BAFRA VE ÇARŞAMBA OVALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK AGROEKOLOJİK ZONLARININ ÇIKARILMASI VE SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA GÜLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

136015

BAFRA VE ÇARŞAMBA OVALARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK AGROEKOLOJİK ZONLARININ ÇIKARILMASI VE SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA GÜLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

YRD. DOÇ. DR. TEKİN KARA

136015

SAMSUN-2003

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 20/01/2003 tarihinde yapılan sınav ile Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sebahattin BEKTAŞ

Üye: Prof. Dr. Mehmet APAN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Tekin KARA (Danışman)

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

/ /2003

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BAFRA VE ÇARŞAMBA OVALARININ AGROEKOLOJİK ZONLARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) KULLANILARAK ÇIKARILMASI VE SULAMA AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada uzaktan algılama verileri ve Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Çarşamba ve Bafra Ovalarında bitki yetiştiriciliği açısından önemli Agroekolojik zonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada temel olarak Marmara Araştırma Enstitüsü Uzay Teknolojileri Grubunca Yeşilırmak Gelişim Projesi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanan veri tabanından yararlanılmıştır. Veri tabanında yer alan katmanlar;

1. Güncel Landsat-TM Uydu Görüntüsü Katmanı
2. Toprak Bilgileri Katmanı
3. Topoğrafik Katman
4. İklim Katmanıdır.

Her bir katman ağırlıklandırılmış birçok alt katmanlardan oluşturulmuştur. Örneğin; İklim katmanı bitki büyüme periyodu, yıllık toplam yağış miktarı, yetişme periyodu yağış miktarı ve yıllık sıcaklık ortalaması kullanılarak hazırlanmıştır.

Katmanların oluşturulmasında ve değerlendirilmesinde "ağırlıklı faktör analiz yöntemi" kullanılmıştır. Öncelikli olarak bitki yetiştiriciliği bakımından önemli olan karakterler saptanmış ve bunlardan temin edilebilenler, belirlenen değerlendirme aralıklarına bölünerek haritalara işlenmiştir. Sonra bu karakterlere önem sırasına göre "etki katsayıları" verilmiştir. Değişik karakterleri gösteren haritaların üst üste serilmesi ile elde edilen kapalı poligonların her birinin elde ettiği toplam değerler hesaplanmıştır. Son olarak, toplam etki değerleri, ArcView 3.2 programı ve bu programın Spatial Analiz ile 3D Analiz modülleri kullanılarak belli aralıklarla bölünmüş ve böylece Çarşamba ve Bafra Ovalarında bitki yetiştiriciliği bakımından önemli beşer adet Agroekolojik zon elde edilmiştir. Elde edilen bu zonlar güncel uydu verileri de kullanılarak yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Agroekolojik zonlama, CBS, Çarşamba, Bafra, Ova

THE DESCRIPTION OF AEZs OF BAFRA AND ÇARŞAMBA LOWLANDS BY APPLYING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS) AND AN EVALUATION FROM THE ASPECT OF IRRIGATION

ABSTRACT

In this study, it is aimed to discover AEZs of Çarşamba and Bafra lowlands regarding agricultural planting via GIS and data of remote sensing. This study bases its research mainly produced by the Marmara Research Institute Space Technological Group at the Yeşilırmak Development Project. The layers of the data are as follows;

1. Landsat-TM satellite data layer
2. Land data layer
3. Topographical layer
4. Climatic layer

Every layer has many weighted sub layers. For example, the climatic layer is prepared by taking into account the period of plant growing, the total amount of rain in summer times and the average temperature of weather.

The method of weighted factor analysis is applied in creating and assessing the layers. First, the characters that are important regarding plant production are detected. Second, these characters are put on the maps according to their values. Third, value numbers are given on the base of their importance.

The total values are counted by overlaying different layers. Finally, the total values are divided into separate parts; so five important AEZs are described in Bafra and Çarşamba lowlands. The zones are commented and some advices are given in the light of satellite data. In this study, ArcView 3.2 program and Spatial Analyst and 3D Analyst models of ArcView are used.

Key Words: AEZ, GIS, Çarşamba, Bafra, Lowland

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda konunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar bana desteklerini esirgemeyen danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Tekin KARA'ya teşekkür ederim. Tezimi inceleyerek katkıda bulunan Sayın Prof.Dr. Mehmet APAN ve Sayın Prof.Dr. Sebahattin BEKTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmam süresince bana olan desteğinden dolayı eşim Serpil GÜLER'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. GİRİŞ....1
2. GENEL BİLGİLER....5
2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir?....5
2.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi....10
2.3. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması.... 11
2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri....15
2.4.1. Donanım (Hardware)....15
2.4.2. Yazılım (Software)....15
2.4.3. Veri (Data)....16
2.4.4. İnsanlar (People)....17
2.4.5. Yöntemler (Methods)....17
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Modelleri....18
2.5.1. Vektör Modeller....18
2.5.2. Raster Modeller....18
2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Toplama Teknikleri.... 18
2.6.1. Mevcut Olmayan Verilerin Elde Edilmesi....20
2.6.2. Mevcut Verilerin Elde Edilmesi....21
3.6.2.1. Analog Veriler....21
2.6.2.2. Sayısal Veriler....21
2.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Giriş Yöntemleri.... 22
2.7.1. Klavye Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri.... 22
2.7.2. Optik Okuyucu Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri.... 22
2.7.3. Sayısallaştırıcı Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri.... 23
2.7.4. Kopyalama İle Gerçekleştirilen Veri Girişleri.... 23
2.8. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Analiz Fonksiyonları.... 23
2.8.1. Konumsal analizler....24
2.8.1.1. Birleştirme Analizi....24
2.8.1.2. Yakınlık Analizi....25
2.8.1.3. Sınır İşlemleri....25
2.8.2. Sayısal Yükseklik Analizi....25
2.8.2.1. TIN Veri Modeli....26
2.8.2.2. Üç Boyutlu (3D) Görüntüleme....26
2.8.2.3. Eğim Hesabı....26
2.8.2.4. Bakı Hesabı....27
2.8.2.5. Kesit Çıkarma....27
2.8.2.6. Görünürlük Analizi....27
2.8.2.7. Hacim Hesabı....27
2.8.3. Grid Analizi....27
2.8.4. Konumsal Sorgulama....28
2.8.5. Ağ Analizleri....28
2.8.6. Geometrik İşlemler....29
2.8.7. İstatistiksel Analizler....29
2.9. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım....29
2.9.1. ArcView Yazılımı....31

Sayfa

2.9.1.1. ArcView Spatial Analyst....32
2.9.1.2. ArcView 3D Analyst....32
2.10. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları....32
2.11. Agroekolojik Zonlama....34
2.11.1. Agroekolojik Zon Kavramı....34
2.11.2. Agroekolojik Zonlama prosedürü....37
2.11.2.1. Toprak Veri İhtiyaçları....38
2.11.2.2. Toprak Kaynakları Envanterinin Hazırlanması....39
2.11.2.3. İklimsel Veri İhtiyaçları....39
2.11.2.4. İklim verilerinin Toplanması....40
2.11.2.5. Mevcut Arazi Kullanım Envanterinin Hazırlanması....40
2.12. Agroekolojik Zonlama İle ilgili Yapılmış Çalışmalar....41
3. MATERYAL VE METOT....45
3.1. Çalışma Alanlarının Sınırları....45
3.2. Çalışmada Kullanılan Veriler....46
3.3. Kullanılan Yazılım....47
3.4. Metot....47
3.5. Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Kullanılan Katmanlar ve puanlamalar....55
3.5.1. Toprak Modeli....55
3.5.1.1. Toprak Bünyesi Katmanı....55
3.5.1.2. Toprak Derinliği Katmanı....56
3.5.1.3. Erozyon Durumu Katmanı....57
3.5.1.4. Toprak Drenaj Katmanı....57
3.5.1.5. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı (AKKS) Katmanı....58
3.5.1.6. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit Toprak Modeli Katmanları....58
3.5.2. Topografik Model....59
3.5.2.1. Yükseklik Katmanı....59
3.5.2.2. Eğim Katmanı....60
3.5.2.3. Bakı Katmanı....60
3.5.2.4. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit Topografik Modeller....61
3.5.3. İklim Modeli....61
3.5.3.1. Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı....62
3.5.3.2. Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı....62
3.5.3.3. Yetişme Periyodu (Nisan-Eylül) Yağış Miktarı Katmanı....63
3.5.3.4. Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı....64
3.5.3.5. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit İklim Modelleri....64
4. BULGULAR VE TARTIŞMA....65
4.1. Toprak Modelinin Oluşturulması....65
4.1.1. Toprak Bünyesi Katmanı....65
4.1.1.1. Çarşamba Ovası Toprak Bünyesi Katmanı....65
4.1.1.2. Bafra Ovası Toprak Bünyesi Katmanı....67
4.1.2. Toprak Derinliği Katmanı....69
4.1.2.1. Çarşamba Ovası Toprak Derinliği Katmanı....69

Sayfa

4.1.2.2. Bafra Ovası Toprak Derinliği Katmanı....71
4.1.3. Erozyon Durumu Katmanı....73
4.1.3.1. Çarşamba Ovası Erozyon Durumu Katmanı....73
4.1.3.2. Bafra Ovası Erozyon Durumu Katmanı....75
4.1.4. Toprak Drenaj Durumu Katmanı....77
4.1.4.1. Çarşamba Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı....77
4.1.4.2. Bafra Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı....79
4.1.5. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı.... 81
4.1.5.1. Çarşamba Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı.. 81
4.1.5.2. Bafra Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı.... 83
4.1.6. Kompozit Toprak Modeli Katmanı....85
4.1.6.1. Çarşamba Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı.... 85
4.1.6.2. Bafra Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı.... 87
4.2. Topografik Modelin Oluşturulması....89
4.2.1. Yükseklik Katmanı....89
4.2.1.1. Çarşamba Ovası Yükseklik Katmanı....89
4.2.1.2. Bafra Ovası Yükseklik Katmanı....91
4.2.2. Eğim Katmanı....93
4.2.2.1. Çarşamba Ovası Eğim Katmanı....93
4.2.2.2. Bafra Ovası Eğim Katmanı....95
4.2.3. Bakı Katmanı....97
4.2.3.1. Çarşamba Ovası Bakı Katmanı....97
4.2.3.2. Bafra Ovası Bakı Katmanı....99
4.2.4. Kompozit Topografik Model Katmanı....101
4.2.4.1. Çarşamba Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı.... 101
4.2.4.2. Bafra Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı.... 103
4.3. İklim Modelinin Oluşturulması....105
4.3.1. Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı....105
4.3.1.1. Çarşamba Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı.... 105
4.3.1.2. Bafra Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı.... 107
4.3.2. Toplam Yıllık Yağış Katmanı....109
4.3.2.1. Çarşamba Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı....109
4.3.2.2. Bafra Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı.... 111
4.3.3. Yetişme Periyodu (Nisan-Eylül) Yağış Miktarı Katmanı.... 113
4.3.3.1. Çarşamba Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı.113
4.3.3.2. Bafra Ovası Yetişeme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı.... 115
4.3.4. Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı....117
4.3.4.1. Çarşamba Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katman...117
4.3.4.2. Bafra Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı....119
4.3.5. Kompozit İklim Modeli Katmanı....121
4.3.5.1. Çarşamba Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı.... 121
4.3.5.2. Bafra Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı.... 123
4.4. Agroekolojik Zonlar....125
4.4.1. Çarşamba Ovasına Ait Agroekolojik Zonlar....125

Sayfa

4.4.2. Bafra Ovasına Ait Agroekolojik Zonlar.....130
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....135
6. KAYNAKLAR.....138
7. ÖZGEÇMİŞ.....143

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Konumsal Veri İşleme Tekniklerinde Farklı Bilgi Sistemlerinin CBS İle İlişkileri....9
Şekil 2.2. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması....13
Şekil 2.3. CBS'nin Bileşenleri....16
Şekil 2.4. CBS'de Veri Toplama Tekniklerinin Sınıflandırılması....20
Şekil 3.1. Çarşamba ve Bafra Ovalarında Çalışma Alanlarının Konumu ve Sınırları....45
Şekil 3.2. Yer Haritası ve Landsat-TM Uydu Görüntüleri Arasında Çakıştırma Sonucunda Ortaya Çıkan Farklılıklar....48
Şekil 3.3. Çarşamba ve Bafra Ovalarında Agroekolojik Zonlama Çalışması Akış Diyagramı....50
Şekil 3.4. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Toprak Modelinin Üst Üste Serme İşlemi İle Oluşturulması....52
Şekil 3.5. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Topografik Modelin Üst Üste Serme İşlemi İle Oluşturulması....53
Şekil 3.6. Çarşamba Agroekolojik Zonlama Çalışmasında İklim Modelinin Üst Üste Serme İşlemi İle Oluşturulması....54
Şekil 4.1. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toprak Bünyesi Katmanı... 66
Şekil 4.2. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toprak Bünyesi Katmanı.... 68
Şekil 4.3. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Torak Derinliği Katmanı.... 70
Şekil 4.4. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Torak Derinliği Katmanı....72
Şekil 4.5. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Erozyon Durumu Katmanı...74
Şekil 4.6. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Erozyon Durumu Katmanı.... 76
Şekil 4.7. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı....78
Şekil 4.8. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı....80
Şekil 4.9. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı....82
Şekil 4.10. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı....84
Şekil 4.11. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı....86
Şekil 4.12. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı....88
Şekil 4.13. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yükseklik Katmanı.... 90
Şekil 4.14. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yükseklik Katmanı.... 92
Şekil 4.15. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Eğim Katmanı.... 94
Şekil 4.16. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Eğim Katmanı.... 96
Şekil 4.17. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Bakı Katmanı.... 98
Şekil 4.18. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Bakı Katmanı.... 100
Şekil 4.19. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı....102
Şekil 4.20. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı....104

Sayfa

Şekil 4.21. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı....106
Şekil 4.22. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı....108
Şekil 4.23. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı....110
Şekil 4.24. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toplam Yıllık Yağış Katmanı....112
Şekil 4.25. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı....114
Şekil 4.26. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı....116
Şekil 4.27. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı....118
Şekil 4.28. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı....120
Şekil 4.29. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı....122
Şekil 4.30. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı....124
Şekil 4.31. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovasında Elde Edilen Zonlar....126
Şekil 4.32. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovasında Elde Edilen Zonlar....131

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Agroekolojik Zonlama İçin Toprak Bünye Katmanı Puanlaması..... 55
Tablo 3.2. Agroekolojik Zonlama İçin Derinlik Katmanı Puanlaması..... 56
Tablo 3.3. Agroekolojik Zonlama İçin Erozyon Durumu Katmanı Puanlaması..... 57
Tablo 3.4. Agroekolojik Zonlama İçin Drenaj Katmanı Puanlaması..... 58
Tablo 3.5. Agroekolojik Zonlama İçin Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı Puanlaması....58
Tablo 3.6. Agroekolojik Zonlama İçin Yükseklik Katma.....59
Tablo 3.7. Agroekolojik Zonlama İçin Eğim Katmanı Puanlaması.....60
Tablo 3.8. Agroekolojik Zonlama İçin Bakı Katmanı Puanlaması.....61
Tablo 3.9. Agroekolojik Zonlama İçin Büyüme Dönemi Katmanı Puanlaması..... 62
Tablo 3.10. Agroekolojik Zonlama İçin Toplam Yıllık Yağış Katmanı Puanlaması..... 63
Tablo 3.11. Agroekolojik Zonlama İçin Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Puanlaması63
Tablo 3.12. Agroekolojik Zonlama İçin Yıllık Ortalama Sıcaklık Katmanı Puanlaması..... 64
Tablo 4.1. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Bünyesi Katmanı Bulguları.....65
Tablo 4.2. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Bünyesi Katmanı Bulguları.....67
Tablo 4.3. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Derinliği Katmanı Bulguları.....69
Tablo 4.4. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Derinliği Katmanı Bulguları.....71
Tablo 4.5. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Erozyon Durumu Katmanı Bulguları.....73
Tablo 4.6. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Erozyon Durumu Katmanı Bulguları.....75
Tablo 4.7. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Drenaj Durumu Katmanı Bulguları.....77
Tablo 4.8. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Drenaj Durumu Katmanı Bulguları.....79
Tablo 4.9. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı Bulguları.....81
Tablo 4.10. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı Bulguları.....83
Tablo 4.11. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Toprak Modeli Katmanı Bulguları.....85
Tablo 4.12. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Toprak Modeli Katmanı Bulguları.....87
Tablo 4.13. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yükseklik Katmanı Bulguları.....89
Tablo 4.14. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yükseklik Katmanı Bulguları..... 91
Tablo 4.15. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Eğim Katmanı Bulguları..... 93
Tablo 4.16. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Eğim Katmanı Bulguları..... 95
Tablo 4.17. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bakı Katmanı Bulguları..... 97
Tablo 4.18. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bakı Katmanı Bulguları..... 99
Tablo 4.19. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Topografik Model Katmanı Bulguları.....101

Sayfa

Tablo 4.20. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Topografik Model Katmanı Bulguları....103
Tablo 4.21. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı Bulguları....105
Tablo 4.22. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı Bulguları....107
Tablo 4.23. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı Bulguları....109
Tablo 4.24. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı Bulguları....111
Tablo 4.25. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Bulguları....113
Tablo 4.26. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Bulguları....115
Tablo 4.27. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı Bulguları....117
Tablo 4.28. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı Bulguları....119
Tablo 4.29. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit İklim Modeli Katmanı Bulguları....121
Tablo 4.30. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit İklim Modeli Katmanı Bulguları....123
Tablo 4.31. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Elde Edilen Zonlar ve Bulgular....125
Tablo 4.32. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Elde Edilen Zonlar ve Bulgular....130

KISALTMALAR

AKKS	: Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı
AM	: Bilgisayar Destekli Haritacılık
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
DSİ	: Devlet Su İşleri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi (Global Position System)
KBS	: Konumsal Bilgi Sistemlerinde
KOBS	: Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri
SYM	: Sayısal Yükseklik Modelleri
TIN	: Düzensiz Üçgenler Ağı (Triangulated Irregular Network)
UA	: Uzaktan Algılama
UTM	: Yatık Eksenli Marketör Projeksiyonu (Universal Transvers Mercator)
VTYS	: Veri Tabanı Yönetim Sistemi

1. GİRİŞ

Dünyadaki mevcut doğal kaynakların artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyeti, insanlığın yaşamını uygun koşullar altında sürdürebilmesi için önemli bir konudur. Dünya nüfusu her yıl ortalama %1.6 artmaktadır. Bu oran az gelişmiş ülkelerde %3'ü geçmektedir. Hızlı nüfus artışına paralel olarak toprak ve su gibi temel kaynaklar; endüstrileşme, plansız ve programsız şehirleşme ve kirlenme gibi faktörler nedeniyle hem kalite ve hem de miktar bakımından gerilemektedir (FAO, 1996).

