşcere tipinin hangi bonitetde hangi yaş sınıfına girdiği değerleri, amenajman planındaki alan döküm tablosundan alınmıştır. Bu sıralanan işlemlerin gerçekleştirilmesi en fazla 1 saat zaman almıştır.

Ağaç servetine ilişkin haritanın oluşturulmasında da yine meşcere tipleri esas alınmıştır. Burada meşcere tipleri haritasının oluşturulması sonucu elde edilen değerler, alan döküm tablosundan veri tabanına, çap ve nitelik sınıflarına göre aktarılan meşcere tiplerinin hektardaki servet değerlerinden yararlanılmıştır.

Eğim haritalarının oluşturulmasında ise araştırma alanına ait topoğrafik haritalardan 50 metrede bir sayısallaştırılması yapılan eşyüksekti eğrilerinden yararlanılarak oluşturulan sayısal arazi modeli kullanılmıştır.

Sonuçta coğrafi bilgi sistemleri ile orman amenajman planlarının veya bunlara ait haritaların düzenlenmesinde, işlemin ilk aşaması olan verilerin bilgisayar ortamına girilmesi en fazla zamanı almaktadır. Bütün koşullar uygun olduğunda böyle bir planın ve dolayısıyla haritaların yapımı için verilerin girişi işlemi en fazla, günde 6 saatlik bir çalışma ile 1 aylık bir sürede gerçekleştirilebilir. Budan sonra yapılan analiz ve yorumlama işlemleri ile planların gerçekleştirilmesi artık çok kolaydır.

Bu araştırmadan varılan bir başka sonuç ise, planların coğrafi bilgi sistemleri ile daha kısa zamanda yapılabileceğidir. Böylece ülkemiz ormancılığı için en önemli sorunlardan biri olan orman amenajman planlarının yapımı ve yenilenmesi sorunu bir nebze olsun çözülebilecektir.

6. ÖNERİLER

Amenajman planlarının düzenlenmesi için ilk aşamada daha önceden de değinildiği gibi, planı yapılacak olan alana ait uygun ölçek ve özellikteki harita ve hava fotoğrafları temin edilir.

Özellikle meşcere tiplerinin ayrımında yeni çekilmiş renkli kızılötesi hava fotoğrafları kullanılmalıdır. Bunlar amenajman planlarının düzenlenmesine yönelik oluşturulacak bir coğrafi bilgi sisteminin de temelini oluşturacaktır. Bu fotoğraflar tarayıcılar aracılığı ile bir bilgisayar ortamına atılıp buradan daha hassas bir şekilde meşcere tiplerinin ayrımı gerçekleştirilmelidir.

Buradan sayısal olarak meşcere tipleri haritaları elde edilebilecek ve alan hesaplamaları daha doğru bir şekilde yapılabilecektir. Zamanla bunların güncelleştirilmeleri bu sayede kolaylaşacaktır. Bu haritalar üzerinde deneme alanlarının yerlerinin belirlenmesi ve aktarılması da daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Ayrıca ileride yapılacak olan çalışmalarda kullanılabileceğinden, planı yapılacak alana ait topoğrafik haritaların da sayısal olarak veri tabanına aktarılması gerekir. Bu verilerle sayısal arazi ve yükseklik modeli oluşturularak çeşitli analiz işlemleri gerçekleştirilebilir.

Orman amenajman planları düzenlenmesi işleminin en zor ve zaman alıcı aşaması arazi çalışmalarıdır. Burada toplanacak verilerle planın yapımı gerçekleştirileceğinden, bu aşamada gerçekleştirilen işlemlerin önemi büyüktür. Bu nedenle arazi çalışmalarının en başından oldukça iyi bir şekilde organize edilmesi ve çalışmaların bu şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

Deneme alanlarına gidildiğinde, ölçümler hassas bir şekilde yapılmalıdır. Buradan toplanacak veriler ile bir coğrafi veri tabanı oluşturulduğundan ve bu veri tabanının herkes tarafından kullanılabileceği düşünülerek belli bir veri standardı geliştirilmeli ve veriler bu standarda uygun olarak toplanmalıdır.

Ormancılığımızda en önemli sorunlardan biri olan planlama birimi ve bölme sınırlarının sürekli değişmesidir. Tüm ülke çapında bölgelere göre maksimum ve minimum planlama birimi büyüklükleri belirlenmelidir. Böylece planlama birimlerine süreklilik kazandırılmasıyla bölme sınırlarında süreklilik arzedecektir.