Gelişmekte olan ülkelerde hızlı bir şekilde artan nüfusun sosyo-ekonomik ihtiyaçları, arazi kaynaklarının gıda üretimi amacıyla çok değişik kullanımlara tahsisini asıl hedef haline getirmiştir. Artan nüfusun baskısı ve arazi kullanım amaçlarındaki farklılıklardan meydana gelen rekabet, daha etkin arazi kullanımı ve yönetiminin gerekliliği üzerine yoğunlaşılmasına neden olmaktadır. Arazi kaynaklarının korunması ile ilgilenen arazi kullanıcıları ve yöneticiler için rasyonel ve sürdürülebilir arazi kullanımı, şimdiki ve gelecekteki nüfusun yararı için önemli bir konudur.

Kanun düzenleyiciler ve arazi kullanıcıları temelde iki konuyla yüz yüzedir. Bunlar;

1. Uzun süredir kültürel işlemlerin yapıldığı alanlarda mevcut koşullarda geliştirmek ve üretkenliklerini tekrar kazandırmak yoluyla arazideki bozulma eğilimini duraklatmak,
2. Yeni gelişmekte olan alanlarda uygun ve yerinde kullanım ile arazi kaynaklarının bozulmasını önlemek, bu kaynakların üretkenliğin devamını sağlamak.

Her iki açıdan da arazi kaynaklarının planlanması ve yönetimi için entegre bir yaklaşım, arazinin sürdürülebilir optimum karının sağlanabileceği kullanıma tahsisini sağlayacak bir çözün için anahtar fonksiyondur (FAO, 1996).

Büyümekte olan popülasyonun gıda ihtiyaçları, halen kullanılmakta olan alanlardan bilinçsizce daha fazla ürün alma veya yeni tarımsal kullanım için bakir alanların kullanıma açılması sonucunda doğal kaynaklar sık sık tehdit edilmektedir. Bu tehditler; erozyon ile işlenebilir alanların kaybı, tuzluluk, çölleşme, hızlı nüfus artışı, kullanılabilir suyun azalması, ormanların kaybolması, biyolojik çeşitliliğin tehdit edilmesi, iklim değişiklikleri küresel ısınmanın potansiyel etkileri ile daha da büyümektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarımsal

gelişme sadece bir tercih olmaktan çıkıp, global bir dayanışma ve anlaşma için zorunlu hale gelmektedir (Fischer ve ark., 2001).

Agroekolojik dengelerden etkilenmeden bütün dünya insanlarının gıda güvenliğinin sağlanabilmesinin çözümü, özellikle Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi yöntemlerle entegre edilmiş yeni teknolojilerin adaptasyonunda yatmaktadır. Gelişmiş yada gelişmekte olan bütün ülkelerin öncelikli amaçlarından biri sürdürülebilir tarımsal gelişmedir. Sürdürülebilir tarımın amacı, uzun zaman periyodu boyunca sürdürülebilir üretimde başarı sağlayabilmek amacıyla doğal kaynakların optimum kullanımına yönelik özel özen gösterilmesi yoluyla bitki ihtiyaçları ile doğal kaynaklar arasında dengenin oluşturulmasıdır. Tarımsal üretimde sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir büyüme aşağıda özetlenen çeşitli tarımsal teknolojinin iyi bir uyumu ile başarılabilir (Bhan ve ark. 1997);

- Yüksek verim; girdi yansımaları; toprak, iklimsel ve biyolojik etkilere toleranslı ürün çeşitlerinin kullanımı ile sağlanacak ürün yönetim teknolojisinin geliştirilmesi,
- Toprak verimliliğini artırabilmek için besleyici uygulamalar ile toprak, su ve çevre kirliliği riskinin minimuma indirilmesi,
- Hastalıklarla mücadelede etkinliğin artırılabilmesi kadar çevre üzerine olan etkilerinin azaltılması,
- Toprak bozulmasının kontrolü ve kullanılabilir nemin artırılması için toprak ve su muhafazası
- Minimum girdi ile optimum ekonomik karın elde edilmesi
- Toprak, yüzey ve iklimsel elverişlilik üzerine kurulu olan farklı agroekolojik bölgeler için uygun yetiştirme sistemlerinin uygulanması,

Sürekli artmakta olan nüfusun taleplerini karşılayabilmek için daha etkili ve sürdürülebilir tarımsal üretim sistemlerindeki gelişmeler, ilk olarak çok fazla değişkenlik gösterebilen doğal kaynakların fizyolojik ve biyolojik potansiyelinin tayin edilmesi üzerine kurulmalıdır. Agroekolojik zonlama, bu potansiyelin öncelikli olarak kullanışlı bir değerlendirilmesini sağlamaktadır (Sivakumar ve ark., 1997).

Alternatif arazi kullanım tiplerinin performansları değerlendirildiğinde tek bir kriter ile yapılan değerlendirmeler çoğunlukla, karar vericilerin isteklerine cevap vermemektedir.

Genelde bu istekler, kaynak yönetimi ile ilişkili olan birçok pratik problem için çok faktörlü bir yapıya sahip olan isteklerdir. İçerdiği veri miktarının çok fazla olmasından dolayı bu tarz isteklere cevap verebilecek yöntemler özellikle bilgisayar ortamına uygunluk göstermektedir (Fischer ve ark., 2001).

İleri düzeydeki Agroekolojik zonlama çalışmaları, doğal kaynaklar yönetimi ve arazi kullanım planlamasında çok faktörlü potansiyel uygulamalara sahip olan bilgisayar modelleri ve CBS ile bağlantılı olan veri serisini birleştirmektedir. Bu tekniklerin kullanımı ile Agroekolojik zonlama, arazi kaynaklarının planlaması ve değerlendirilmesi için önemli bir çalışma haline gelmektedir Zonları tanımlamak için yüzeysel (spatial) bilgi katmanlarının kombinasyonunu içeren analizler CBS uygulamalarına yardım etmektedir (FAO, 1996).

Gelişmekte olan ülkelerde tarımsal araştırmalar için yapılan yatırımlar, gittikçe artan bir şekilde, ekonomik ve çevresel karın en fazla olacağı tahmin edilen agroekolojik zonlar dikkate alınarak yapılmaktadır (White ve ark., 2001).

Agroekolojik zonların bilinmesiyle tarımsal araştırmalara büyük yararlar sağlanır. Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçların uygulanabileceği alanların doğru olarak bilinmesi veya uygulamaya geçirilmesi kadar, herhangi başka bir yerdeki benzer ekolojide elde edilmiş araştırma sonuçlarının uygulamaya geçirilmesi de çok önemlidir. Tarımsal yayımcılık yapan kuruluşlar için de kendi çalışma alanlarında bulunan agro-ekolojik zonların bilinmesi yaşamsal önemdedir. Böylelikle ulusal tarım örgütleri çiftçiye götürecekleri yeni ve uygulamaya yönelik bilgileri üreticilere iletmede daha büyük doğrulukla hareket etmiş olacaktır. Çiftçiler ise "zonlama" bilgisi yardımıyla, benzer ekolojik çevrelerde ürün artırma kriterlerinin belirlenmesi, ortaya çıkan hastalık, zararlı, don vb. doğal felaketler bakımından önceden uyarılmak yoluyla yararlanmış olacaklardır (Ağdağ, 1994).

Bafra ve Çarşamba ovaları, Karadeniz Bölgesi içinde tarımsal potansiyeli çok yüksek olan iki delta ovasıdır. Her iki ova da Samsun ili sınırları içinde yer almaktadır. Bafra ovası Kızılırmak nehrinin üzerinde bulunan Derbent regülatörü; Çarşamba ovası ise sulama projesinin tamamlanmasından sonra Yeşilırmak nehri üzerinde bulunan Suat Uğurlu barajının mansabında yapılacak olan Kumköy regülatöründen tesis edilen sulama sistemlerinden sulanacaktır. Günümüzde sulama sistemi alt yapısının yapımı halen sürmektedir. Sulama sistemlerine geçişini tamamlamış olan ovalarda su gereksinimi sulama sistemlerinden, sulama sisteminin olmadığı alanlarda yer altından pompajla sağlanmaktadır (Apan ve ark. 1995).

Samsun ili, ülkemizde buğday, mısır, çeltik, tütün, ayçiçeği, kuru fasulye ve sebze üretiminde önemli paylara sahiptir ve üzerinde "polikültür tarım" yapılan bölgelerimizdendir. Gerek polikültür tarım yapılıyor olması, gerekse arazi yapısı, iklim ve bitkisel üretim potansiyelinin kıyıdan iç bölgelere doğru değişiyor olması, buralarda agro-ekolojik zonların bilinmesinin önemini artırmaktadır (Ağdağ, 1998).

Çarşamba ve Bafra ovalarında tarımsal potansiyelin saptanması amacıyla her iki ovada da ayrıntılı etüt çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bunun için uzun süre, iş gücü ve paraya gereksinim duyulmaktadır. Ovalarda yapılacak Agroekolojik zonlama çalışmasıyla ovaların tarımsal potansiyeli ortaya çıkarılarak süre, iş gücü ve maliyetlerin minimum düzeye düşürülmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma beş bölümde toplanmış olup, birinci bölüm olan giriş kısmında Agroekolojik zonlama ve önemi üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde genel olarak Agroekolojik zonlama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri tanımlanmış ve Agroekolojik zonlama ile ilgili yapılmış örnek çalışmalar gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan materyal ile izlenen metot tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Beşinci ve son bölümde ise yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

Agroekolojik zonlama çalışmalarında harita, tablo, metin, istatistikler v.b. fazla miktarlarda veri ile çalışılmaktadır. Verilerin birlikte değerlendirilmesi ve analiz edilmesi aşamasında yardımcı olabilecek araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri bu noktada güçlü bir rol oynamaktadır. Günümüzde birçok Agroekolojik zonlama çalışması Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımı ile yapılmaktadır. Bu bölümde öncelikli olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri tanımlanacak daha sonra da Agroekolojik zonlama ile ilgili genel bilgiler verilecektir.

2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nedir?

"Geography Information System (GIS)" ifade edilen terim Türkiye'de "Coğrafya", "Bilgi", "Sistem" kelime karşılıkları ile "Coğrafi Bilgi Sistemi" olarak ifade edilmektedir. Üç kelimenin baş harflerinin kullanılması ile CBS olarak kısaltılmış ve kullanıma sunulmuştur.

CBS, kullanıcısının farklı disiplinlerden (uygulama gruplarından) olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin verememiştir. CBS, bir takım araştırıcılara göre "*konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram*", bazı araştırıcılara göre; "*konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç*", geri kalan araştırıcılara göre de; "*organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi*" olarak nitelendirilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Bütün bu düşünceler doğrultusunda ülkemizde CBS için yapılan bazı tanımlamalar aşağıda verilmiştir (Yomralıoğlu, 1999).

- *"Dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemi,"*
- *"Grafik ve yazılı olarak ifade edilen bilgileri, tahrip etmeden ilişkilendirmek, detaylı sorgulamalarla gerekli olan ve yorumlanacak bilgiye erişmek için kullanılan uzman yazılımlara ve donanımlara verilen isim,"*
- *"Önceden belirlenen ya da gelişen amaçlar doğrultusunda belli bir coğrafyaya ilişkin hali hazır harita, imar planı, kadastrol, tematik haritalar gibi grafik bilgileri ve bunlara*

ilişkin diğer tüm grafik dışı bilgileri toplamak, depolamak, güncel tutmak, bu bilgileri kullanarak düzenli ya da düzensiz sorgulamalar yapmak üzere gereken yasal, örgütsel, teknik düzenlemeler bütünü,"

- *"Toprak tabanlı bilgilerin bilgisayar ortamına girilmesi, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi ve çıktı alınmasını sağlayan sistem,"*
- *"Bir bölgenin veya kentin yönetimi için veri analizine elverişli planlama veya çevresel verilerin toplanması, plan hazırlama, karar verme ve kararların uygulanmalarını sağlayan bir veri tabanı sistemi,"*
- *"Yasal, idari ve ekonomik kararların verilmesi için bir araç, bir yanda belli bir bölgedeki arazi ile ilgili bilgiler, diğer yandan da verilerin sistematik derlenmesi, güncelleştirilmesi ve dağıtımına ait kural ve tekniklerden oluşan, planlama ve kalkınma amaçlı kullanılan bir altlık,"*
- *"Coğrafi konumla sözel bilgiler arasında ilişkiler kurarak yeni yorumlara olanak veren önemli bir karar ve yönetim destek sistemi,"*
- *Coğrafi dağılama sahip farklı verilerin bilgisayar ortamında sınıflandırılmasını ve analizini en verimli ve çabuk şekilde sağlayan, böylece karar mekanizmasının başında ve içindeki kişi yada kişileri doğru yöne hızla yönelten bir yöntemler topluluğu,"*

Dünyada CBS için yapılan bazı tanımlar ise şu şekildedir (Turoğlu, 2000);

- *"Dünyaya bağlı mekansal verileri elde etmek, depolamak, kontrol etmek, işlemek, analiz etmek ve görüntülemek için bir sistem"* (DoE, 1987).
- *"Coğrafyaya bağlı verileri depolamak ve işlemek için manuel veya bilgisayar bazlı işlemler kümesi"* (Aronof, 1989).
- *"Teknolojiyi veri tabanı ile bütünleştiren, uzmanlığı ve zaman içinde süregelen mali desteği veren organizasyonel yapıyı yansıtan kurumsal bir varlık"* (Carter, 1989).
- "*Mekansal ve mekansal olmayan veriyi depolayan, analiz eden ve görüntüleyen bilgi sistemi*" (Parker, 1988).

- *"Coğrafi bilgileri bir bilgisayar ortamında depolayan ve analiz eden bir araç"* (Esri Inc., 1994).
- *"Yeryüzü referanslı verileri toplayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistem"* (Agi, 1991).
- *"Veri tabanı; uzayda noktalar, çizgiler ve alanlar olarak tanımlanabilen mekansal dağıtılmış nitelikler, aktiviteleri veya olayları içeren özel bir bilgi sistemidir. Bir CBS, sorgulamalar ve analizler için bu noktalar, çizgiler ve alanlar ile ilgili verileri işler"* (Dueker, 1979).

Yukarıda verilmiş olan tanımlardan da anlaşılacağı gibi CBS nin bir *sistem mi*? yoksa bir *araç mı*? olduğu konusunda değişik görüşler söz konusudur. Burrough (1998)'a göre, CBS tanımı; araç (*toolbox*), yönetim (*management*) ve sistem (*system*) gibi üç temel yaklaşımla irdelenebilir. Yukarıdaki üç temel yaklaşım göz önüne alındığında, CBS bilgi teknolojisine dayalı bir veri toplama, işleme ve sunma aracı olarak; veya yoğun ve karmaşık konum bilgilerinin etkin bir şekilde denetlenebildiği bir yönetim tarzı; veya coğrafi verilerin daha verimli kullanılmasına olanak sağlayan bir sistem yada bunların bir bütünü olarak algılanmaktadır. Verilen bu tanımlarda, coğrafyaya konu olan bilgilerin toplanmasından bilgilerin üretilmesine kadar geçen süreçte bir takım konumsal analitik işlemlerin gerçekleşmesi için bilgisayarın bir araç olarak kullanılması ve tüm bunların ancak bir sistem dahilinde yapılabileceği vurgulanmaktadır. Buna göre CBS özetle aşağıdaki şekilde tanımlanabilir;

***"Coğrafi Bilgi Sistemleri;** konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, amaçlar doğrultusunda işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir"* (Yomralıoğlu, 2000).

CBS'de grafik ve grafik olmayan bilgiler arasında etkili bir iletişim yapısı mevcuttur. Günümüzde, CBS'nin yeri konusundaki tartışmalar hala devam etmekle birlikte, CBS genellikle uygulama şekillerine göre değişik isimlerle de ifade edilmektedir. Uygulama şekillerinin bazıları aşağıda verilmiştir (Maguire, 1992);

- Arazi Bilgi Sistemi (*Land Information System*)
- Arazi Veri Sistemi (*Land Data System*)

- Coğrafik Referanslı Bilgi Sistemi (*Geographically Referenced Information System*)
- Çok Amaçlı Kadastro (*Multipurpose Cadastre*)
- Doğal Kaynak Yönetimi Bilgi Sistemi (*Natural Resource Management Information System*)
- Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi (*Image Based Information System*)
- Kadastral Bilgi Sistemi (*Cadastral Information System*)
- Kent Bilgi Sistemi (*Urban Information System*)
- Mekansal Bilgi Sistemi (*Spatial Information System*)
- Mekansal Karar-Destekli Bilgi Sistemi (*Spatial Decision-Support Information System*)
- Mülkiyet Bilgi Sistemi (*Property Information System*)
- Planlama Bilgi Sistemi (*Planning Information System*)
- Ticari Analiz Bilgi Sistemi (*Market Analysis Information System*)
- Toprak Bilgi Sistemi (*Soil Information System*)

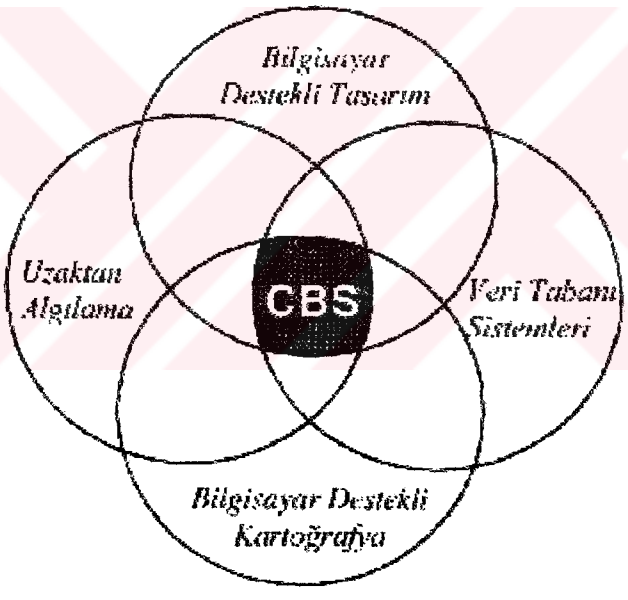
CBS'nin uygulama biçimine göre yapılan farklı isimlendirmeleri yanında birçok uzman, coğrafi bilgi sistemlerindeki hızlı gelişme ile bazı veri toplama ve işleme tekniklerinin gelişimi arasında bir bağlantı olduğunu ileri sürüp, buna aşağıdaki bilgi sistemlerini örnek olarak vermektedirler;

- Bilgisayar Destekli Tasarım (*Computer Aided Desing*)
- Bilgisayar Destekli Kartoğrafya (*Computer Aided Cartography*)
- Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (*Data Base Management Systems*)
- Uzaktan Algılama (*Remote Sensing*)

Yukarıda bahsedilen sistemlerin bazı özellikleri, coğrafi bilgi sistemleri bünyesinde toplanmış ve sonuçta; disiplinler arası bir teknik ortaya çıkmıştır. Ancak, bu sistemlerin hiçbirinde olmayıp da sadece CBS'de olan bir özellik vardır ki; o da *Coğrafi Analiz*, diğer bir ifade ile *konumsal analitik işlemleri* gerçekleştirebilme yeteneğidir. Genelde bilgisayar

destekli sistemler yapılan işlemlerde tam otomasyonu tesis etmek üzere geliştirilmişken, CBS bu sistemlerden farklı olarak gereğinde konum verilerinden yeni bilgiler üretme fonksiyonlarına sahiptir. Özellikle grafik ve grafik-olmayan veri tabanlarının birbiriyle olan etkileşimi kullanıcıya çok yönlü çözümler sunarak CBS'yi diğer klasik sistemlerden farklı kılmaktadır (Parker, 1988).