Arazide toplanan veriler zaman geçirilmeden bilgisayar ortamına aktarılmalıdır. Bundan sonra yapılacak tüm işlemler bilgisayar ortamında gerçekleştirilmelidir. Verilerin

sınıflandırılması, işlenmesi, analiz edilmesi ve sonuçların yorumlanmasından oluşturulacak olan coğrafi bilgi sisteminden yararlanılmalıdır.

Her alanda olduğu gibi orman amenajman planlarının yapımında da artık otomasyonun sağlanması gerekir. Bu otomasyonu sağlayacak olan coğrafi bilgi sistemlerinin temelini coğrafi veri tabanı oluşturmaktadır. Amenajman planlarının yapımındaki sürecin de temeli veri toplamadır. Daha sonra toplanan bu veriler işlenip değerlendirilerek amenajman planları ortaya çıkmaktadır. Kısaca zaten yapılmakta olan veri toplama işleminin, coğrafi bilgi sistemi oluşturmaya yönelik gerçekleştirilmesi gerekir. Bunun için daha önce de değinildiği gibi ülke çapında bir coğrafi veri standardı oluşturulmalıdır. Veriler bu standarda uygun olarak toplanmalıdır. Bu şekilde oluşturulacak veri tabanı ülke çapına yayılmalı ve kurulacak bir bilgisayar ağı ile isteyen kişinin istediği zaman bu verilere ulaşma imkanı sağlanmalıdır.

Verilerin bilgisayar ortamına girilmesiyle amenajman planları sayısal olarak elde edilebilecektir. Böylece plan uygulamalarını denetimi ve planların yenilenmesi kolaylaşacaktır. Daha kısa zamanda daha fazla planın yapımı sağlanabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Eraslan, İ., Orman Amenajmanı, Dördüncü Baskı, İstanbul, 1982.
2. Çetin, N., Efendioğlu, M. ve Zık, T., Türkiye’de Orman Amenajmanı’nın Dünü ve Bugünü, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, 16 - 19 Kasım 1992, Ankara, Bildiriler Kitabı, 17 - 28.
3. Eraslan, İ., Şad, H. C., Çetin, N. ve Yılmaz, M., Ormanların Korunması, Planlanması ve İşletilmesi Ön Çalışma Grubu Raporu, I. Ormancılık Şurası, 1 - 5 Kasım 1993, Ankara, Bildiriler Kitabı, Cilt III, 1 - 16.
4. Köse, S., Doğu Karadeniz Bölgesinde Orman Potansiyelinin Saptanması, Bölgesel Kalkınma Sempozyumu’94, 13-15 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 75-79.
5. Marmara, I. T., Coğrafi Bilgi Sistemleri, Köy Hizmetleri Dergisi, 49 (1994) 14 - 17.
6. Banger, G., Yomralıoğlu, T., Cömert, Ç., Çelik, K. ve DEMİR, O., Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 1 - 10.
7. Yomralıoğlu, T., ve Çelik, K., GIS ?, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 21 - 32.
8. Taştan, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri - Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul, 1991.
9. Kapucu, F., Orman Amenajmanı Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 63, Trabzon, 1982.
10. Köse, S. ve Başkent, E. Z., Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Ormancılığımızdaki Önemi, I. Ormancılık Şurası, 1 - 5 Kasım 1993, Ankara, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt III, 195 - 204.

11. Banger, G., Arazi Topplulaştırma Projelerinde Coğrafi Bilgi Sistemi Planlaması, Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, 9 - 10 Haziran 1993, Konya, Bildiriler Kitabı,
12. Koçak, E., Arazi Bilgi Sistemi Genel Yapısı ve Özellikleri, III. Harita Kurultayı, 28 Ocak - 1 Şubat 1991, Ankara, Bildiriler Kitabı, 99 - 110.
13. Söğüt, H., Uzay Görüntü İşleme ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, II. Harita Kurultayı, 6 - 10 Şubat 1989, Ankara, Bildiriler Kitabı, 115 - 122.
14. Bank, E. ve Taştan, H., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Alanları, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 112 (1994) 1 - 29.
15. Altan, M. O. ve Can, Z. C., Türkiye'de Bilgi Sistemlerinin Kurulmasıyla İlgili Bazı Sorunlar ve Uygulamalar, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi, 70 (1991) 35 - 42.
16. Lee, Y. G. ve Zhang, G. Y., Developments of Geographic Information Systems Technology, Journal of Surveying Engineering, 115, 3 (1989) 304 - 323.
17. Rhind, D. W., Why, GIS ?, ARC News, 11, 3 (1989) 1 - 4.
18. Maguire, D. J., Goddchild, M. F. ve RHIND, D. W., Geographical Information Systems Principles and Applications, Cilt I, Longman, 1992.
19. Altan, M. O., Toz, G., Can, Z. C. ve Taştan, H., Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğinde Veri Tabanı ve Bilgi Sistemleri, İ.T.Ü. Dergisi, 49, 4 (1991) 35 - 44.
20. ESRI, Understanding GIS, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1993.
21. Ölçücüođlu, N., Prof. Dr. F. Ackermann'ın Harita Genel Komutanlığını Ziyareti ve Konferansları, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 104 (1990) 57 - 89.
22. Arend, R. B., GIS Useful Toll or Expensive Toy ?, Journal of Surveying Engineering, 116, 2 (1990) 131 - 138.
23. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 103 (1989) 20 - 32.

24. Taştan, H. ve Bank, E., Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 33 - 52.
25. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri için Veri Toplama Yöntemleri (I. Bölüm) Vektörel Sayısallaştırma, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 106 (1991) 40 - 65.
26. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Veri Yapıları, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 105 (1990) 1 - 14.
27. Özbalmumcu, M., Fotogrametri Bilimindeki Son Gelişmeler, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 112 (1994) 53 - 89.
28. Koçak, E., Kartoğrafya, İ.T.Ü., 116, İstanbul, 1988.
29. Soykan, B., Ormancılıkta Fotoyorumlama Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 109, Trabzon, 1986.
30. Sarbanoğlu, H., Coğrafi Bilgi Sistemleri için Veri Toplama Yöntemleri (II. Bölüm), Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 107.(1991) 51 - 81.
31. Tatar, Y., Uzaktan Algılama Landsat Programı ve Jeolojiye Katkısı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 1979.
32. Davis, S. M., Landgrabe, D. A., Phillips, T. L., Swain, P. H., Hoffer, R. M., Lindenlaub, J.C. ve Silva L., Remote Sensing Quantative Approach, SWAIN, P. H., DAVIS, S. M., McGraw-Hill Inc., New York, 1978.
33. Ehlers, M., Edwards, G. ve Bédard, Y., Integration of Remote Sensing With Geographic Information Systems: A Necessary Evolution, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55, 11 (1989) 1619 - 1627.
34. GIS EUROPE, Performance Pay, GIS Europe, 4, 6 (1995) 11 - 15.
35. Sarbanoğlu, H., Bank, E. ve Çobaoğlu, S., Çok Ürüne Yönelik Coğrafi Veri Tabanlarında Detay ve Öznitelik Sınıflandırma, Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, 109 (1992) 70 - 93.

36. Atalay, R., Bilgisayar Destekli Ormancılık İnfomasyon Sistemi, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, 16 - 19 Kasım 1992, Ankara, Bildiriler Kitabı, 209 - 213.
37. Bank E., Coğrafi Veri Tabanı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İstanbul, 1990.
38. Köse, S. ve Mısır, M., Orman Kadastro Haritaları ile Kadastro Paftaları Arasındaki Farklılıkların Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Giderilmesi, 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18 - 20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, 161 - 167.



8. EKLER

8.1. Ek Tablolar

Ek Tablo 1. Alan döküm tablosu.