Sözü edilen sistemlerle CBS arasındaki ilişki Şekil 2.1'de konumsal veri işleme tekniklerinde farklı bilgi sistemlerinin CBS ile ilişkileri şeklinde verilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi, değişik sistemlerin CBS ile bir çok ortak yönü vardır. CBS bir anlamda, bu sistemlerin evrimlerini tamamlamalarıyla ortaya çıkmış, dolayısıyla bir çok yönüyle bu sistemlerden esinlenmiştir.



Şekil 2.1. Konumsal Veri İşleme Tekniklerinde Farklı Bilgi Sistemlerinin CBS İle İlişkileri (Yomralıoğlu, 2000)

Bilgisayarların konumsal analizlerde ve haritacılık faaliyetlerinde kullanılmasına yönelik tarihsel gelişmeler ile; otomatik veri toplama, veri analizi ve sunumu çalışmalarındaki gelişmelerin paralellik gösterdiği görülmektedir. Bu alanlar; kadastral ve topografik harita üretimi, tematik kartoğrafya, sivil mühendislik, coğrafya, konumsal değişimlerin matematiksel uygulamaları, toprak bilimi, yersel ölçmeler ve fotogrametri, kentsel ve kırsal arazi planlaması, altyapı hizmetleri, uzaktan algılama ve görüntü analizi çalışmalarıdır. Ulusal

güvenliğe yönelik askeri uygulamalar da burada sözü edilen disiplinlerin bazılarını kapsamaktadır. Değişik disiplinlerdeki bu farklı uygulamalarda zamanla veri tekrarı (data duplication) sorununun ortaya çıktığı gözlenmiştir. İlk bakışta ayrı görünen, aslında birbiri ile ilişkili olan bu alanlardaki veri tekrarı sorunu, günümüzde, teknik ve kavramsal problemlerin çözülebilmesi için, değişik konumsal veri işleme yöntemlerini içeren genel amaçlı CBS ile çözülmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

2.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Tarihçesi

Bilgisayar kullanımı topografik ve kadastral harita yapımı, kartoğrafya, inşaat mühendisliği, coğrafya, matematik, toprak bilimi, fotogrametri, ölçme, kırsal ve kentsel planlama, teknik altyapı, uzaktan algılama ve görüntü analizi gibi çeşitli alanlardaki otomatik veri toplama, veri analizi ve sunuş gelişmelerine paralel olarak gelişmiştir. Birçok alanda, coğrafi verileri toplamak, depolamak, erişmek, analiz ve sunumlar yapmak için araçlar geliştirilmektedir. Bu araçlar Coğrafi Bilgi Sistemini oluşturmaktadır (Burrough, 1986).

CBS'nin temel anlamda ortaya çıkışı, 1960'larda Harvard Üniversitesinde gerçekleştirilen bir proje ile olmuştur. Bu proje neticesinde, gölgeli eğim haritalarının bilgisayar aracılığı ile üretilebileceği anlaşılmış ve bu amaçla SYMAP adı verilen bir program geliştirilmiştir. Aynı Üniversitede 1970'lerde, poligon işlemlerinin yapılarak veri katmanı oluşumuna imkan sağlayan ODYSSEY adlı bir program geliştirilmiştir.

Bilgisayar Destekli Haritacılık (AM) ve Tesislerin Yönetimi (FM) sistemleri, genellikle endüstriyel amaçlı problemlerin çözümü için geliştirilmiş bilgisayar destekli çizim ve tasarım işlemlerini yerine getiren Bilgisayar Destekli Tasarım (*Computer Aided Design*, CAD) ürünleridir. CAD sistemleri çok çeşitli grafiksel katmanların ayrı ayrı çizimine ve düzenlenmesine imkan vermektedir.

Ancak tablo v.b. yazılı bilgilerin işlenmesi CAD ile mümkün olamadığından, ayrı bir veri katmanına ihtiyaç duyulmaktadır. Gerçekte CBS ile CAD sistemlerinin ayrıldığı en önemli nokta, grafik ve grafik olmayan veri tabanlarının bu sistemler içerisindeki işlevleridir. CBS gibi sistemlerde başlangıçta bir kodlama ve veri tabanı tasarımı şarttır. Bu nedenle CBS'ye yönelik etkili sistemler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu da bugünkü konumsal bilgi sistemlerini ortaya çıkarmıştır (Yomralıoğlu ve Çelik, 1994).

CBS, 1960'larda yer işleme, 1970'lerde coğrafi bilginin yönetimi, 1980'lerde ise mekansal karar destek sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir eğilim göstermiştir. Teknoloji ilerledikçe mekansal veri; sunum, kullanma, karar-destek ve analiz için çeşitli kaynaklardan toplanarak birçok alanda yerel, bölgesel, ulusal, uluslararası ve global boyutlarda veri tabanlarından elde edilebilir hale gelmiştir. Veri ve ürün paylaşımını sağlamak için, veri ve ürün standartları, ülke içi ve dışı veri dönüşüm standartları geliştirilmeye başlanmıştır.

CBS'yi daha etkin karar destek aracı haline getirmek için 1990'lardan itibaren uzman sistemler ve yapay zeka tekniklerinin kullanılması, yer bilgisi teorisinin oluşturulması, multimedya teknolojisinin kullanılması ile herkese açık coğrafi veri tabanlarının geliştirilmesi, heterojen Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS) ya da CBS'leri için sorgulama dilleri standartlarının tanımlanması, mevcut standartların geliştirilmesi, algoritmalar için paralel programlama tekniklerinin kullanılması, VTYS kurallarının bütünleştirilmesi, sistem kuruluşu, organizasyonu konusunda araştırma ve uygulamalar yapılmaktadır.

CBS topluluğu, yeni teknoloji yardımıyla CBS'yi masaüstü iş uygulamaları kapsamına alarak, Internet ve intranet teknolojilerini de kullanarak her gün daha da ilerlemektedir. Böylelikle kişiler, coğrafi veriye karar üretmekte kullanmak amacıyla CBS teknolojisini bilmelerine gerek olmadan çok daha kolay ulaşabilmektedirler. Bu durum "Çehre Değiştiren CBS" olarak adlandırılmaktadır.

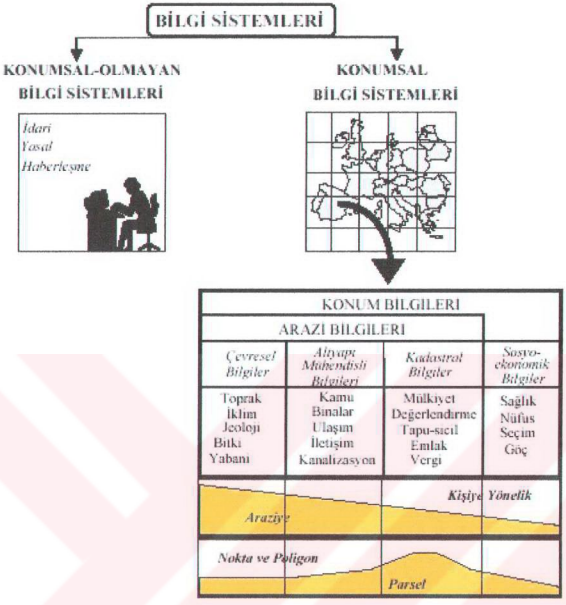
2.3. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması

Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler "*bilgi sistemi*" kavramının günümüzde daha sıkça kullanılmasına neden olmuş ve değişik türde bilgi sistemleri ortaya çıkmıştır. Bunlara örnek olarak yönetim, mevzuat, personel, kütüphane, haberleşme, mekansal, ticari, ulaşım gibi bilgi sistemleri verilebilir. Geniş bir uygulama alanı olan bilgi sistemleri genelde uygulama şekillerine göre sınıflandırılmaktadır. Ancak, bilgi sistemlerine kurum ve kuruluşlar kendi uygulamaları açısından baktıklarından ve bazen de sistemleri ortaklaşa kullandıklarından bilgi sistemlerinde belirgin bir sınıflandırma yapmak zordur. Akademik ve ticari sektörlerde uğraş verenler arasında da tam bir kavram birlikteliği yoktur. Genelde yabancı literatürden yapılan tercümeler ile kavramlar, değişik uygulayıcılar tarafından yine farklı isimlerle telaffuz edilmektedir. Belki de aynı işleve sahip olgular, kavram uyuşmazlığı nedeniyle değişik adlar altında sanki farklı olgular yada sistemler gibi algılanmaktadır.

Bununla birlikte, Şekil 2.2'de de gösterildiği gibi, bilgi sistemlerini başlangıçta iki gruba ayırmak mümkündür (Yomralıoğlu, 2000).

a. **Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri (KOBS):** Konumsal olmayan bilgi sistemleri daha çok kuruma veya organizasyona yönelik yönetimsel fonksiyonları içerirler. Örneğin bir kurumun çalışması için gerekli yasal düzenlemeler, çalışma prensipleri, kişilerin üstleneceği görevler ve bu görevlerin yerine getirilmesinde yine kişiler veya kurumlar arası işbirliğinin neler olduğu veya olması gerektiği hususu konumsal olmayan bilgi sisteminin kapsamı dahilindedir. Basit anlamda KOBS için bir örnek olarak, herhangi bir kurum bünyesindeki sekreteryalık işlemi verilebilir.

b. **Konumsal Bilgi Sistemleri (KBS):** Konumsal bilgi sistemleri objelerin sadece koordinatı ile değil, aynı zamanda öznitelik bilgileri ile de tanımlanmasını konu alan bir bilgi sistemidir. KBS'nin en önemli özelliği, herhangi bir objenin mutlak suretle x, y ve z koordinat bilgisi ile tanımlanması ve bunun yanı sıra, o objenin özelliklerini tanımlayıcı alfa-sayısal bilgisinin de var olmasıdır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, grafik ve grafik olmayan bilgiler bir sistem dahilinde ilişkilendirilmiş ve buna bağlı olarak da yeni uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Konumsal bilgi ile çalışanlar sistemlerde kesin bir sınıflandırma yapmamakla birlikte bazı araştırmacılar Şekil 2.2'ye benzer bir sınıflandırma yapmaktadır.



Şekil 2.2. Bilgi Sistemlerinin Sınıflandırılması (Yomralıoğlu, 2000)

Bilgi sistemlerinin sınıflandırılmasında, konumsal bilgi sistemleri (KBS) aşağıda verilmiş olan alt sınıflara ayrılmaktadır.

1. Çevresel (Environmental) Bilgi Sistemi: Çevrenin fiziksel, kimyasal veya biyolojik yapısını ve bunların çevreye olan etkilerini insan-çevre ilişkisi ile irdeleyen bir bilgi sitemidir. Örneğin; hava kirliliği, bitki örtüsü, doğal kaynaklar.

2. Atlyapı-Mühendislik (Infrastructure) Bilgi Sistemi: Mühendislik, alt ve üst yapıları ve bunlar arasındaki ilişkileri inceler. Yeraltı ve yerüstü tesislerin yapılanması, korunması, bakım-onarım ve yerel idarelerce yapılan diğer temel hizmetlerin yerine getirilmesi bu bilgi sisteminin temel görevleridir.

3. Kadastral (Cadastral) Bilgi Sistemi: Kadastro işlemlerini esas alarak, mülkiyete ilişkin görevlerin yerine getirilmesinde, parsel bazında, arazi kullanımı, planlama ve mülkiyet hakları arasındaki ilişkileri düzenler.

4. Sosyo-Ekonomik Bilgi Sistemi: Ülke veya bölge bazında sosyal ve ekonomik yapılaşma için gerekli olan bilgilerin toplanması ve işlenmesini esas alan bilgi sistemidir. Özellikle, istatistik, nüfus v.b. demografik veriler ile idari bölge zonlarının tespitini kapsamına alır.

Konumsal bilgi, mühendislikten pazarlamaya pek çok alanda ihtiyaç duyulan bir bilgi olduğundan, KBS gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. KBS'nin uygulama alanları aşağıda verilen biçimde sıralanabilir;

Kaynak Yönetimi

- Vergilendirme ve izlenmesi
- Doğal kaynaklar ve yönetimi
- Çevresel izleme ve planlama
- Turizm alanları ve kapasite izlenmesi
- Tapu ve kadastro hizmetlerinin yönetimi
- Orman planlama ve yönetimi
- Tarım, hayvancılık kaynakları ve yönetimi
- Madencilik ve petrol kaynakları yönetimi
- Nüfus dağılımı ve izlenmesi
- Tesis hatları ve yönetimi

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, abone hizmetlerinin planlama ve yönetimi

Güvenlik Planlama ve Yönetimi

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

2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için Şekil 2.3'teki gibi en az beş ana unsurun bir arada olması gerekmektedir. Bunlar CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen, *donanım, yazılım, veri, insanlar ve yöntemler*dir (ESRI Inc., 2002).

2.4.1. Donanım (Hardware)

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

2.4.2. Yazılım (Software)

Yazılım, diğer bir anlatımla bilgisayarda çalışabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleri ile gerçekleştirilen algoritmalardır. Yazılımların pek çoğu ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversiteler ve diğer araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Günümüzde CBS, bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En yaygın kullanılan CBS yazılımları olarak "Arc/Info, ArcView, Intergraph, MapInfo, SmallWorld,

Genesis, Idrisi, Grass v.b." verilebilir. Coğrafi bilgi sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- Coğrafik veri ve bilgi girişi işlemi için gerekli araçları bulundurmalı
- Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmalı
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara-yüz desteği olmalıdır.



Şekil 2.3. CBS'nin Bileşenleri (Akropol Inc., 2002)

2.4.3. Veri (Data)

CBS'nin en önemli bileşenlerinden biri de "veri" dir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynakları ile birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öğe olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarakta görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet

gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir.

2.4.4. İnsanlar (People)

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilere kadar oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına, konuma bağlı her türlü analiz için CBS'yi kullanabilme yeteneklerini artırmalarına ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmalarına bağlıdır.

2.4.5. Yöntemler (Methods)

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcıların taleplerine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler saptanır (www.ktu.gislab.com, 2002).

2.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Modelleri

CBS, temelde iki farklı yapıya sahip konumsal model şekilleriyle çalışır. Bunlar " vektör (vector) model" ve "hücresel (raster) model" dir (Aronoff, 1989).

2.5.1. Vektör Modeller

Vektör modelde, nokta, çizgi ve poligonlar (x, y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanır. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x, y) koordinatı ile tanımlanır. Çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu gibi coğrafik varlıklar birbirini izleyen bir dizi (x, y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özellikleri, örneğin imar adası veya göl kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı (x, y) koordinatı olan dizi koordinatlar ile depolanır. Vektör model coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinmektedir.

2.5.2. Hücresel (Raster) Modeller

Hücresel yada diğer bir deyişle Raster model daha çok sürekli yüzey özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip hücresel modeller, genellikle fotoğraf yada haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler. Vektör ve hücresel modelin kendine özgü olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Günümüz teknolojisi her iki modeli de bir arada tutabilmektedir.

2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Toplama Teknikleri

Veri toplama işlemi coğrafi bilgi sistemlerinin gerçekleştirilmesinde en fazla zaman alan ve en çok maliyet gerektiren önemli aşamalarından biridir. Bu aşamada oluşturulacak sistemin uygun şekilde çalışabilmesi için mutlak suretle sisteme düzenli veri akışının sağlanması gerekir. Veri toplama işlemleri değişik veri kaynaklarından, günümüzdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak, farklı disiplinler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca

bu şekilde elde edilen verilerin birbirine entegre edilmesi de büyük önem taşımaktadır. CBS'de verilerin toplanmasında izlenen yöntemler genelde aşağıdaki şekillerde olmaktadır. Bunlar;

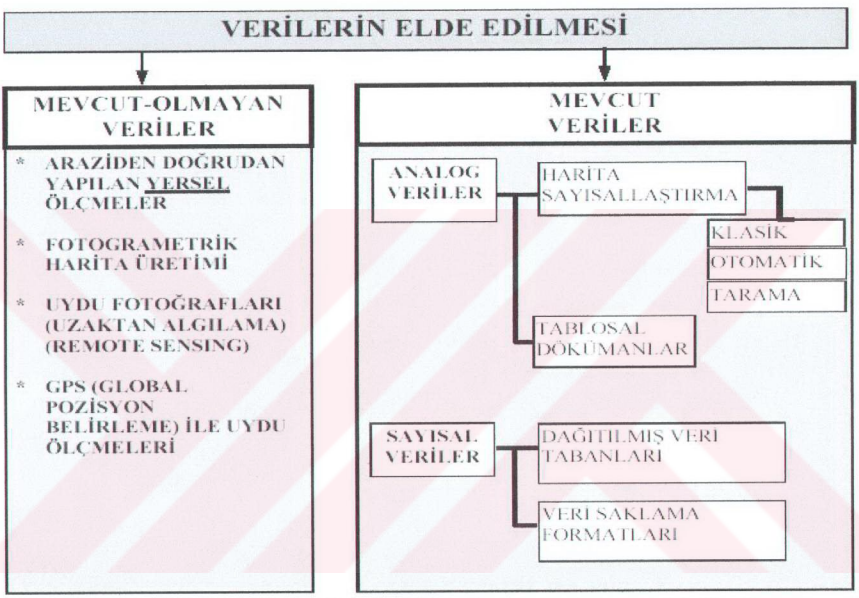
- *Yersel ölçme yöntemleri*
- *Fotogrametrik yöntem*
- *Uzaktan algılama tekniği*
- *Küresel yer belirleme sistemi (GPS) tekniği*
- *Mevcut haritaların elle sayısallaştırılması*
- *Tarama sistemleri ile otomatik sayısallaştırma*
- *Hazır veri tabanlarının transferi*

biçimlerinde coğrafi bilgi sistemlerinde en fazla kullanılan konumsal veri toplama teknikleri olarak bilinmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Veriler genelde gerçek dünyada var olan coğrafik nesnelerdir. Ancak bunların bir şekilde elde edilip bilgisayar ortamına transfer edilmesi gerekir. Bu amaçla geliştirilmiş veri toplama teknik ve cihazları var olmakla birlikte, günümüz teknolojisi ile birlikte bunlar da hızlıca gelişmektedir. Veri toplama tekniğinin başında en klasik yöntem olarak bilinen *haritalama* işlemi gelmektedir. Bir haritanın oluşturulması için gerek duyulan işlemlerin tamamına yakınının aynen uygulanması halinde bir coğrafi bilgi sitemi için gerekli verilerin toplanması da mümkün olacaktır. Ancak, klasik haritalama süreci zaman alıcı bir işlem olduğundan zorunluluk olmadıkça haritalamadan farklı daha gelişmiş veri toplama yöntemleri kullanılmalıdır. Bazı konum verileri henüz elde edilemediğinden yeniden ölçü ve harita alımı gerekirken, bunun yanında daha önceden ölçüsü yapılmış veya bir şekilde toplanmış verilerde mevcut olabilir. Dolayısıyla konumsal içerikli verileri;

1. Mevcut-olmayan veriler
2. Mevcut veriler

olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Her iki grup, veri elde ediliş biçimine göre ayrıca kendi içerisinde de sınıflandırılabilir. Şekil 2.4'te veri toplama tekniklerinin sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 2.4. CBS'de Veri Toplama Tekniklerinin Sınıflandırılması (Yomralıoğlu, 1999)

2.6.1. Mevcut Olmayan Verilerin Elde Edilmesi

- *Arazide doğrudan yapılan yersel ölçmeler*
- *GPS ile uydu gözlemlerinden yararlanma*
- *Fotogrametrik yöntemle harita üretimi*
- *Uzaktan algılama ile uydu fotoğraflarından yararlanma*

CBS'de mevcut olmayan veriler, daha çok yeni kurulması planlanan sistemlere veri sağlama yanında daha duyarlı ve sağlıklı verilerin elde edilmesi açısından önemlidir.

Sayısallaştırma ile mevcut haritalar üzerinden veri toplanırken, gerek bu türden verilerin kontrolü gerekse güncelleme amaçlı yeni verilerin sisteme entegrasyonu için çoğu kez araziden doğrudan ölçü yapmak gerekir. Pahalı ve zaman alıcı bir yaklaşım olmasına karşın, daha hassas veri elde etme bakımından tercih edilir. Teknolojiyle gelişen veri toplama cihazlarına bağlı olarak, araziden doğrudan yapılan yersel harita alımları, GPS gözlemleri, fotogrametrik ve uzaktan algılama teknikleri ile objelere ilişkin koordinat değerleri yanında bu ayrıntılara ait öz nitelik bilgileri de toplanarak, CBS'nin en çok zaman alıcı işlemi gerçekleşmiş olur.

2.6.2. Mevcut Verilerin Elde Edilmesi

3.6.2.1. Analog Veriler

Analog veriler, dijital-olmayan ve kağıt ortamda bulunan verilerdir. Bunlar genelde kağıt altlıklar üzerine çizilmiş haritalar, planlar, istatistiksel tablo verileri, defter ve benzeri kayıt ortamlarındaki metinsel türden veriler, basılı hale gelmiş hava fotoğrafları gibi veriler olup, CBS'de en yoğun biçimde kullanılan veri çeşitleridirler. Analog verilerin CBS açısından kullanılabilir olması için bu verilerin *sayısallaştırılması* diğer bir anlatımla *dijital* hale dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bu amaçla kullanılan yöntemler;

a) Klasik sayısallaştırma

b) Otomatik sayısallaştırma

c) Tarama şeklinde sayısallaştırma

d) Ekrandan sayısallaştırma

olarak bilinmektedir.

2.6.2.2. Sayısal Veriler

Analog verilerin gerek sayısallaştırma gerekse tarama yöntemleri ile elde edilmesi oldukça zor, pahalı ve zaman alıcı bir iştir. Ancak mevcut verilerin birçoğu analog olduğu gibi birçoğu da sayısal hale dönüşmüş yani dijital nitelik kazanmış olabilir. Coğrafi bilgi sistemlerinde verilerin toplanması değişik yöntemlerle yine değişik kişi veya kurumlarca daha önceden sayısallaştırılmış ve kullanıma hazır duruma getirilmiş ise veri toplamada önemli bir

zaman tasarrufu sağlanmış olacaktır. Örneğin bir beldenin halihazır haritası yeniden yapılmış ise bu beldenin tüm verileri büyük bir olasılıkla sayısal hale dönüşmüş olarak bilgisayar ortamında var olmalıdır. Bir ülkenin il sınırları, akarsuları, yolları, şehir merkezleri, eş-yükseklik eğrileri gibi gerekli olabilecek bilgileri değişik kurumlarca sayısallaştırılmış olabilir (Yomralıoğlu, 2000).

2.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Giriş Yöntemleri

CBS metodolojisindeki mevcut veri toplama yöntemlerinden bir veya birkaçının birlikte kullanımı ile elde edilen bilgilerin bilgisayar ortamına aktarımları verilerin türlerine ve formatlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin dijital veri kaynaklarından kopyalama veya çevirim ile elde edilen verilerin aktarımı disket veya CD kopyalaması ile kolayca gerçekleşirken, diğer yöntemler daha fazla dikkat, yetenek ve yeterlilik gerektirmektedir. Veri giriş yöntemleri özet olarak dört başlıkta toplanabilir (Turoğlu, 2000).

2.7.1. Klavye Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri

Mevcut verilerin elle bilgisayar ortamına aktarılması ile gerçekleştirilir. Gerek arazi çalışmaları ile ve gerekse diğer kaynaklardan elde edilen mekansal veya mekansal olmayan verilerin girişleri ile ilgili olan yöntemdir. GPS ile temin edilen mekansal veriler CBS vektör veri yapısına uyumlu olduğu için doğrudan kullanılabilir. Ayrıca takeometrik veriler de CBS'nin bu yöntemi ile bilgisayar ortamına aktarılabilir. Klavye kullanılarak hücresel veri girişi de yapılmaktadır. Bu işlem Grid organizasyonu içinde kolon ve satır olarak objelerin hücre (cell) tanımlamalarının yapılması ile gerçekleştirilir. Mekansal verilere ait farklı özelliklerin farklı renk veya ascii kodları ile veri girişi yapılır.

2.7.2. Optik Okuyucu Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri

Tarayıcı olarak da bilinen alet yardımı ile gerçekleştirilir. Geniş alanlara ait verilerin bilgisayar ortamına aktarılması için kullanılan uygun bir yöntemdir. Bu özelliği ile optik okuyucu vasıtası ile bilgi girişinin yapılması hücresel sistemin uygulanmasına daha çok elverişli olan bir yöntemdir. Buna rağmen elde edilen dosyaların gerektiği hallerde vektör dosyalarına çevirimi yapılabilir. Optik okuyucu kullanılarak veri girişinin yapılmasında faydalanılan kaynaklar mevcut haritalar olduğu kadar, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, video ve dijital kamera görüntüleri de olabilir. Bu yolla yapılan veri girişi aslında objelerin

doğal görüntülerini bilgisayar ortamına aktarma işidir. Sonraki çalışmalar ve tanımlamalar CBS kapsamındaki aşamalarla ilgilidir.

2.7.3. Sayısallaştırıcı Kullanılarak Yapılan Veri Girişleri

Bu yöntem ile daha çok haritalanmış verilerin girişleri yapılır. Digitizer adı verilen aygıt yardımı ile gerçekleştirilen veri girişinde objelere ait nokta, çizgi ve alan özellikleri, Digitizer masası üzerinde elektronik olarak (x; y) cinsinden tanımlanır ve veri girişi yapılmış olur. Sayısallaştırmada kullanılan sıklık çalışmanın hassasiyeti üzerine doğrudan etkili olur. Veri girişinde dikkat edilecek en önemli konu çizgiselliklerde ki en küçük kırıkların dahi tanımlanmasıdır.

2.7.4. Kopyalama İle Gerçekleştirilen Veri Girişleri

Daha önceden hazırlanmış olan CBS verilerinin bir araç (bant, disket, CD, v.b.) ile taşınıp kopyalanmasıdır. Bu dosyalar çoğunlukla önceden farklı amaçlar için hazırlanmış olan CBS verileridir. Bu yöntemde CBS verilerinin ikinci kez uzun uğraşlarla tek tek girilmesi ile zaman kaybını önlemek üzere tercih edilir. Ayrıca bu tip veri girişi tamamlanmış CBS çalışmalarının farklı bilgisayar ortamlarına tanıtılması amaçlı olarak da kullanılmaktadır (Turoğlu, 2000).

2.8. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Analiz Fonksiyonları

CBS de konuma bağlı temel analiz türleri aşağıdaki gibidir (Yomralıoğlu, 2000);

- Konumsal analizler (Spatial analysis)
- Sayısal yükseklik analizleri
- Grid analizleri
- Konumsal sorgulama
- Ağ analizleri
- Geometrik işlemler
- İstatistiksel analizler

2.8.1. Konumsal analizler

CBS, konuma bağlı mevcut bilgilerin istenen mantıksal yapıda sorgulanmasına imkan sağladığı gibi, değişik amaçlı ve farklı özellik gösteren yeni bilgilerin türetilmesine de imkan verir. Özellikle coğrafi varlıkların çevresi ile olan ilişkilerini irdelemek ve bu ilişkiler hakkında daha geniş bilgiler edinmek üzere bazı konumsal operasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Aynı coğrafik bölgeye isabet eden farklı coğrafik yapılar arasında bağlantı kurmak için, farklı öznitelik bilgisine sahip coğrafik yapıların bir bütün olarak ele alınması gerekebilir.

Grafik ve tanımsal bilgilerin belirli bir koordinat sistemi uzayında modellenmesi ve model sonuçlarının irdelenip yorumlanması işlemlerinin tümü "konumsal analiz" olarak tanımlanır. Konumsal analiz işleminde, mevcut bilgi kümelerinden yararlanılarak yeni bilgi kümeleri üretilmektedir. Coğrafik özellik gösteren alanların potansiyel yapılarının değerlendirilmesi, konumsal olayların çevreye etkilerinin tahmin edilmesi ve bu olayların yorumlanıp anlaşılır hale dönüştürülmesi gibi uygulamaların tümü konumsal analiz kapsamına girer.

CBS'de genellikle aşağıdaki konumsal analizler mevcuttur.

- Birleştirme analizleri
- Yakınlık analizi
- Sınır işlemleri

2.8.1.1. Birleştirme Analizi

Konumsal analiz işlemlerinde, aynı koordinat sistemi içerisinde bulunan farklı coğrafik özelliklere sahip harita katmanlarının üst üste çakıştırılarak bütünleştirilmesi *konumsal birleştirme analizi* veya *overlay* olarak adlandırılır. Bu yolla birçok katmanı bir bütün haline getirmek mümkündür. Ancak katmanların aynı koordinat sisteminde olması gerektiği, göz ardı edilmemesi gereken önemli bir husustur.

2.8.1.2. Yakınlık Analizi

Yakınlık analizi, herhangi bir coğrafi detayın çevresindeki diğer coğrafi detaylara olan uzaklıklarının irdelenmesini esas alan bir konumsal analizdir. Tampon analizi olarak ta adlandırılan işlemde referans olarak kabul edilen bir coğrafi detayın etrafında istenen uzaklıkta poligon özelliği taşıyan bir tampon bölge oluşturulur ve bu bölgeye rastlayan diğer coğrafi detaylar isteğe bağlı olarak sorgulanırlar.

2.8.1.3. Sınır İşlemleri

CBS'deki önemli analiz türlerinden biri de sınır işlemleridir. Sınır işlemleri, seçilecek bir coğrafik bölge içerisindeki konumsal bilgilerin değişikliğe uğratılıp, komşu bilgileri ile olan bütünleşik yapılarını aynen korumak için yapılan konum analizleridir. Bir harita üzerinde zaman içerisinde bazı değişikliklerin yapılması gerekebilir. Böyle bir durumda haritanın yeniden üretilmesi yerine, sadece değişiklik gören bölgelerde yenileme yapılması daha ekonomik ve sağlıklı bir çözümdür. Bu değişiklik garafik ve grafik-olmayan bilgileri kapsayabilir.

2.8.2. Sayısal Yükseklik Analizi

Gerçek dünyadaki detayların tanımlanmasında x, y koordinatları genelde yatay düzlemde bu detayların izdüşümleri ile ifade edilirler. Bilhassa haritacılıkta detayların x, y koordinat çiftiyle yatay düzlemde konum tanımlaması yapılır. Ancak gerçek anlamda bir detayın konumu üç boyutlu olarak belirlenebilir. Bir nokta uzayda x, y ve z koordinatları ile gösterilir. Arazilerin yatay düzlemdeki konumları x, y ile gösterilirken üçüncü boyutu z koordinat değeri ile ifade edilir. Böyle bir durumda z değeri arazide noktanın yüksekliğini gösterir. x, y ve z koordinatlarıyla üç boyutlu olarak tanımlanan coğrafik yüzeylerin bilgisayar ortamında oluşturulması ve bu yüzeylerde yapılan konum analizleri sayısal yükseklik modelleri (SYM) olarak bilinmektedir. SYM'ne ilişkin başlıca yüzey analizleri şunlardır;

- TIN veri modeli
- Üç boyutlu görüntüleme
- Eğim hesabı

- Bakı hesabı
- Kesit çıkarma
- Görünürlük analizi
- Hacim hesabı

2.8.2.1. TIN Veri Modeli

TIN (Triangulated Irregular Network) veri modeli, süreklilik gösteren yüzeylerin raster olarak gösterimine alternatif bir veri modeli şeklidir. Arazi veya üçüncü boyut özelliği taşıyan diğer yüzeylerin analizi ve gösterimini etkin bir şekilde sağlar. TIN veri modelinde, yüzey birbirine komşu dolayısıyla bağlanmış üçgenler serisiyle ifade edilir. Üçgenler herhangi bir konumda düzensiz olarak dağılmış üç noktadan üretilir. Sonuçta TIN modeli topolojik olarak ilişkilendirilmiş üçgenlerin oluşturduğu bir ağ yapısına sahip olmaktadır.

2.8.2.2. Üç Boyutlu (3D) Görüntüleme

Üç boyutlu (3D) görüntülerin elde edilebilmesi için öncelikle yüzey ayrıntılarının x, y ve z değerlerinin bilinmesine gerek vardır. Bunun için veri girişi değerlerin doğrudan bilgisayara girilmesi yanında sayısallaştırma sırasında da ayrıntılarının yükseklik değerleri yine bilgisayara kayıt edilebilir. Yükseklik değerleri her zaman yüzeyi tanımlayacak sıklıkta olmayabilirler. Böyle bir durumda kullanılacak uygun yazılım ve hesap yöntemi ile enterpolasyon işlemi yapılarak yüzey üzerindeki örnekleme noktaları yoğunlaştırılarak, yüzeyin gerçeği daha fazla yansıtması sağlanabilir. Böylece sayısal arazi modeli veya diğer bir anlatımla üç boyutlu (3D) yüzey oluşturulmuş olmaktadır.

2.8.2.3. Eğim Hesabı

Arazi yüzeylerinin yataydan olan sapmaları eğim olarak bilinir. Eğim, durulan noktadan olan düşey mesafenin yatay mesafeye olan oranının tanjant açısıyla ifadesidir. Uygulamada arazi eğimi çoğu kez yüzde (%) ile gösterilir. Sayısal arazi modellerinden oluşturulan yüzey üzerinde seçilecek iki nokta arasındaki eğim doğrudan sorgulanabileceği gibi bazı konum analizlerine yardımcı olacak nitelikte de eğim sorgulaması yapılır.

2.8.2.4. Bakı Hesabı

Arazi yüzeyinde bir noktadaki bakı, o noktadan geçen teğet düzlemin baktığı yön olup, derece (kuzey doğrultusundan saat yönünde tanımlanan açı) olarak ifade edilir. Bakı hesabı ile istenen yöne bakan arazi bölgelerini gösteren poligon detaylar oluşturulup bu detaylar gerektiğinde diğer analiz türleri ile birlikte kullanılabilir.

2.8.2.5. Kesit Çıkarma

Arazi yüzeylerinde yapılacak yol, demiryolu, kanal, dere ıslahı, enerji hattı gibi mühendislik projelerinde güzergah tespiti en önemli hususdur. Bu aşamada yüzeyin üç boyutlu gösteriminden yararlanılarak, güzergah saptanır. Belirlenecek doğrultular boyunca arazinin profili hakkında bilgi edinmek üzere, ayrıntı noktaları arasındaki yatay mesafe ve yükseklik değerlerine bağlı olarak kesitler çıkarılır.

2.8.2.6. Görünürlük Analizi

Herhangi bir arazi yüzeyinde belirlenen bir noktadan istenen yöne bakıldığında görünen alanların tespiti işlemleri görünürlük analizi olarak bilinir.

2.8.2.7. Hacim Hesabı

Hacim hesapları, mühendislik hizmetlerinde kullanılan önemli işlemlerden olup, maden sahalarının rezerv tespitinde, yol, havaalanı ve benzeri sahaların kazı ve dolgu toprak hafriyatlarının belirlenmesinde sıkça kullanılır. Üç boyutlu yüzeyin oluşması hacim hesabı için ön koşuldur.

2.8.3. Grid Analizi

Grid analizi, raster yapıdaki uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, taranmış resimler, sayısal arazi modelleri şeklindeki veriler üzerinde yapılabilir. Bu tür veriler genellikle süreklilik özelliği taşıyan veriler olup, yüzeysel analizlerin daha esnek gerçekleşmesine uygun yapıdadırlar. Her bir hücre konum itibariyle sabitleştirilmiş olup sadece yansıttığı değer farklılık gösterebilir. Örneğin grid yapıda aynı referans sistemindeki bir hücre aynı anda yükseklik değeri, zemin özelliği ve renk değerlerini taşıyabilir. Hücrelerin bitişik yapıda olmaları grid analizlerde diğer analizlere göre süreklilik ayrıcalığını sağlar. Ayrıca grid

yapının doğasından dolayı, düzenli yapıya sahip olmaları nedeniyle hücreler üzerindeki matematiksel işlemler oldukça esnek ve kolaydır. Örneğin her bir katmandaki hücreler değişik birim değerlere sahip ise bu katmanlar üst üste bindirilerek aynı konumdaki hücrelerin değerleri toplandığında, her bir hücreye karşılık gelen toplam birim değer hesaplanabilir. Her bir hücre sahip olduğu veya o hücreye atanacak değer esas alınarak konumsal analize tabi tutulur.