Bölme No	Meşcere Tipi Sembolü	İşlt Sın	Ormanlık Alanlar				Ağaçsız Orman Alanı			Gerçek Alanlar Toplamı (Ha)	Orman rejimi Dışındaki		Tüm Gerçek Alan (Ha)
			YS	BS	Alan	Red. Alanı	Sem bol	İ.S	Alan		Sem bol	Alan	
111	ÇBKbt-1	D			0.61					0.61	Z	115.45	134.61
	ÇBKbt-2	A			7.53				7.53				
	Lbc3	A	3	4	11.02	11.02			11.02				
					18.16	11.02			18.16		115.45		
112	ÇBKbt	D			75.26				75.26	Z	44.56	119.82	
					75.26			75.26		44.56			
113	ÇBKbt	A			4.97				4.97	Z	219.40	289.14	
	Lbc2	A	3	4	8.17	8.17			8.17				
	Lbc3	A	3	4	34.99	34.99			34.99				
					48.13	43.16			48.13				
114	Lbc2	A	3	4	18.96	18.96			18.96		159.02	177.98	
					18.96	18.96			18.96		159.02		
134	LKnKzGnbc2	D	4		29.93		OT	A	1.32	31.25			46.89
	KnLc3	B	3	3	10.13	10.13				10.13			
	LKnc2	A	5	3	5.53	6.96				5.53			
					45.59	17.09			1.32	46.89			
135	LKnKzGnbc2	D	2		26.82		OT	A	2.07				28.89
					26.82			2.07					
136	LKnKzGnbc2	D	2		15.30		OT	A	17.06				46.07
	LKnc2	A	2	3	13.71	17.27							
					29.01	17.27			17.06				
137	LKnKzGnbc2	A	2	3	14.52	18.30	OT	A	1.10	15.62			25.69
	LKnc2	A	2	2	10.07	15.41							
					24.59	33.71			1.10	25.69			
138	LKnKzGnbc2	A	2	3	40.22	50.68			40.22				49.37
	LKnc2	A	2	3	5.58	7.03			5.58				
	Lbc3	A	3	4	3.57	3.57			3.57				
					49.37	61.28			49.37				
139	LKnKzGnbc2	D	4		39.48				39.48				43.88
	Lbc3	A	4	4	4.40	4.40			4.40				
					43.88	4.40			43.88				

Ek Tablo 2. Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfının optimal kuruluşu

No'su	Periyotların		Periyot Ortası		20 Yıllık Ayrılan		20 Yıllık ve 20 Hektar Büyüklüğünde Periyotların				20 Yıllık ve 812.5 Hektar Büyüklüğünde Periyotların					
	Sınırları	Alanı	Asli Meşcere Serveti	Meşcere Serveti (ara has.)	Asli Meşcere Serveti	Meşcere Serveti	Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti	Tüm Optimal Servet	Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti	Tüm Optimal Servet	Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti	Tüm Optimal Servet	
I	0 - 20	20	33.00	1.32	660.00	26.40	686.40	26812.50	1072.50	27885.00	26812.50	1072.50	27885.00	26812.50	1072.50	27885.00
II	21 - 40	20	114.00	7.00	2280.00	38.50	2318.50	92625.00	5687.50	98492.50	92625.00	5687.50	98492.50	92625.00	5687.50	98492.50
III	41 - 60	20	258.00	22.00	5160.00	121.00	5253.50	209625.00	17875.00	227500.00	209625.00	17875.00	227500.00	209625.00	17875.00	227500.00
IV	61 - 80	20	366.00	29.00	7320.00	159.50	7556.50	297375.00	23562.50	320937.50	297375.00	23562.50	320937.50	297375.00	23562.50	320937.50
V	81 - 100	20	445.00	33.00	8900.00	181.50	9307.00	361562.50	26812.50	388375.00	361562.50	26812.50	388375.00	361562.50	26812.50	388375.00
Toplam		100	1216.00	92.32	24320.00	526.90	25121.90	988000.00	75010.00	106300950	988000.00	75010.00	106300950	988000.00	75010.00	106300950

Ek Tablo 3. Ormanüstü planlama birimi ladin işletme sınıfının aktüel ve optimal kuruluşunun sayısal olarak karşılaştırılması.

Yaş Sınıfları	Aktüel Durum			Optimal Durum			Farklar (+)			Farklar (-)		
	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet
I	100.68	167.47		681.27	812.5	27885.00				580.19	648.03	27885.00
II	2.24	5.79	249.58	681.27	812.5	98492.50				679.03	806.71	98062.93
III	262.02	324.16	51495.49	681.27	812.5	227500.00				416.25	488.34	176004.51
IV	2062.09	2819.21	454865.86	681.27	812.5	320937.50	1380.82		133928.36			
V	536.19	856.49	139527.89	681.27	812.5	388375.00				145.08		248847.11
Toplam	2963.22	4173.12	646138.33	3406.35	4062.5	1063009.50	1380.82		133928.36	1820.55	1943.08	550799.55