Raster yapıdaki hücrelerin matematiksel işlemlere tabi tutulması diğer konumsal analizlere göre çok daha dinamiktir. Değişik raster katmanlarındaki hücrelerin sahip oldukları değerler ile katmanlar arası her türlü matematiksel işlem (+,-,/,*,*Log, Sin, Cos, Sqrt*) ve mantıksal operasyonları (and, or, not, >,>=,=,<=,<) uygulanabilir. Harita hesaplama (*map calculation*) ve harita sorgulama (*map query*) olarak nitelendirilen bu işlemler grid analizlerinin temelini oluştururlar.

2.8.4. Konumsal Sorgulama

CBS'de her bir detaya özgü grafik ve öznitelik bilgisi uygun veri tabanlarında ayrı ayrı saklanır ve detay bilgisi gerektiğinde diğer detaylara ait bilgilerle karşılıklı olarak yine bu veri tabanları yardımı ile ilişkilendirilir. Veri tabanları arasında kurulan bağlantılar ile veri tabanı yönetim sistemlerinde gerçekleşen temel işlevler CBS'de yerine getirilir. Detay bilgileri arasında bu ilişkiler yardımıyla grafik bilgilerden tanımsal bilgilere veya bunun tersi olarak, tanımsal bilgilerden grafik bilgilere veya tanımsal bilgiden yine tanımsal bilgiye erişme işlemlerinin her birine konumsal sorgulama adı verilir.

2.8.5. Ağ Analizleri

Çizgi özelliği gösteren coğrafi ayrıntılar genelde birbirine bağlı olup süreklilik gösteren yapıya sahiptir. Bir karayolu ağının, nirengi veya poligon ağı, elektrik, su ve kanalizasyon şebekesi bunların gerçek dünyadaki örnekleri olarak verilebilir. Ağ analizleri şebeke yapısına sahip çizgi tabanlı coğrafik varlıkların bağlantı şekillerinden, karar vermeye yönelik sonuç çıkarmaya yarayan konum analizleridir. Bu analizler uygulamada genellikle üç şekilde olur. Bunlar;

- Optimum güzergah belirleme
- Adres belirleme
- Kaynak tahsisidir.

2.8.6. Geometrik İşlemler

Vektör tabanlı coğrafik veriler (x, y ve z) koordinat değerleri ile ifade edilirler. Bu değerlerden yararlanarak geometrik işlemlere ilişkin tüm hesaplamaları gerçekleştirmek mümkün olur. Haritacılıktaki ölçme ve hesaplama işlemlerinde kullanılan bazı temel geometrik işlemler şunlardır;

- Konum (koordinat) belirleme
- Uzunluk ölçme
- Açı ölçme
- Alan ölçme

2.8.7. İstatistiksel Analizler

CBS'nin geniş bir uygulama alanı bulmasındaki en önemli etkenlerden biri de konumsal olarak elde edilen yığın haldeki karmaşık verileri kullanarak bu verilere ait istatistiksel analizleri de gerçekleştirme yeteneğine sahip olmasıdır. Veri tabanlarında coğrafi detaylara ilişkin çok fazla veri bulunması halinde herhangi bir öznitelik alanı bünyesindeki kayıtların toplam değeri, en büyük ve en küçük değeri veya bu kayıtların ortalaması ya da standart sapması sorgulanabilir. Bununla birlikte verilerin sıklık derecesi, normal dağılımda olup olmadıkları irdelenebilir. İstatistiksel sonuçlar rapor çıktılar halinde alınabildiği gibi histogram v.b. grafik gösterimler halinde de olabilir.

2.9. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Yazılım ve Donanım

Coğrafi bilgi sistemleri uygulama amacına göre genelde uygulayıcıları tarafından tasarlanarak gerçekleştirilirler. Ancak, bütün bu uygulamalar içerisinde veri toplama, depolama, işleme ve görüntüleme ihtiyaçlarını hızlı ve sağlıklı bir şekilde yerine getirecek olan bir yazılım ve donanıma da ihtiyaç vardır. Teknoloji tarafından yönlendirilen CBS uygulamaları için bugün dünyada üç milyar dolara varan bir sektör oluşmuştur. Bu büyük sektör içinde bugün dünyada 300 kadar CBS donanım ve yazılım satıcısı vardır. Bunlardan bazıları sistemlerinin özelliklerine göre sıralanmıştır. Bilgisayar teknolojisi olan bu sistemlere örnek olarak, ArcView, Arc/Info, Intergraph, Genasys, Infocam, System 9, MapInfo, SmallWorld, Span gibi sistemler verilebilir (Yomralıoğlu, 1999).

Bazıları vektör, bazıları raster, pek azı da hem vektör hem de raster verilerin bir arada kullanımına olanak sağlar. Bazıları küçük uygulamalar için DOS işletim sistemi ile PC'ler üzerinde çalışır, fakat en etkin olanları UNIX tabanlı Workstationlarda çalışanlardır. Uygulamaları özel uygulamalarla sınırlıdır. Bunlar;

- Öznitelikler için RDBMS kullanma yeteneği
- Mekansal analiz yapabilme yeteneği
- Sayısal arazi modellerinin yönetimi
- Hat boyunca şebeke sorgulamalarının sağlanması
- Fotogrametrik girdilerin kullanılması
- Yersel ölçme verilerinin kullanılma olanağı
- Uzaktan algılama verilerinin kullanılma olanağı

CBS için temel yazılımlar yanında, bilgi sistemi için gerekli diğer yan donanımlara da ihtiyaç vardır.

Diğer temel donanım ihtiyaçları aşağıdaki şekilde verilebilir;

- Grafik veri girişi için sayısallaştırıcılar
- Grafik veri giriş için iş istasyonları
- Grafik olmayan veri girişi terminalleri
- Yazıcılar (Renkli, B&W)
- Çiziciler
- Raster tarayıcılar
- Veri görüntüleme için PC'ler
- Yedekleme birimleri
- Video kameraları, sayısal kameralar
- Ölçüm, veri depolama ve veri aktarımında kullanılan haritacılık aygıtları (Total Station, GPS)

2.9.1. ArcView Yazılımı

ArcView yazılımı, vektör ve hücresel kökenli coğrafi veri tabanlarından grafik ve grafik olmayan veri sorgulama olanağı veren, masaüstü haritalama ve coğrafi bilgi sistemleri yazılımıdır. Bu yazılım, CBS çalışması yapan son kullanıcılar arasında özellikle tercih edilmektedir. Kullanıcıların isteği doğrultusunda kullanımı kolaylaştırmak için ara yüzlerin oluşturulması ve güçlü programlama desteği yeteneği ile ihtiyaç duyulan modüler programların (script ve extention) yazılması sonucunda dünya genelinde pek çok sektörlerde kullanılan bir CBS programı olmuştur (Yomralıoğlu,2000).

İstasyonlar, bilgisayarlar ve Macintosh'larda çalışabilen ArcView yazılımı, ayrıntılı bilgisayar ve CBS eğitimine gerek kalmadan tüm kullanıcılar tarafından coğrafi veri tabanlarına erişim imkanı sağlamaktadır. Değişik formatlardaki (dxf, dgn, dbf, txt, gif, tif, bmp, ... v.b.) verilerin kolayca seçilmesi ve görüntülenmesine olanak tanır. Bu yazılım ESRİ'nin CBS ürünlerinin ürettiği konumsal veriyi direkt olarak kullanarak sorgulama ve görüntüleme işlerini yapabilir. CBS programlarında olduğu gibi ArcView'de de konumsal veriler, "view" adı verilen görüntü pencerelerinde; veritabanı ise "table" adı verilen tablosal pencerelerde görüntülenir. ArcView'de, veri tabanı ve görüntü pencereleri çok dinamik ve etkileşimlidir. Ayrıca hem konumsal verinin hem de tablosal verilerin ayrı ara yüzde görüntülenme özelliği vardır.

Katmanlar nokta, çizgi ya da poligon şeklindedir. Katmanlara ait grafik verilerin öznitelik tabloları vardır. Grafik veri ona bağlı öznitelik tablolarıyla bir bütündür. İlgili komutla istenen katmanın öznitelik tablosu görüntülendiğinde öznitelik tablolarında istenen değişiklik yapılabilir.

ArcView Yazılımında tablosal veriler iki şekilde bulunur. Birincisi, katman ile direkt ilişkili olan grafik veriden ayrı tutulamayan öznitelik tablolarıdır. İkincisi, bilinen veri tabanlarından (Dbase, Info, Oracle, Db2, v.b.) ayrı ortamlarda oluşturulan tablosal verilerdir. İstenildiğinde bu tablolarda da değişiklik yapılabilir, kayıt eklenebilir, kayıt silinebilir, bir tablo başka tablolarla ortak alanlarda ilişkilendirilebilir. Katmana ait öznitelik tablosu da ilişkilendirilir ise grafik ve grafik olmayan veriler otomatik olarak ilişkilendirilmiş olur. ArcView ile; öznitelik tablolarını kullanarak katmanları, tabloları kullanarak tanımsal verileri, ilişkilendirilmiş tabloları da kullanarak grafik veya tanımsal verinin bir arada sorgulanması sağlanabilir. Sorgulamalar; çeşitli mantıksal ifadeler, *Avenue* dilindeki *scriplerle* ve "Query Builder" olarak adlandırılan sorgulama mönüsü ile de yapılabilir.

Bir görüntü penceresinde bulunan katmanlardan her birinin değişik lejantı vardır. Lejantlar, farklı özellikteki katmanlar için farklı semboller içerirler ve gerektiğinde kullanıcı kendi sembollerinden de lejant üretebilir. Bu lejantlarla grafik verilerle ilgili bilgilerin nasıl görüntüleneceği kullanıcı tarafından belirlenir.

2.9.1.1. ArcView Spatial Analyst

ArcView Spatial Analyst, geniş bir dizi konumsal modelleme olanağı ve masaüstü bilgisayarlarda daha önce kullanılmayan analiz özelliklerinin gerçekleştirilmesini sağlar. Bu modül hücre tabanlı raster verinin üretilmesi, sorgulanması, analiz edilmesi ve bütünleşmiş raster-vektör analizlerinin görüntülenmesini sağlar.

2.9.1.2. ArcView 3D Analyst

ArcView 3D Analyst modülü yüzey verisinin üretilmesi, analiz edilmesi ve görüntülenmesini sağlar. Bu özellikleri ile ilişkili olarak hem düşük hem de üst düzey kullanıcıların isteklerine cevap verir. ArcView 3D Analyst'in kendine özgü özellikleri, etkileşimli perspektif görüntülemenin yanı sıra basit 3 boyutlu vektör geometri ve TIN desteği içermesidir.

2.10. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanım Alanları

Birbirleri ile uyumlu donanım ve yazılım bileşenleri ile bir CBS birçok uygulamayı destekleyecek bir araçlar topluluğu görünümündedir. Bir CBS genelde hiçbir özel uygulamayı doğrudan desteklememektedir. Belli bir uygulamayı gerçekleştirmek üzere CBS olanakları kullanılarak o uygulamaya özel bir sistem hazırlanmaktadır. Örneğin doğrudan doğruya arazi toplulaştırması yapan bir CBS yazılımı yoktur. Ancak genel amaçlı bir CBS yazılımı alınır ve bu yazılımın modüllerine dayalı olarak arazi toplulaştırmasını destekleyen uygulama programları hazırlanabilir.

CBS'nin desteklediği uygulamalar için kesin bir liste yapmak mümkün değildir. Coğrafi varlıkların söz konusu olduğu her yerde bir CBS uygulaması yapılabilmektedir. Örneğin Umman'da bir ABD şirketince yapılan genel fizibilite etüdü sonunda 21 ayrı bakanlıkta 100'den fazla alanda CBS uygulaması mümkün görülmüştür. CBS uygulamaları

hakkında aşağıdaki liste genel bir fikir verebilir (Hartkamp ve ark., 1999; Datum Bil.İşl.Hz.A.Ş, 1997);

- Hizmet ağları tasarım ve yönetimi (Belediye hizmetleri; Su, elektrik, gaz, telefon, kanalizasyon)
- Ulaşım, toplu taşıma, ulaşım ağı planlama, ulaşım ağı yönetimi, güzergah planlama
- Yerel hizmetlerin yönetimi (İtfaiye, acil servis, kurtarma, kaza analizi)
- Kentsel planlama (İmar planlama, yer seçimi, tasarım)
- Mali ve Hukuki uygulamalar (Tapu-kadastro bilgi sistemi, Emlak bilgi sistemi)
- Doğal kaynakların envanteri (Maden rezervleri, Petrol rezervleri v.b.)
- Askeri uygulamalar (Komuta, kontrol, muhasebe ve istihdam, simülasyon, görüş analizleri, görüş diyagramları)
- Bilgisayar destekli harita üretimi (Topografik harita, tematik harita, hidrografik harita, büyük ölçekli harita v.b.)
- Ormancılık (Orman kadastrosu, amenajman planları, üretim yönetimi)
- **Tarımsal amaçlı kullanımı**
    - Tarımsal arazi envanteri
    - Arazi kullanımı planlaması
    - Arazi toplulaştırması
    - Sulama ağı planlama ve yönetimi
    - Baraj planlama
    - Atmosferik modelleme
    - İklimsel değişmeler, duyarlılık ve/veya değişkenlik çalışmaları
    - Alansal risk analizi
    - Hidroloji, su kalitesi, su kirliliği
    - Seçilmiş ürünlerde alan, verim ve miktar tahmini (yerel veya global)
    - Vejetasyon örtüsünün belirlenmesi
    - Gen kaynaklarının tespiti, izlenmesi ve korunması
    - Mera alanlarının tespiti, izlenmesi ve ıslahı
    - Erozyon tahmini ve korunması
    - Taşkın ovalarının tahmin ve belirlenmesi
    - Agroekolojik zonlama gibi uygulamalarda CBS kullanılmaktadır.

2.11. Agroekolojik Zonlama

2.11.1. Agroekolojik Zon Kavramı

Agroekolojik zon, tarımsal özellikler açısından makro düzeyde homojenliklere sahip alanlar olarak tanımlanabilir.

Agroekolojik Zonlama ise bu alanların arazi kullanımı ve çevresel etkiler altındaki potansiyel üretim kapasitesi bakımından toprak dağılımı, arazi yüzeyi ve iklim faktörleri göz önüne alınarak homojen olan küçük parçalara ayrılmasıdır (FAO, 1996).

Zonlama çalışmalarının amacı, tarımsal gelişmeyi sağlayabilmek amacıyla arazileri potansiyel üretim özellikleri ve kısıtlamaları bakımından benzer alanlar halinde bölmektir. Bu çalışmalar sonrasında her bir zon için daha etkin özel programlar hazırlanabilir.

Zonlama çalışmalarında, zonların tanımlanması amacıyla bitkilerin yetişebileceği iklim koşulları ve arazi özellikleri ile arazi yönetim sistemleri göz önüne alınarak özel parametreler kullanılır. Her bir zon arazi kullanımı için kısıtlamalar ve potansiyelleri bakımından benzer özelliklere sahiptir ve mevcut arazi kullanım şeklinde yapılabilecek değişiklikler için öneriler geliştirmeye hizmet etmektedir.

Agroekolojik zonlamada uygulanacak olan metot ve girdi olarak kullanılan değişkenler yapılan çalışmanın büyüklüğüne ve verilerin elde ediliş kolaylığına bağlıdır. Bununla birlikte toprak, iklim ve arazi kullanım tipi ile ilgili olan verilerin ayrıntıları harita ölçeğine ve yapılan çalışmanın amacına göre değişiklik gösterebilir (FAO, 1996).

Agroekolojik zonlama, arazi kaynaklarının daha iyi planlanması ve yönetilmesi ile bu kaynakların izlenmesi amacıyla kullanılabilecek bir araçtır. Agroekolojik zonlama çok değişik uygulamalarda kullanılabilir. Bunlar;

- Arazi kaynakları envanteri
- Arazi kullanım tipi ve üretim sistemi envanteri (mevcut kullanım tipi ve bu kullanımın gereksinimlerini de içerir)
- Potansiyel üretimin hesaplanması
- Arazi elverişliliği ve üretkenliğinin belirlenmesi (ormancılık ve çiftlik üretkenliğini de içerir)

- Agroklimatik zonların, problemli toprak alanlarının, Agroekolojik zonların, arazi uygunluğunun, potansiyel tarım alanlarının, verim ve üretimin haritalanması
- Nüfus destekleme kapasitesinin ve arazi kullanımı optimizasyonunun modellenmesidir (http://www.fao.org/landandwater/agll/aez.stm, 2002).

Bunun yanında Agroekolojik zonlama çalışmaları iki bölümde incelenebilir;

- Temel Agroekolojik zonlama çalışmaları
- İleri düzeydeki Agroekolojik zonlama çalışmaları

Temel Agroekolojik zonlama çalışmaları sonucunda elde edilen çıktılar aşağıda verilmiştir.

- Arazi kaynakları envanteri
- Agroekolojik zon haritaları
- Arazi uygunluğu, uygunluk sınıfları, potansiyel üretim kapasitesi

İleri seviyedeki uygulamalar sonucunda elde edilen çıktılar ise;

- Potansiyel arazi üretkenliğinin belirlenmesi
- İşlenebilir tarım arazilerinin belirlenmesi
- Nüfus taleplerini karşılama kapasitesinin belirlenmesi
- Arazi kullanım planlamaları
- Arazi kaybı riskinin belirlenmesi
- Arazi yönetimi
- Tarımsal teknoloji transferi
- Çiftlik sistemlerinin analizi ve geliştirilmesi
- Çevresel etkilerin hesaplanması
- Arazi kaynakları veri tabanının takip edilmesi
- İklimsel değişikliklerin etkilerinin belirlenmesi

Agroekolojik zonlama yaklaşımı yerküreye ait bilgi katmanları içinde arazinin ifade edilmesini ve CBS kullanılarak yüzeye ait veri katmanlarının kombinasyonunu içermektedir. Bu katmanların üst üste oturtulması (overlay) agroekolojik hücrelerin üretilmesini sağlar. Bu yolla Agroekolojik zon hücreleri üzerinde bilgiler içeren bir arazi kaynakları veri tabanı oluşturulur. Veri tabanı ile entegrasyonu yapılan Agroekolojik zonlama değişik coğrafi referanslı veri kümelerini içermektedir. Bunlar (Narrain ve Koroluk, 1999);

- Topografya
- İdari sınırlar
- Yol ve ulaşım
- Kasaba ve yerleşim yerleri
- Akarsular ve su alanları
- Jeoloji
- Toprak ve arazi formu
- Erozyon
- Yağış
- Sıcaklık
- Nem rejimi
- Sulanabilir araziler
- Arazi kullanımı, arazi örtüsü ve ormanlık alanlar
- Nüfustur.

Arazi kullanım süresi, arazi kullanışlılığı, insanların ve çiftlik hayvanlarının gıda ihtiyaçları, ücretler ve maliyetler gibi daha fazla bilgiyi içeren ek katmanların eklenmesi doğal kaynakların analizi ve arazi kullanım planlamaları gibi ayrıntılı çalışmalarda gerçekleştirilebilmektedir.