Ek Tablo 4. Ladin işletme sınıfı alan, servet ve artımının meşcere tiplerine göre yaş sınıflarına dağılışı

Meşcere Tipi Sembolü	Hektardaki		II. Yaş Sınıfı			III. Yaş Sınıfı			IV. Yaş Sınıfı			V. Yaş Sınıfı			Toplam		
	Servet m ³	Artım m ³	Alan (Ha)	Servet m ³	Artım m ³	Alan (Ha)	Servet m ³	Artım m ³	Alan (Ha)	Servet m ³	Artım m ³	Alan (Ha)	Servet m ³	Artım m ³	Alan (Ha)	Servet m ³	Artım m ³
LKnKzGnbc2	112.09	2.34	2.24	249.58	5.20	95.92	10751.49	223.98	373.20	41831.42	871.44	90.46	10139.82	211.23	561.82	62972.31	1311.84
LKnnc2	155.86	2.93				38.77	6043.05	113.72	288.44	44924.93	845.43				369.40	57574.02	1083.46
LKnnc3	286.16	5.97				50.02	14312.64	298.45	28.96	8285.94	172.78	114.81	32854.15	685.07	193.78	55412.72	1156.29
Lbc2	121.93	3.31				7.41	904.05	24.53	155.04	18903.75	512.87				162.45	19807.80	537.40
Lbc3	202.59	5.19				11.77	2384.99	61.13	316.68	64155.64	1644.50				328.45	66540.63	1705.63
Lc2	266.18	4.03				34.72	9241.14	139.91	195.15	51946.90	786.47	89.97	23948.95	362.59	319.84	85136.99	1288.97
Lc3	335.76	6.90				23.41	7858.46	161.38	630.51	211697.35	4347.36	196.01	65811.77	1351.49	849.93	289365.58	5860.24
Lcb1	65.45	1.62							27.63	1808.54	44.71	2.55	167.19	4.13	30.19	1975.72	48.85
Lcb3	242.35	5.91							46.62	11311.38	276.03				46.62	11311.38	276.03
Toplam	1788.36	38.19	2.24	249.58	5.20	262.02	51495.83	1023.09	2062.23	454865.86	9501.58	493.80	132921.88	2614.51	2862.48	650097.16	13268.70

Ek Tablo 5. Ormanüstü Planlama Birimi Kayın İşletme sınıfının Optimal Kuruluşu

No'su	Periyotların		Periyot Ortası	20 Yıllık		20 Yıllık ve 20 Hektar			20 Yıllık ve 812.5 Hektar		
	Sınırları	Alanı		Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti (ara has.)	Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti	Tüm Optimal Servet	Asli Meşcere Serveti	Ayrılan Meşcere Serveti	Tüm Optimal Servet
I	0 - 20	20	45.64	1.83	912.80	36.60	949.40	5012.18	200.97	5213.16	
II	21 - 40	20	136.92	23.28	2738.40	465.60	3204.00	15036.55	2556.61	17593.16	
III	41 - 60	20	228.20	57.05	4564.00	1141.00	5705.00	25060.92	6265.23	31326.16	
IV	61 - 80	20	319.48	86.26	6389.60	1725.20	8114.80	35085.29	9473.07	44558.37	
V	81 - 100	20	410.76	123.23	8200.00	2464.60	10664.60	45109.66	13533.12	58642.78	
VI	101 - 120	20	502.04	129.32	10040.80	2586.40	12627.20	55134.03	14201.92	69335.96	
Toplam		120	1643.04	420.97	32845.60	8419.40	41265.00	180438.65	46230.93	226669.58	

Ek Tablo 6. Ormanüstü Planlama Birimi Kayın İşletme Sınıfının Aktüel ve Optimal Kuruluşun Sayısal Olarak Karşılaştırılması

Yaş Sınıfları	Aktüel Durum			Optimal Durum			Farklar (+)			Farklar (-)		
	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet	Gerçek Alan (Ha)	Redüktif Alan (Ha)	Servet
I				102.54	109.82	5213.16			102.54	109.82		5213.16
II				102.54	109.82	17593.16			102.54	109.82		17593.16
III	112.29	164.06	25146.76	102.54	109.82	31326.16	9.75	54.24				6179.40
IV	311.56	296.06	72164.44	102.54	109.82	44558.37	209.02	186.24			27606.07	
V	111.79	161.04	16780.89	102.54	109.82	58642.78	9.25	51.22				41861.89
VI				102.54	109.82	69335.96			102.54	109.82		69335.96
Toplam	535.64	621.16	114092.09	615.24	658.92	226669.6	228.02	291.7	307.62	329.46	27606.07	140183.6

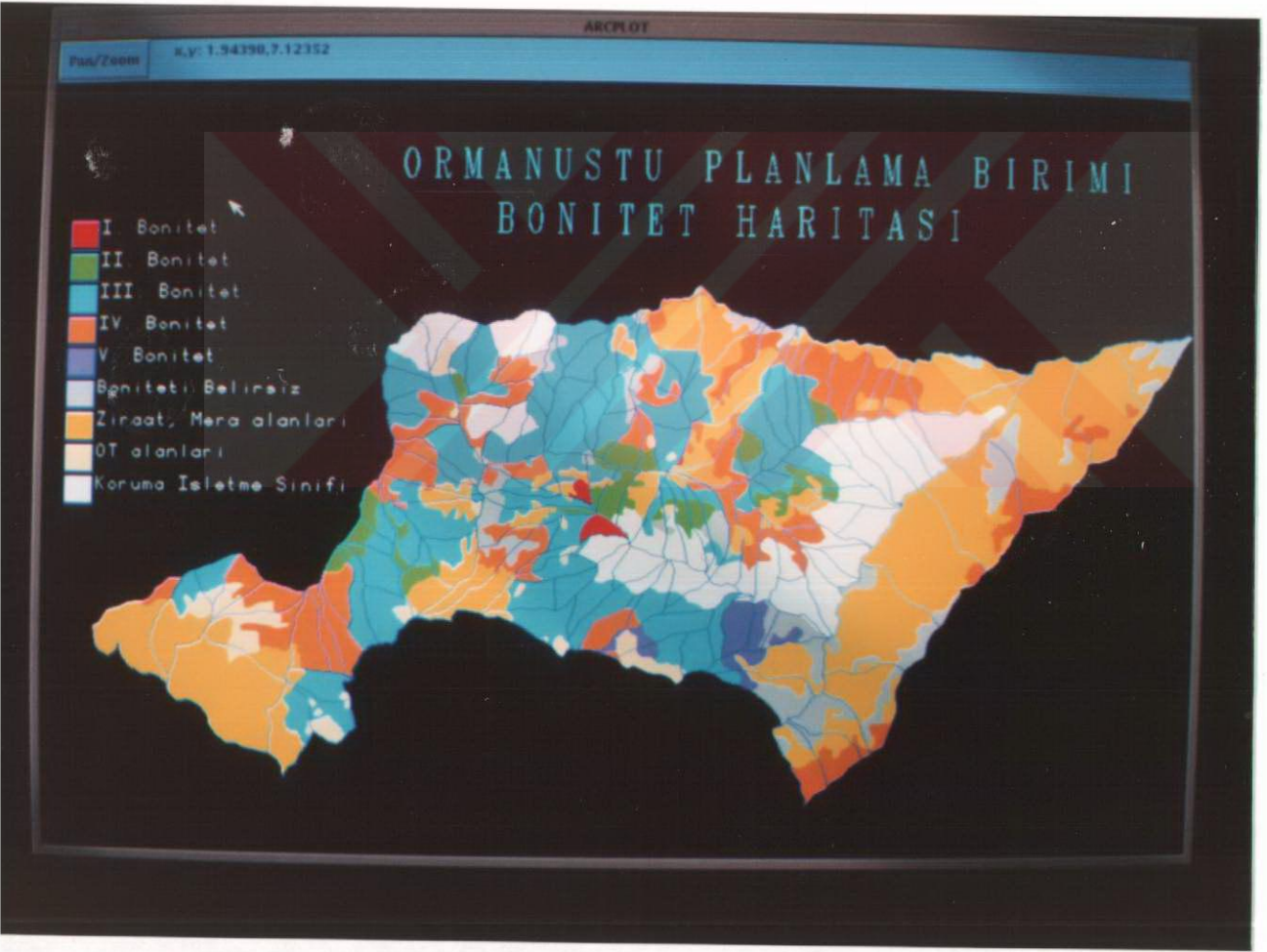
8.2 Ek Şekiller