Agroekolojik zonlama arazi elverişliliği ve potansiyel üretim kapasitesinin belirlenmesine önderlik eden temel uygulamalar demeti olarak düşünülmelidir. Bu uygulamanın daha ileriki aşamalardaki faydaları ise temel Agroekolojik zonlama çalışmaları sonucunda elde edilen veriler üzerine kurulabilecek olan çevresel uygulamalardır. Temel

Agroekolojik zonlama uygulamalarının çıktıları ise Agroekolojik zonlar, arazi uygunluğu, potansiyel ekim alanları ve üretim miktarlarını gösteren haritalardır. Bu tarz veriler çiftlik üretkenlik modellemeleri, nüfus artışlarına cevap verebilme kapasitesinin belirlenmesi ve arazi kullanımı optimizasyonu modellemeleri gibi çalışmalarda temel oluşturmaktadır.

Agroekolojik zonlama aşamalarını uygulamadan önce çalışmanın kapsamı konusunda yeterli değerlendirme yapılmalıdır. Böylece Agroekolojik zonlama yönteminin potansiyel kullanım olanakları ve kısıtlamaları konusu anlaşılabilir. Temel Agroekolojik zonlama çalışmaları için gerekli olan unsurlar şu şekilde sıralanabilir (FAO, 1996);

- Arazi kaynakları envanteri
- Arazi kullanım tipi ve bitki istekleri envanteri
- Arazi uygunluğunun belirlenmesi (maksimum potansiyel üretimin hesaplanması, kısıtlamalar ve ihtiyaçların birleştirilmesi)

Agroekolojik zonlama modelleri değişik kullanım şekilleri arazi potansiyellerini analizi için veri tabanı üzerinde uygulanabilir. Agroekolojik zonlama modelleri bitki büyüme periyodunun belirlenmesi, sulama gereksinimlerinin belirlenmesi, arazi elverişliliği ve arazi üretim potansiyeli gibi değişik modelleri içermektedir.

2.11.2. Agroekolojik Zonlama Aşamaları

Özel kullanımlar için arazi uygunluğu ve potansiyel üretim kapasitesinin belirlenmesine liderlik eden Agroekolojik zonlamanın esas uygulaması üç adet birleşik aktiviteler grubunu kapsamaktadır;

- Toprak, iklim ve arazi yapısını içeren Arazi kaynakları envanterinden yola çıkarak Agroekolojik zonların tanımlanması ve haritalanması
- En uygun arazi kullanım tiplerinin ve bunların ekolojik ihtiyaçlarının envanterlerinin hazırlanması
- Her bir Agroekolojik zon için arazi uygunluklarının belirlenmesi

Bir çalışmayı yapabilmek için öncelikle yapılacak çalışmanın ayrıntı isteği ve boyutu değerlendirilmelidir. Çalışmanın boyutuna göre toprak, iklim ve arazi ile ilgili ihtiyaç duyulan veriler toplanmalı ve değerlendirmeye alınmalıdır. Değerlendirmede faktörlerin tamamı göz

önüne alınarak Agroekolojik zonlar oluşturulur. Bu işlemlerin yapılması sırasında üst üste serme (overlay) işlemi yapılır. Overlay işlemlerinin CBS uygulamaları içerisinde yapılması çok uygundur (FAO, 1996).

2.11.2.1. Toprak Verisi İhtiyaçları

Agroekolojik zonlama çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilerden bir tanesi toprak verileridir. Çalışmalarda kullanılabilecek olan toprak verilerini iki veri seti halinde inceleyecek olursak aşağıdaki durum gözlenecektir.

1. Haritalar
   - Topografik, jeolojik ve yüzey haritaları
   - Toprak ve arazi tipi haritaları, lejantlar ve raporlar
2. Her toprak ve arazi tipi için
   - Etkili kök derinliği
   - Su tutma kapasitesi
   - Doyma noktası, sütrüktürel stabilite ve taşlılık durumu
   - Organik madde miktar ve kalitesi
   - Etkili eğim sınıfı
   - Toprak tekstür sınıfları
   - Toprak oluşum sınıfları
   - Toprak fazları

Bununla birlikte bitkilerin temel toprak istekleri iç ve dış toprak ihtiyaçlar ile ilişkili olarak aşağıda verilen başlıklar altında özetlenebilir;

- İç ihtiyaçlar
  - Toprak sıcaklığı rejimi
  - Toprak nemi rejimi
  - Toprak havalanma rejimi
  - Doğal toprak besin maddesi rejimi

- Etkili toprak derinliği
- Toprak tekstürü ve taşlılık
- Diğer özel ihtiyaçlar (toprak işleme v.b.)

- Dış ihtiyaçlar
  - Eğim ve Topografya
  - Toprağın oluşumu
  - Arazi üzerindeki trafik

2.11.2.2. Toprak Kaynakları Envanterinin Hazırlanması

Bu işlem aşağıda belirtilen adımları içermektedir;

- Toprak ve arazi tipi verilerinin toplanması
- Topografik verilerin toplanması
- Mevcut koşullardaki arazi kullanım tipinin belirlenmesi
- Yukarıdaki verilere dayanarak arazi kaynakları envanterinin hazırlanması

2.11.2.3. İklimsel Veri İhtiyaçları

Agroekolojik zonlama çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilerden bir tanesi de iklim verileridir. Çalışmalarda kullanılabilecek olan iklim verilerini iki veri seti halinde inceleyecek olursak aşağıdaki durum gözlenecektir.

1. Haritalar
   - Topografik haritalar
2. Her Bir meteoroloji istasyonu için
   - Yükseklik ve koordinat değerleri
   - Yağış miktarı
   - Günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar
   - Güneşlenme oranı
   - Oransal nem
   - Rüzgar hızı

Verilerin toplandığı zaman periyodu Agroekolojik zonlama çalışmasının amacına ve büyüklüğüne bağlıdır.

2.11.2.4. İklim verilerinin Toplanması

İklim verileri envanteri aşağıda sıralanan aşamalarla hazırlanmaktadır;

- Değişik istasyonlara ait sıcaklık, yağış ve bitki büyüme periyodu uzunluğu gibi iklim verilerinin toplanması
- Toplanan bu verilerin haritalara işlenmesi
- Bitki büyüme periyodu uzunluğunun analizi
- Termal zonların tanımlanması
- Termal zonların ve bitki büyüme periyodu uzunluğu zonlarının sınırlarının çizilmesi

Normal veri toplama yöntemlerine ek olarak, ileri seviyede iklimsel haritalar, vejetasyon haritaları, arazi kullanım haritaları, topografya haritaları ve toprak haritalarının belirlenmesinde Uydu fotoğrafları da kullanılabilir. Eğer bir CBS programı kullanılacak ise öncelikle envanter verileri içeren haritalar sayısallaştırılmalıdır. Gerekli temel haritalar noktasal veriler ve her bir veri arasındaki iklimsel değişimin enterpolasyonu ile ilgili bilgiler sayesinde, kullanıcılar CBS içerisinde iklim haritaları hazırlayabilirler (FAO, 1996).

2.11.2.5. Mevcut Arazi Kullanım Envanterinin Hazırlanması

Agroekolojik zonlama sonuçları arazi kullanım planlanması amacıyla kullanıldığında mevcut arazi kullanımı ve arazi örtüsünü bilmek önem kazanmaktadır. Arazi kullanım ve arazi örtüsü sınıfları arazi kaynakları envanterinin hazırlanması sırasında sistematik bir şekilde kaydedilmelidir. Bu değerler Agroekolojik zonlamanın tablosal değerleri olarak kabul edilebilir. Veriler potansiyel arazi kullanımı ve ihtiyaçlarını listeleyen arazi kullanım tipi envanterinden farklıdır.

Arazi kaynakları envanteri termal zonların, büyüme periyodu zonunun ve arazi kaynakları envanterinin üst üste serilmesi sonucunda oluşur. Bu bilgilere ek olarak yeni katmanların eklenmesi de mümkündür.

Arazi kaynakları envanterinin hazırlanması ister değişik üst üste serme teknikleri kullanılarak yapılsın isterse tek bir harita kullanılarak yapılmış olsun Agroekolojik zonlar toprak ve iklim özellikleri bakımından tanımlanmalıdır (FAO, 1996).

2.12. Agroekolojik Zonlama İle ilgili Yapılmış Çalışmalar

Özel ve ark. (1999) Samsun ilinde bitki yetiştiriciliği bakımından önemli Agroekolojik zonların uzaktan algılama ve CBS yardımı ile belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Landsat-TM uydu verilerini kullanarak güncel bitki örtüsü katmanını üretmişlerdir. Toprak, topografya ve iklim faktörlerini ise ilgili haritaları sayısallaştırmak suretiyle elde etmişlerdir. Daha sonra ele alınan faktörlere bitki yetiştiriciliği bakımından ağırlık katsayıları ve puanlar vererek ağırlıklı faktör analizi ile değerlendirmesini yapmışlardır. Bu çalışmada her bir faktörü bir katman kabul etmek suretiyle ArcView programını kullanarak overlay etmişler ve sonuçta yedi adet zon belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bu zonlara yönelik bitki yetiştiriciliği bakımından tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Quiroz ve ark. (1999) Andean'ın yüksek bölgelerindeki Iıove-Huenque havzasında bir Agroekolojik Zonlama çalışması yapmışlardır. Yüksek ve eğimli bölgelerde yüzeysel değişkenliğin çok fazla olması ve veri temininin zor olması nedeniyle Uzaktan algılama verilerini kullanarak bazı veri katmanlarını oluşturmuşlardır. Çalışmada veri katmanı olarak; Toprak haritaları, Fotogrametrik tablolardan elde edilen Digital Elevation Model (DEM), meteoroloji istasyonlardan alınan minimum, maksimum sıcaklıklar ve ortalama yağış değerleri ile biomass değerlerini kullanmışlardır. Bütün bu katmanları CBS çerçevesinde bir katman (layer) olarak ele almışlar ve overlay ederek analiz etmişlerdir. Sonuçta elde edilen katmanı sınıflandırarak 4 adet zon oluşturmuşlardır. Her bir zonu potansiyel üretim kapasitesi bakımından yorumlamış tarım ve hayvancılık yönünden önerilerde bulunmuşlardır.

Addeo ve ark. (2001) İtalya'nın güneyinde yer alan 25 ha'lık bir çiftlik arazisinde toprak ve sulama suyu sınıflandırmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla öncelikli olarak toprak faktörlerinden belirlenebilen birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik kriterler ile topografik faktörleri mevcut verilerden ve arazi sürveyleri sonucunda toplamışlardır. Daha sonra bu verileri ArcView 3.1 kullanarak bilgisayar ortamına aktarmış ve uygun sınıflandırmalara tabii tutmuşlardır. Sınıflandırmada en önemli payı drenaj özelliklerine vermişlerdir. Toprak ve drenaj durumu ile ilgili temel haritaları CBS yardımı ile üretmişlerdir.

Bhan ve ark. (1997) Hindistan'da bir zonlama çalışması yapmışlar ve bu çalışmada uzaktan algılamayı veri temini amacıyla kullanmışlardır. Öncelikle uydu verileri kullanarak

toprak haritaları ve sulanabilir alanların haritalarını elde etmişlerdir. Buradan toprak kaynakları envanteri (tekstür, derinlik v.b.) ve sulama rejimi haritalarını üretmişlerdir. Yükseklik haritalarından DEM oluşturmak suretiyle buradan eğim ve yükseklik katmanlarını, meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerden toprak sıcaklığı rejimi, yağış ve nem rejimlerini gösteren haritaları elde etmişlerdir. Sonuçta her bir faktörü bir katman olarak değerlendirip overlay etmek suretiyle 11 adet zon elde etmişlerdir. Daha sonra her bir zon için tarımsal önerilerde bulunmuşlardır.

Midmore ve Poudel (1996) Asya'da gelişmekte olan şehirlerde sebze yetiştiriciliği açısından bir Agroekolojik Zonlama çalışması yapmışlardır. Çalışmada veri olarak sıcaklık ve yağış bilgilerini ele almışlar ve sonuçta sebze yetiştiriciliği acısından; serin yüksek alanlar, ılık-kuru alanlar ve sıcak-nemli alçak alanlar olmak üzere üç zon tanımlamışlardır. Daha sonra bu zonlara yönelik sebze yetiştiriciliği açısından önerilerde bulunmuşlardır.

Pariyar ve Singh (1995) Nepal/Chitwan'da Agroekolojik zonlamaya yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada sıcaklık, nem, sulama rejimi ve toprak rejimi ile ilgili verileri toplamışlar ve analiz ederek sonuçta 7 adet zon elde etmişlerdir. Zonları, yılda 1, 2 ve 3 ürün alınabilme potansiyelini göz önüne alarak değerlendirmişler ve önerilerde bulunmuşlardır. 1. ve 5. zonlar arasını tarımsal üretime elverişlilikleri düzeyinde sıralamış, 6. ve 7. zonları ise tarıma uygun olmayan otlaklık, ormanlık ve nehir yatakları olarak tanımlamışlardır.

CBS'ne dayalı Agroekolojik zonlama yönteminin uygulandığı örnek bir çalışma Kenya'da yapılmıştır. Bu çalışmada sayısallaştırılan iklimsel veriler, toprak verileri, sınırlar, şimdiki arazi kullanım durumu, tarım arazileri, ormanlık alanlar, sulanabilir alanlar, oyun sahaları gibi arazi kaynakları envanterine ait bilgilerin her biri birer katman olarak ele alınmış ve bu katmanların overlay tekniği kullanılarak çakıştırılması sonucunda zonlar elde edilmiştir. Sayısallaştırılan veriler grid hücrelerine (raster formatına) çevrilmiştir. Her bir piksel 100 ha'lık bir alanı temsil etmiştir (FAO, 1996).

Patel ve ark. (2000) Hindistan'ın Malin havzasında Uzaktan Algılama ve CBS nin entegrasyonu ile bir Agroekolojik Zonlama çalışması yapmışlardır. Çalışmada IRS uydu görüntülerinden yararlanarak oluşturulan veri katmanları ile diğer kaynaklardan toplanan veri katmanlarını birleştirmiş ve sonuçta 5 Agroklimatik zon, 10 Agroekolojik zon ve 23

Agroekolojik alt zon tanımlamışlardır. Her bir zonun karakteristikleri ve boyutları ile ilgili bilgiler düzenlemiş ve bu alanlar için optimal tarımsal kullanım planı sunmuşlardır.

Yazdanpanah (2001) Azerbaycan-Shanghi bölgesinde Badem yetiştiriciliği açısından bir Agroekolojik zonlama çalışması yapmıştır. Çalışmada, Badem yetiştiriciliği bakımından bölgenin elverişlilik derecesine göre sınıflandırılması amaçlamıştır. Bu amaçla öncelikle kuru koşullarda Badem yetiştiriciliği için şu koşulları belirlemiştir;

- Çiçeklenme ve tomurcuklanma döneminde don olma ihtimali
- Yağışın 250 mm den fazla olması
- İlkbahar ve yaz ayları toplam yağış miktarının yıllık yağışa oranı
- Kullanılabilir nem miktarı

Daha sonra 10 meteoroloji istasyonundan 25 yıllık sıcaklık, yağış ve evopotransprasyon değerlerini almıştır. Her bir parametreyi bir katman (layer) olarak CBS çerçevesinde hazırlamış ve üst üste getirmek (overlapped) yoluyla analiz etmiştir. Sonuçta çalışma alanını Badem yetiştiriciliği bakımından; çok uygun, uygun, zayıf ve uygun olmayan alanlar olarak sınıflandırmıştır.

Loh ve ark. (1998) Güneydoğu Selangor'da bir Agroekolojik zonlama çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada Uzaktan algılama ve CBS'nin entegrasyonu sağlamışlardır. Çalışmada 4 adet bitki (kauçuk, oil palm, kakao ve çeltik) için tarımsal elverişliliğin belirlenmesi amacıyla 5 adet parametre ele almışlardır. Bunlar; 1. Arazi örtüsü ve kullanımı (Land cover and use), 2. arazi tipi (landform), 3. toprak, 4. topografya (terrain), ve 5. iklim verileridir. 1, 2 ve 3. verileri uydu verilerinden, topografik verileri DEM'lerden ve iklim verilerini de 16 meteoroloji istasyonundan elde etmişlerdir. Bu katmanları ArcView-Spatial Analiz çerçevesinde üst üste sererek Agroekolojik zon haritaları üretmişlerdir. Tarım alanlarının elverişlilik haritalarını; şimdiki arazi kullanım tipi, arazi karakterleri ve bitki isteklerini birlikte değerlendirmek suretiyle üretmişlerdir. Sonuçta 4 bitkiye elverişli zonları belirlemişlerdir.

Rojas ve Eldin (1983) Kostarika'da Şeker Kamışı tarımı açısından Agroekolojik zonların çıkarılmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada potansiyel üretim kapasitesi, iklim şartları ve toprak tiplerini göz önüne alarak zonlar oluşturmuşlardır.

Potansiyel verimleri, solar radyasyon ve hava sıcaklığı değerlerinin fotosentez ve solunum ile olan ilişkilerini hesaplayarak belirlemişlerdir.

Yingjajaval ve Sangkhasila (1994) Tayland'da Agroekolojik zonlama yönteminin uygulamasını örnek bir çalışma ile tanımlamışlardır. Bu çalışmada Tayland'ın doğu bölgelerinde ele alınan 10 değişik bitki için Agroekolojik Zonların çıkarılması yoluna gitmişler ve bu alanların potansiyellerini ve kısıtlamalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada Agroekolojik zonların oluşturulması amacıyla iklim ve toprak verilerini kullanmışlardır.

FAO ve BARC (Bangladesh Acricultural Research Council) (1998) ortaklığınca Banglades'te CBS ve Agroekolojik zonlama tabanlı arazi kaynakları bilgi sisteminin kurulmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikli olarak; toprak ve topografik envanter, mevcut üretim sistemleri, arazi tipi, iklimsel ve hidrolojik veriler, idari sınırları gösteren haritalar toplanmış ve veri tabanı oluşturulmuştur. Daha sonra bu veriler birlikte analiz edilerek bitki uygunluğu modeli, bitki paterni uygunluk modeli, arazi verimliliği optimizasyon veri tabanı hazırlanmış ve en son olarak da tarımsal planlama yapılmıştır. Çalışmanın tamamında üst üste serme tekniği kullanılmıştır.

Austro'da erozyon, tarımsal üretimde olduğu kadar oluşturduğu siltasyon nedeniyle yerleşim yerlerinde ve River Paute hidroelektrik santralinde de çok ciddi sorun teşkil etmektedir. Bossuyt ve ark. (1997) yaptıkları çalışma ile erozyonun azaltılabilmesi için erozyon riskinin çok olduğu bölgelerin belirlenmesi ve buralara yönelik ağaçlandırma ve uygun tarım tekniklerinin önerilmesini amaçlamışlar ve buna yönelik olarak Agroekolojik zonlama metodunu kullanmışlardır. Bu yolla tarımsal gelişmeler için yapılacak yatırımlar veya ağaçlandırma için uygun yerler belirlemişlerdir. Ve sonuçta elde edilen verilere dayanarak erozyonla mücadele açısından değerlendirmeler ve öneriler yapmışlardır.