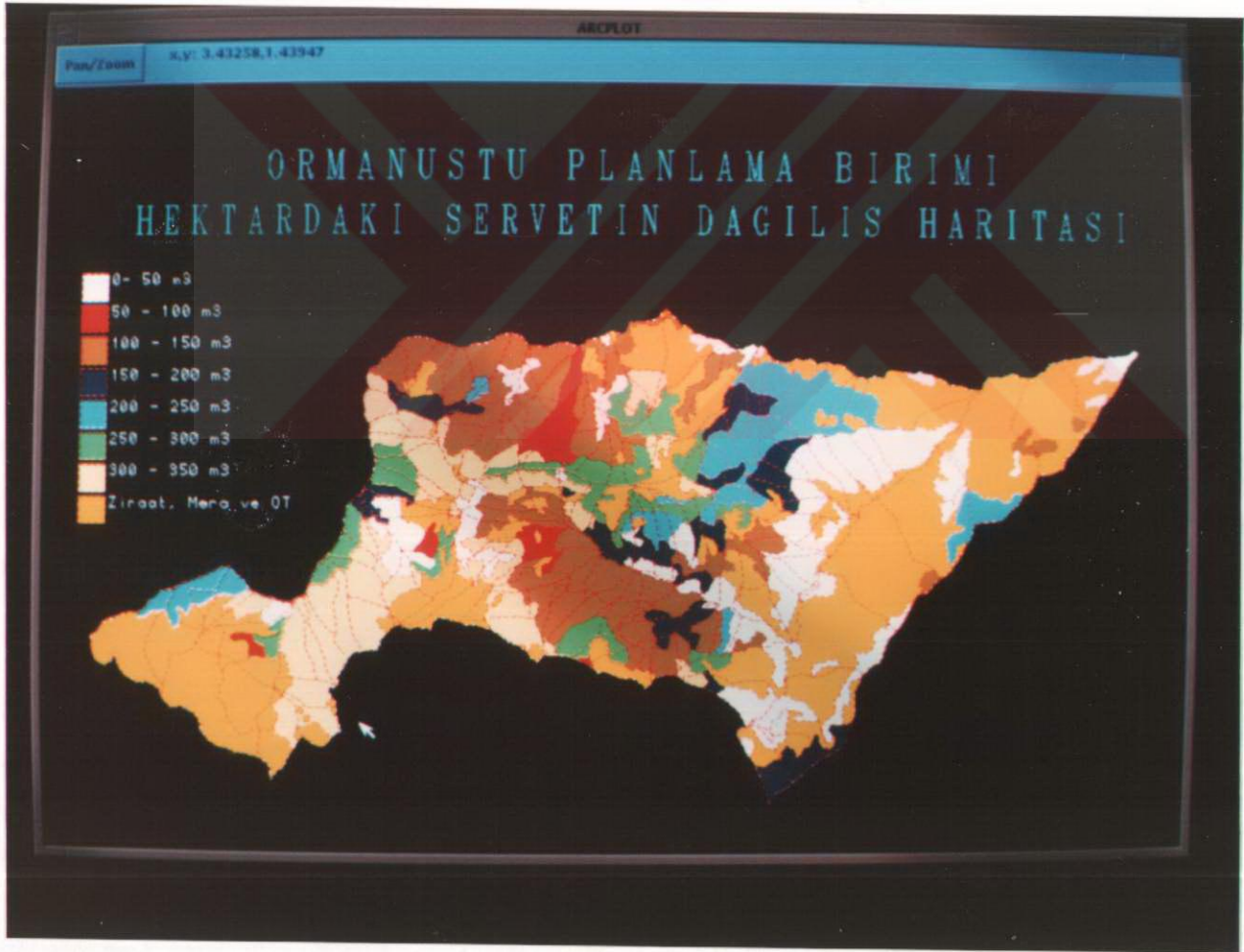
Ek Şekil 1. Ormanüstü planlama birimi meşcere haritası