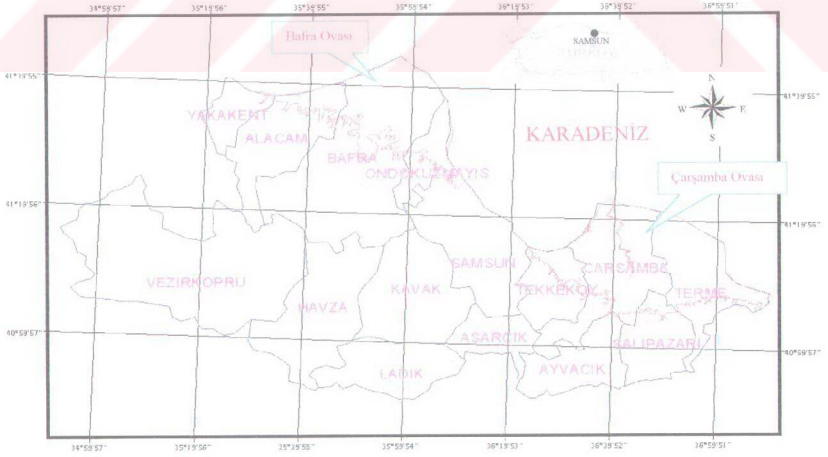
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Alanlarının Sınırları

Çalışma alanları olarak Samsun İl sınırları içerisinde kalan, ülkemiz tarımında yüksek potansiyele sahip Çarşamba ve Bafra Ovaları alınmıştır. Çalışma alanları Şekil 3.1'de görüldüğü gibidir.

Çarşamba Ovası, Orta Karadeniz bölgesinde $41^0$03'-$41^0$24' kuzey enlemleri ile $36^0$23'-$37^0$12' doğu boylamları arasında, Yeşilırmak ve yan derelerin oluşturduğu deltada yer alan verimli bir tarım alanıdır. Çarşamba, Terme, Tekkeköy ve kısmen de Salıpazarı ilçelerini kapsamaktadır. Ovanın güneyinde Suat Uğurlu ve Hasan Uğurlu barajları ile Samsun'un içme suyunu sağlayan Çakmak barajı vardır.

Bafra Ovası, Orta Karadeniz bölgesinde $41^0$24'-$41^0$46' kuzey enlemleri ile $35^0$30'-$36^0$12' doğu boylamları arasında, Kızılırmak ve yan derelerin oluşturduğu deltada yer almaktadır. Ülkemizde delta ovalarının içerisinde tarımsal üretim için uygun ekolojik koşullara sahip olan ovalardan biridir. Bafra, Ondokuzmayıs ve Alaçam ilçelerini kapsamaktadır. Ovanın güneyinde Altınkaya ve Derbent barajları bulunmaktadır.



Şekil 3.1. Çarşamba ve Bafra Ovalarında Çalışma Alanlarının Konumu ve Sınırları

3.2. Çalışmada Kullanılan Veriler

Çarşamba ve Bafra Ovalarına ait Agroekolojik zonların oluşturulması amacıyla yapılan bu çalışmada temel olarak Marmara Araştırma Enstitüsü Uzay Teknolojileri Grubunca Yeşilırmak Gelişim Projesi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında hazırlanan veri tabanından yararlanılmıştır. Veri tabanında yer alan katmanlar aşağıda verilmiştir;

1. Güncel Uydu Görüntüsü Katmanı: Bu katman 30 m yersel çözünürlüğe sahip, bant sayısı 7, tekrarlama zamanı 16 gün, uydu yüksekliği 705 km ve tarama genişliği 185 km olan 16 Ağustos 1997 tarihli Landsat-TM uydu görüntüleridir (Sesören,1999).
2. Toprak Bilgileri Katmanı: Bu katman temel olarak, TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından 1966-1972 yılları arasında Türkiye genelinde yürütülen toprak etütleri sonucu oluşturulmuş olan Samsun ili bünye, derinlik, erozyon, drenaj ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı haritalarından elde edilmiştir (TOPRAKSU, 1984).
3. Topoğrafik Katman: Samsun ilini kapsayan yükseklik verileri, Harita Genel Komutanlığından sayısal olarak 1/50000 ölçekli paftalardan temin edilmiştir. Paftalarda 20 metre aralıklarla geçirilen eş yükselti eğrileri, tepe ve kritik bazı noktalara ait yükseklikleri ifade etmek için noktalar ve paftanın koordinat bilgilerini içeren projeksiyon bilgisi bulunmaktadır.
4. İklim Katmanı: Bölgeye ait sıcaklık, yağış ve büyüme periyodu gibi iklim faktörleri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlü tarafından yayınlanmış olan Türkiye Klima Atlasından uzun yılların (1951-1980) ortalamaları kullanılarak elde edilmiştir (DMİ, 1989).

Bu veriler dışında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünce hazırlanmış olan Çarşamba ve Bafra Ovalarına ait 1/25000 ölçekli Toprak Bünye dağılım haritaları da kullanılmıştır (DSİ, 1980; DSİ, 1984).

3.3. Kullanılan Yazılım

Agroekolojik zonlama çalışması sırasında mekansal sorgulamaya olanak sağlayan temel coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarından ArcView 3.2 yazılımı ve bu yazılımın Spatial Analyst ve 3D Analyst modülleri kullanılmıştır. Yazılımların kullanımı ileriki aşamalarda açıklanacaktır.

3.4. Metot

Çalışmanın ilk aşamasında ovaların sınırlarının belirlenmesine yönelik bir veri toplama çalışması yapılmıştır. Bu amaçla Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından hazırlanmış olan Çarşamba ve Bafra Ovalarına ait toprak bünye dağılım haritaları materyal olarak alınmıştır. Haritalar analog halde olduğundan, veri tabanı ile ilişkilendirebilmek amacıyla scaner da taranarak GIF resim formatında bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

GIF formatında bilgisayar ortamına aktarılan harita paftaları ekranda sayısallaştırma yöntemi kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Altı paftadan oluşan her bir ova haritası daha sonra paftaların birleştirilmesiyle tek bir parça haline getirilmiştir. Koordinatsız olan haritalar, Landsat-TM görüntüleri kullanılarak UTM (Universal Transvers Mercator) koordinat sistemine referanslandırılmıştır. Koordinatlandırma işlemi için koordinatsız haritalarda saptanan sabit ve belirli noktalar uydu fotoğrafındaki aynı noktalarla çakıştırılarak koordinat dönüşümleri yapılmıştır.

Koordinatsız haritaların koordinat dönüşüm işlemi sonucunda sınırlarda hatalar oluşmuştur. Oluşan bu hataları azaltabilmek amacıyla uydu fotoğrafının daha güncel olduğu düşüncesi göz önüne alınarak sınırlarda oluşan hatalar üzerinde düzeltmeler yapılmıştır. Düzeltmelerin yapılması sırasında, kullanılan Toprak bünye dağılım haritalarının eş yükselti eğrileri kullanılarak üretildiği belirlenmiştir. Buradan yola çıkılarak veri tabanında mevcut olan 1/50000'lik haritalardaki eş yükselti eğrilerinden 90 m yükseklik sınırı baz alınarak bir sınıflama yapılmış ve Toprak bünye dağılım haritası ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda 90 m yükseklik sınırına göre sınıflandırılan eş yükselti eğrilerinin ova sınırlarının belirlenmesinde kullanılmasının doğru olacağı ve koordinatlandırma amacına hizmet edebileceği belirlenmiştir. Eş yükselti eğrilerinden yararlanılarak üretilen ova sınırları da kullanılarak sayısallaştırılan haritalarda son düzenlemeler yapılmıştır.

Ova sınırlarının belirlenmesi aşamasından sonra veritabanında mevcut olan ve Agroekolojik zonlama çalışmasında katman olarak kullanılacak verilerin üretilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu verilerin aynı alanlara ait güncel Landsat-TM uydu verileri ile karşılaştırılması sonucunda özellikle İl sınırlarında bazı farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Şekil 3.2'de sarı çizgi, veri tabanında mevcut olan Toprak bilgisi, İklim katmanları ve İl sınırlarını, kırmızı çizgi ise güncel uydu verisine göre çizilmiş sınırları göstermektedir. Çin'de yapılan bir çalışmada yukarıdaki durumla karşılaşılmış, toprak haritalarının sınırlarının iklim haritaların sınırlarına göre düzeltilmesine karar verilmiştir (FAO, 1996).

Bu tarz farklılıklar, verilerin üretilmesinde kullanılan yer haritalarının eski tarihli olması ve bilgisayar ortamına aktarılması esnasında oluşabilecek hatalardan meydana gelebileceği gibi zamanla ovalarda oluşan sediment birikmesi sonucunda da oluşmuş olabilir. Sınır çizgilerinde belirlenen bu farklılıklar güncel Landsat-TM uydu görüntüleri kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 3.2. Yer Haritası ve Landsat-TM Uydu Görüntüleri Arasında Çakıştırma Sonucunda Ortaya Çıkan Farklılıklar

Samsun il sınırlarına göre hazırlanmış olan mevcut veriler ova sınırları kullanılarak ArcView programında (View→ GeoProcessing Wizard → Clip one theme based on another) komutu kullanılarak kesilmiştir. Bu yolla Agroekolojik zonlamada kullanılacak olan veri tabanı ova sınırları baz alınarak hazırlanmıştır.

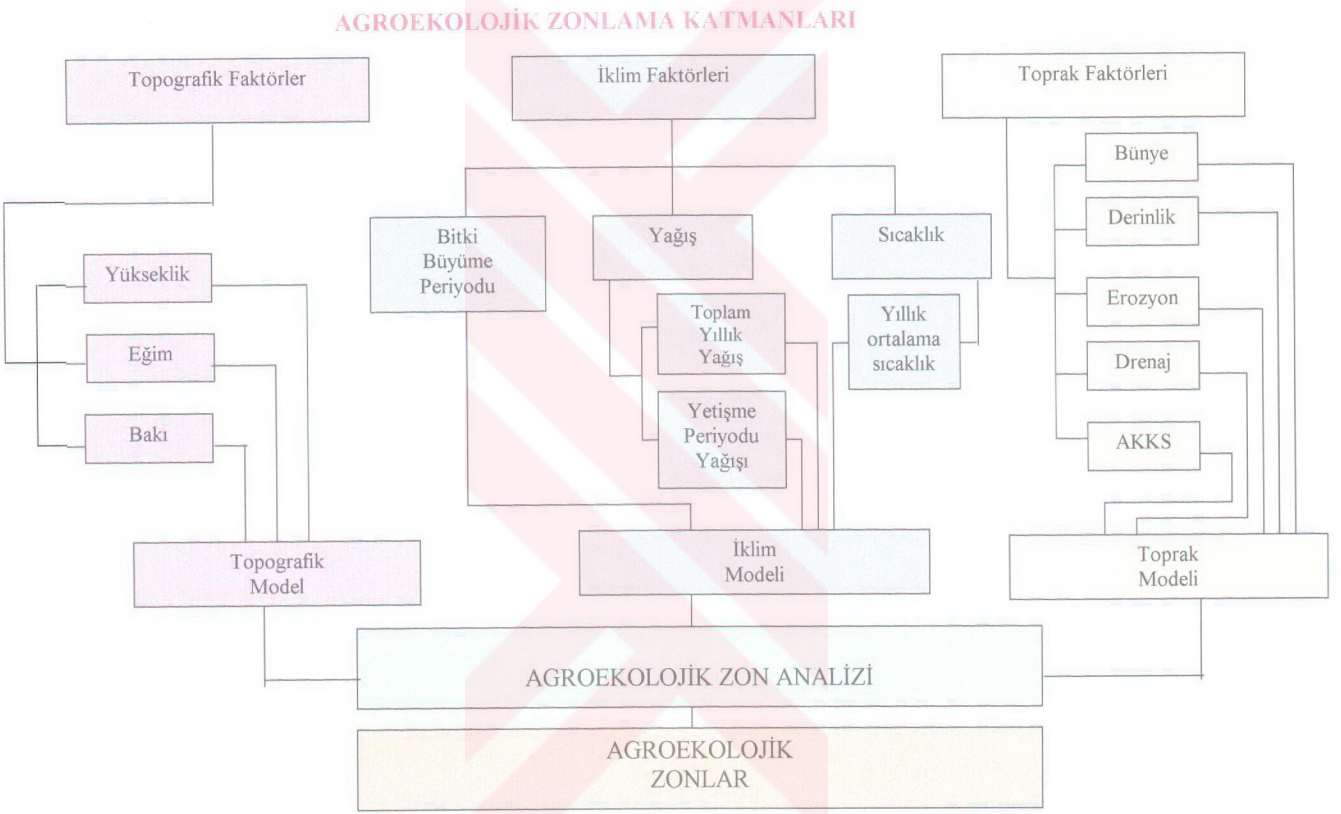
Çalışma özel bir ürün veya ürün grubu baz alınarak değil, genel bitki yetiştiriciliği açısından yapılmış, bu nedenle hedef araziler ele alınan tüm faktörler bakımından kabaca gözlem altına alınmıştır. Böylece çalışma alanlarında hem Agroeolojik zonların oluşturulması hem de daha fazla sorunlu olan bölgelerin tespit edilerek yapılacak olan çalışmalara zemin hazırlanması amaçlanmıştır. Çalışmada "Ağırlıklı Faktör Analizi" (Weghted Factor Analysis) yöntemi kullanılmıştır (Environmental Conservation Service Task Force, 1981).

Öncelikli olarak, bitki yetiştiriciliği bakımından önemli olan karakterler saptanmış, bu karakterlerden elde edilebilenler, belirlenen değerlendirme aralıklarına bölünerek ve puanlamaları yapılarak haritalara işlenmiştir. Karakterlere önem sırasına göre "etki katsayıları" verilmiştir. Değişik karakterleri gösteren katmanlar üst üste çakıştırılarak (overlay) elde edilen sonuç katmanının toplam puan değerleri hesaplanmıştır. Son aşamada, toplam etki değerleri, belli aralıklara bölünerek, bitki yetiştiriciliği bakımından önemli Agroekolojik zonlar elde edilmiştir.

Çalışmada sınıfların belirlenmesi, puanlamanın yapılması ve ağırlık katsayılarının verilmesinde Özel ve ark. (1999)'nın Samsun İlinde yaptıkları Agroekolojik Zonlama çalışmasında kullandıkları değerler baz alınmıştır.

Çalışma Şekil 3.3'te verilen akış diyagramında belirtildiği biçimde yürütülmüştür. Şekilden de anlaşılabileceği gibi Agroekolojik zonlama amacıyla temel olarak üç adet model hazırlanmıştır. Bunlar;

- Toprak modeli
- Topografik model
- İklim modelidir.



Şekil 3.3. Çarşamba ve Bafra Ovalarında Agroekolojik Zonlama Çalışması Akış Diyagramı

Sınıflandırmaların yapılabilmesi ve modellerin oluşturulması için veri katmanlarının raster modelde olması gerekmektedir. Alt katmanların oluşturulması sırasında öncelikle verilerin raster (grid) modelde olup olmadığına bakılmıştır. Bu nedenle de vektör modelde olan veriler ArcView programının Spatial Analyst modülü kullanılarak grid modellere çevrilmiştir. Bu dönüşümlerde (Theme → Conver to Grid Theme) komutu kullanılmış ve grid cell size = 30 m olarak alınmıştır. Grid modele çevrilen katmanlar daha sonra (Analysis → Reclassify) komutu kullanılarak belirlenen aralıklara bölünmüş ve puanlamaları yapılmıştır. Daha sonra (Analysis → MapCalculator) komutu ile üst üste serme (overlay) işlemi yapılmış ve her bir pikselin puan değerleri toplanarak sonuç katmanları elde edilmiştir.

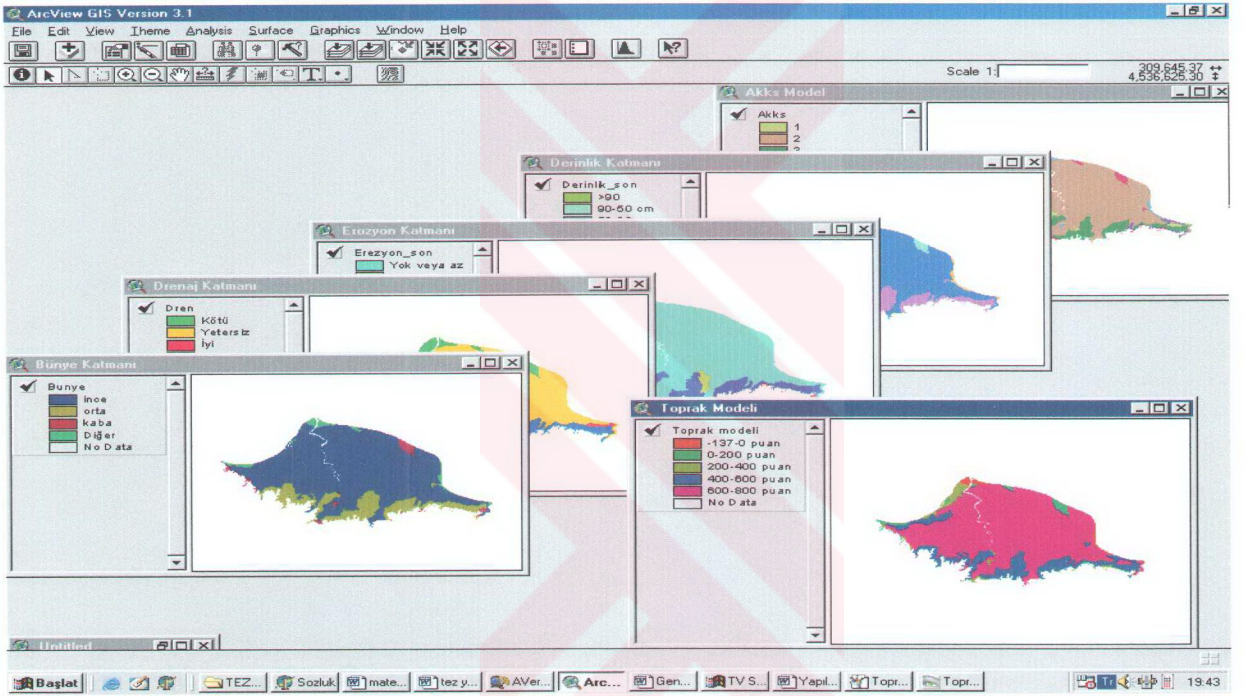
Şekil 3.2'de verilen dört modelin oluşturulmasında izlenen yol aşağıda verilmiştir;

Toprak modelinin oluşturulmasında; bünye katmanı, derinlik katmanı, erozyon katmanı, drenaj katmanı ve arazi kullanım kabiliyet sınıf katmanları üretilmiş. (Analysis → Reclassify) komutu ile belirlenen uygun sınıflandırmalara tabi tutulmuş bu katmanlar Şekil 3.4'te görüldüğü gibi overlay edilerek her bir pikselin almış olduğu puanlar toplanarak sonuç katman (toprak modeli) elde edilmiştir.