Ek Şekil 2. Ormanüstü planlama birimi yaş sınıfları haritası



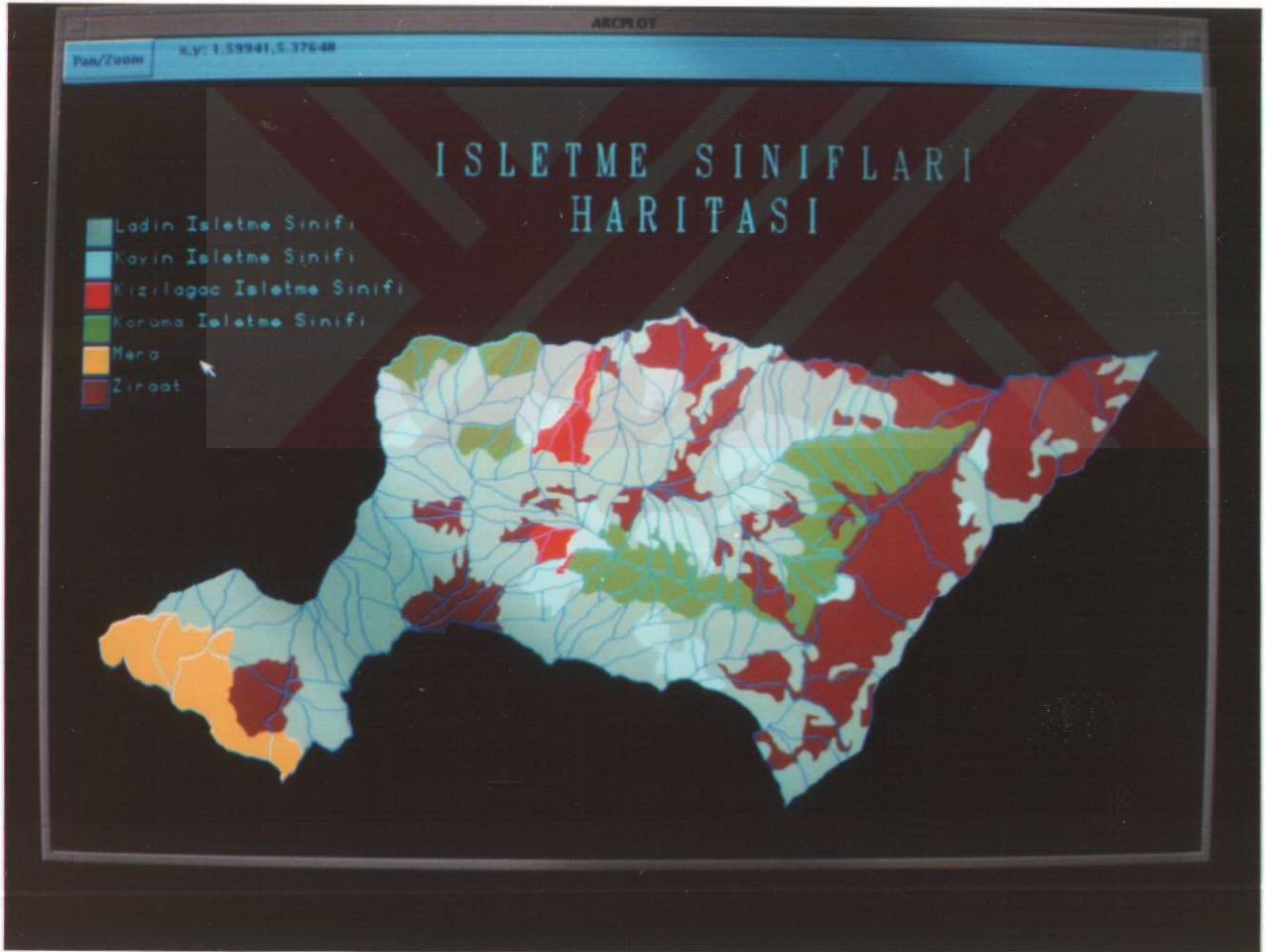
Ek Şekil 3. Ormanüstü planlama birimi bonitet haritası



Ek Şekil 4. Ormanüstü planlama birimi hektardaki servetin dağılışı haritası



Ek Şekil 5. Ormanüstü planlama birimi toplam servetin dağılış haritası



Ek Şekil 6. Ormanüstü planlama birimi işletme sınıfları haritası.

9. ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Almanya'nın Münih kentinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzonda tamamladıktan sonra, 1987 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenimine başladı. 1991 yılında buradaaki öğrenimini tamamlayarak Orman Mühendisi ünvanı ile mezun oldu.

1992 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 1993 yılında Fen Bilimleri enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Daha sonra Temmuz 1995'de K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Amenajmanı Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir.