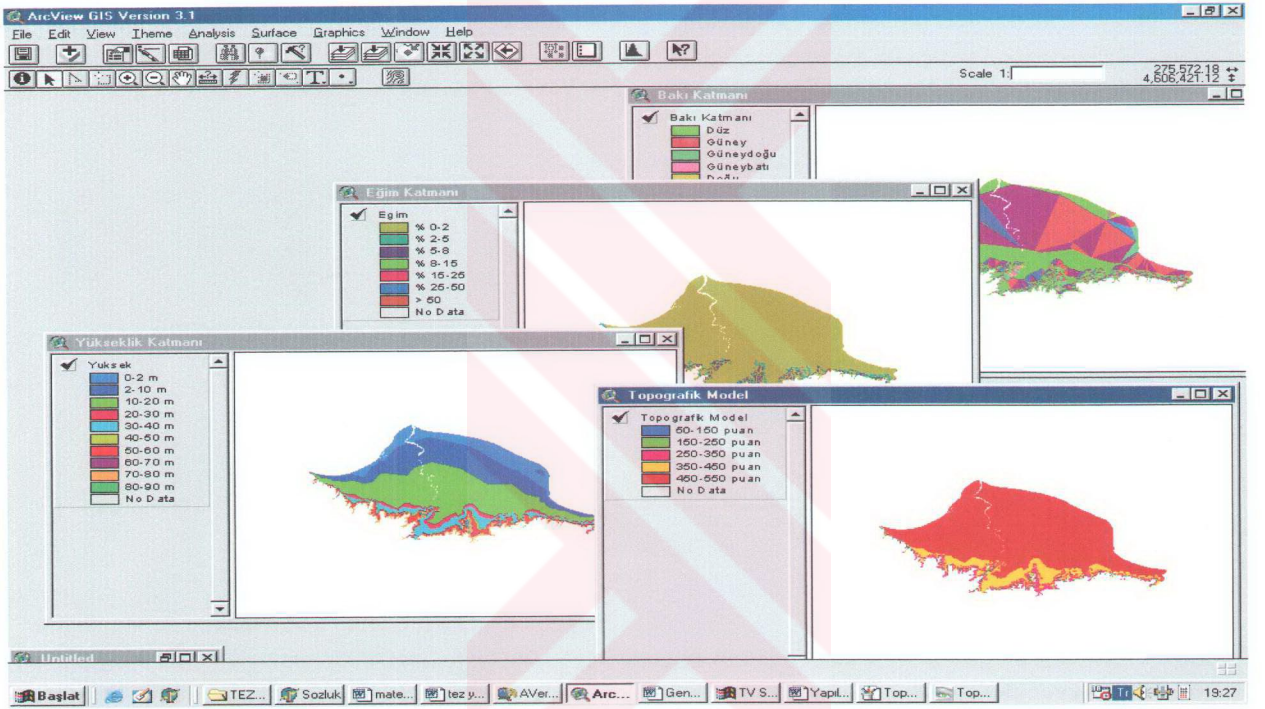
Topografik modelin hazırlanması amacıyla ArcView programının 3D Analysis Modülü kullanılmıştır. Öncelikle 20 m aralıklı eş yükselti eğrileri ekrana açılmıştır. Daha sonra (Surface → Create TIN from Feature) komutu ile Düzensis Üçgenler Ağı (TIN) oluşturulmuştur. Oluşturulun katman üzerinden (Theme → Conver to Grid Theme) komutu ile yükseklik katmanı, (Surface → Derive Slope) komutu ile eğim katmanı ve (Surface → Derive Aspect) komutu ile bakı katmanı üretilmiştir. Bu katmanlar (Analysis → Reclassify) komutu ile uygun sınıflandırmalara tabi tutulmuş ve Şekil 3.5'te görüldüğü gibi overlay edilerek sonuç katmanı (topografik model) elde edilmiştir.

İklim modeli oluşturulmasında ise bitki büyüme periyodu uzunluğu, yıllık toplam yağış miktarı, yaz ayları toplam yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerini gösteren alt katmanlar üretilmiş ve sınıflandırılmıştır. Sonuç katmanın elde edilebilmesi için Şekil 3.6'da da görülebileceği gibi alt katmanlar overlay edilmiştir.

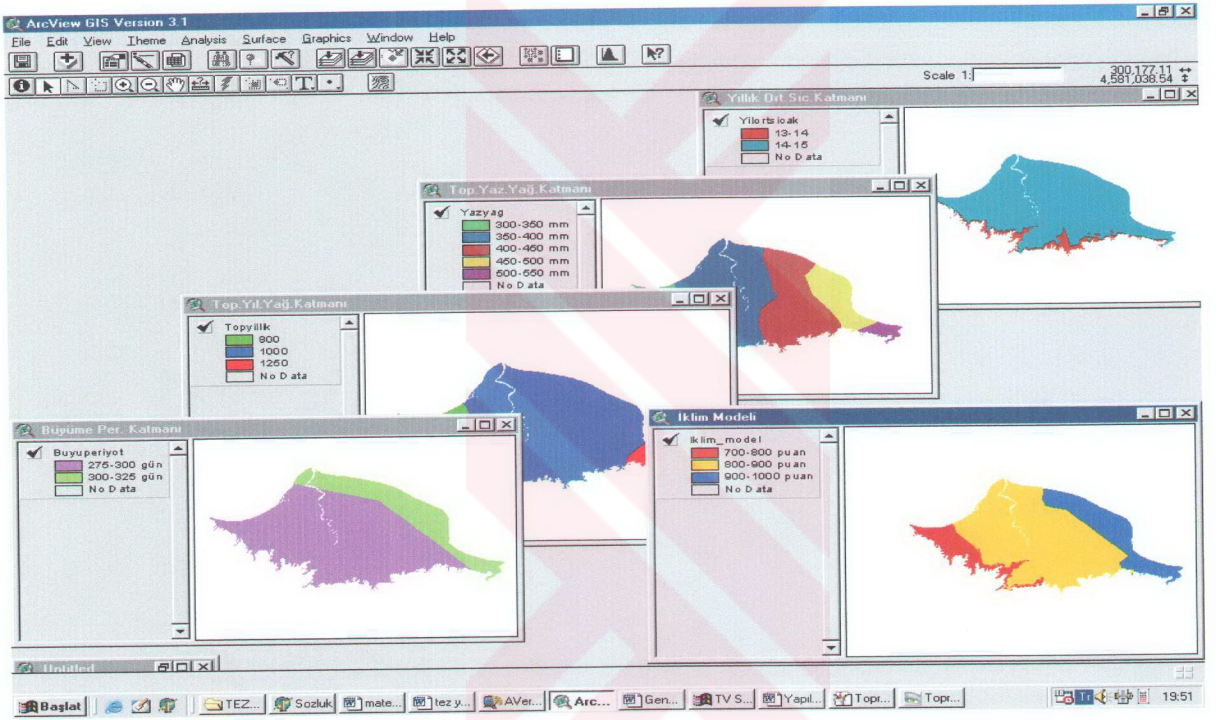
Agroekolojik zonlama çalışmasının son aşamasında yukarıda açıklanan toprak, topografya ve iklim modelleri overlay tekniği ile birlikte analiz edilerek Çarşamba ve Bafra Ovalarına ait beşer adet Agroekolojik zon oluşturulmuştur.



Şekil 3.4. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Toprak Modelinin Overlay İşlemi İle Oluşturulması



Şekil 3.5. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Topografik Modelin Overlay İşlemi İle Oluşturulması



Şekil 3.6. Çarşamba Agroekolojik Zonlama Çalışmasında İklim Modelinin Overlay İşlemi İle Oluşturulması

3.5. Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Kullanılan Katmanlar ve Puanlamalar

3.5.1. Toprak Modeli

Çarşamba ve Bafra Ovarında yapılan Agroekolojik zonlama çalışmasında Kompozit Toprak Modellerini oluşturabilmek amacıyla üretilen alt katmanlar şunlardır;

1. Toprak Bünyesi Katmanı
2. Toprak Derinliği Katmanı
3. Erozyon Durumu Katmanı
4. Toprak Drenaj Durumu Katmanı
5. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları Katmanı
6. Kompozit Toprak Modeli Katmanı

3.5.1.1. Toprak Bünyesi Katmanı

Toprağın kum, silt ve kil oranlarının bir ifadesi olan "bünye", toprağın su tutma kapasitesi, bitki besin elementi niteliği gibi önemli özelliklerini belirlemesi bakımından bitki yetiştiriciliğinde çok önemlidir. Toprak bünye bilgileri, Çarşamba ve Bafra Ovaları için kaynak olarak kullanılan TOPRAKSU (1984) haritalarından alınmıştır. Haritada bünye hakkında doğrudan bilgi verilmemiş, yerine "eğim, derinlik ve bünye kombinasyonları" gösterilmiştir. Toprak Bünye bilgileri buradan elde edilmiştir.

Toprak Bünyeleri için zonlama ağırlık katsayısı 2 olarak belirlenmiş ve Tablo 3.1'deki gibi puanlandırılmıştır. Bu puanlamada dikkate alınan kriterler, ince ve orta bünyeli toprakların bitki yetiştiriciliği ve toprağın su tutma kapasitesi açısından, kaba bünyeli topraklara göre daha uygun olmasıdır.

Tablo 3.1. Agroekolojik Zonlama İçin Toprak Bünye Katmanı Puanlaması

Bünye	Puan
İnce	100
Orta	90
Kaba	65
Diğer	1

3.5.1.2. Toprak Derinliği Katmanı

Derinlik arazi üzerinde toprak işlemeli tarımın yapılıp yapılamayacağını belirleyen en önemli faktör olmasının yanı sıra toprakta tutulan bitkilere yarayışlı su miktarını etkilemesi bakımından sulama yapılmayan alanlar için ayrı bir önem taşır. Derinlik bilgileri haritada "eğim, derinlik ve bünye kombinasyonu" olarak verilmiştir. Derinlik bilgileri buradan elde edilmiştir.

Kullanılan kaynak haritada, derinlik bilgileri alüviyal topraklar için verilmemiştir. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda alüvyal toprakların derinliklerinin 1.5 m'nin altına düşmediği belirlenmiştir (Bayraklı ve Özdemir, 1988; Apan ve Bayrak, 1988).

Ova topraklarının çok önemli bir bölümünü oluşturan bu grup topraklar, tarımsal etkinlikler bakımından sorunsuz olarak kabul edilmiş ve değerlendirilmiştir. Derinlik için zonlama ağırlık katsayısı 2 olarak belirlenmiş ve Tablo 3.2.'deki gibi puanlandırılmıştır. Derin topraklar, bitki yetiştiriciliği açısından daha değerli topraklar olduğundan, derinlik arttıkça daha yüksek puanlar verilmiştir.

Tablo 3.2. Agroekolojik Zonlama İçin Derinlik Katmanı Puanlaması

Toprak Derinliği (cm)	**Puan**
Alüvyal topraklar	100
Derin (>90)	100
Orta Derin (90-50)	80
Sığ (50-20)	50
Çok Sığ (20-0)	20
Litozolik	5

3.5.1.3. Erozyon Durumu Katmanı

Erozyon durumu, ele alınan alanda işlemeli tarım yapılıp yapılamayacağı veya ne gibi önlemler altında tarım yapılabileceği hakkında belirleyici rol oynar. Ova topraklarının erozyon durumu, ilgili haritada ayrı olarak gösterilmiş ve değerlendirme bu haritaya göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılan haritada düz alanlar için erozyon bilgisi verilmemiştir. Bu nedenle bu alanlar erozyonun olmadığı alanlar olarak değerlendirilmiştir. Erozyon durumu için zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmıştır. Agroekolojik zonlama çalışmasında yapılan puanlamada, erozyonun her seviyesinin tarımsal üretim üzerine negatif etkisi göz önüne alınarak negatif değerler verilmiştir. Bu amaçla erozyon durumu Tablo 3.3'deki gibi puanlandırılmıştır.

Tablo 3.3. Agroekolojik Zonlama İçin Erozyon Durumu Katmanı Puanlaması

Erozyon durumu	Puan
Diğer	-1
Yok yada çok az	-1
Orta	-50
Şiddetli	-75
Çok şiddetli	-100

3.5.1.4. Toprak Drenaj Katmanı

Çarşamba ve Bafra Ovalarında en önemli toprak problemi olarak, toprak yapısının ağır bünyeli olması ve deniz seviyesinden yüksekliğin (arazi kodunun) çok az olmasından kaynaklanan "kötü drenaj" gösterilebilir. Kullanılan kaynak haritada drenaj bilgileri çalışma alanının büyük bölümü için vardır, drenaj bilgisi verilmeyen alanlar ise ovaların yüksek kesimlerinde yer almaktadır. Bu nedenle bu alanlar "iyi drenaj" alanları olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada drenaj durumunun zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmış ve drenaj durumu Tablo 3.4'de gösterildiği gibi (-) negatif değerli olarak puanlandırılmıştır.

Tablo 3.4. Agroekolojik Zonlama İçin Drenaj Katmanı Puanlaması

Drenaj durumu	Puan
Kötü drenajlı	-50
Yetersiz drenajlı	-20
İyi drenajlı	-1
Diğer	-1

3.5.1.5. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı (AKKS) Katmanı

Arazinin bünye, eğim, derinlik, erozyon durumu, diğer toprak özellikleri ve bitki örtüsü gibi önemli karakteristiklerinin incelenip birlikte değerlendirilmesiyle ortaya konulan ve ülkemizde arazi kıymetlendirme bakımından standart metot olan arazi kullanım kabiliyet sınıf katmanına ait bilgiler, kaynak haritada her poligon için mevcuttur. Zonların oluşturulmasında zonlama ağırlık katsayısı 4 olarak alınmış ve bu bilgiler Tablo 3.5'de verildiği gibi puanlandırılmıştır.

Tablo 3.5. Agroekolojik Zonlama İçin Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıf Katmanı Puanlaması

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Puan
1. Sınıf	100
2. Sınıf	85
3. Sınıf	65
4. ve 5. Sınıf	50
6. ve 7. Sınıf	30
8. Sınıf	1

3.5.1.6. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit Toprak Modeli Katmanları

Çarşamba ve Bafra Ovalarına ait kompozit toprak modellerinin üretilebilmesi amacıyla toprak bünyesi, derinlik, erozyon durumu, drenaj ve arazi kullanım kabiliyet sınıf alt katmanları overlay edilmiştir. Kompozit toprak modeli katmanları oluşturulurken toplam değerler beş eşit aralığa bölünmek suretiyle toprak faktörleri bakımından beşer adet alt zon oluşturulmuştur.

3.5.2. Topografik Model

Çarşamba ve Bafra Ovalarının Agroekolojik zonlama çalışmalarında topografik analizler için gerekli olan yükseklik, eğim ve bakı katmanlarının üretilmesi için Harita Genel Komutanlığından sayısal olarak temin edilen 1/50000 ölçekli eş yükselti eğrileri paftaları kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak TIN oluşturulmuştur. Daha sonra TIN modeli kullanılarak yükseklik, eğim ve bakı katmanları üretilmiştir. Bitki yetiştiriciliği bakımından önem düzeylerine göre bu katmanlara zonlama ağırlık katsayısı verilmiş ve yine önem düzeylerine göre puanlama yapılmıştır.

3.5.2.1. Yükseklik Katmanı

Tarım alanlarının denizden yüksekliği, hava sıcaklığı, bitki yetişme süresi, ışıklanma v.b. ekolojik faktörlerle olan doğrudan ilişkisi nedeniyle Agroekolojik zonlama çalışmasında kullanılmıştır. Yüksekliğin zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmıştır.

Çalışma alanlarının genel itibarıyla yükseklik değeri düşük alanlar olması, yükseklik değişiminin az olması ve en yüksek kodun 90 m civarında olması nedeniyle yükseklik katmanı birbirine yakın eşit aralıklara bölünmüştür. Tablo 3.6'da da görülebildiği gibi ova topraklarında kodu 0-2 m olan alanlarda diğer bölgelere göre drenaj sorununun fazla olması nedeniyle 2-10 m aralığına göre daha düşük puan verilmiştir. Geriye kalan kısımda puanlar yükseklikle ters orantılı olarak verilmiştir.

Tablo 3.6. Agroekolojik Zonlama İçin Yükseklik Katmanı Puanlaması

Yükseklik Aralıkları (m)	Puan
0-2	95
2-10	100
10-20	80
20-30	70
30-40	60
40-50	50
50-60	40
60-70	30
70-80	20
80-90	10

3.5.2.2. Eğim Katmanı

Yüzde (%) olarak ifade edilen eğim, arazi üzerinde hakim olan mikro klimaya etkili olduğu gibi arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve erozyon derecesi bakımından da bitkisel üretim üzerine etkilidir. Çalışma alanlarının ova alanları olması nedeniyle genel itibariyle eğim değerleri düşüktür. Bununla birlikte eğimim bitki yetiştiriciliği üzerine etkisini özellikle sulama-eğim ilişkisini göz ardı etmemek amacıyla bu katmana ihtiyaç duyulmuştur. Eğimin zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmıştır. Eğim değerleri Tablo 3.7'de verildiği gibi aralıklara bölünmüş ve puanlamaya tabi tutulmuştur.

Tablo 3.7. Agroekolojik Zonlama İçin Eğim Katmanı Puanlaması

Eğim (%)	Puan
0-2	100
2-5	90
5-8	70
8-15	50
15-25	20
25-50	10
>50	1

3.5.2.3. Bakı Katmanı

Bakı karakteri sadece meyilli araziler için söz konusu olup arazinin eğim yönünün kuzey ile yaptığı açı anlamına gelmektedir. Bakı, arazi üzerinde yapılan tarımsal işlemleri sıcaklık, güneşlenme ve nemlilik bakımından etkileyen bir faktör olduğundan dolayı değerlendirmeye katılmıştır. Bakının zonlama ağırlık katsayısı 0.5 olarak alınmış ve meyilli araziler, ana ve ara yönler olmak üzere Tablo 3.8 de görüldüğü gibi sekiz sınıfa bölünmüştür. Ülkemizin konumundan dolayı tam güneye bakan yamaçlar, düz yerlerden sonra yüksek değerleri, tam kuzeye bakan yamaçlar da düşük değerleri almıştır.

Tablo 3.8. Agroekolojik Zonlama İçin Bakı Katmanı Puanlaması

Yöney	Puan
(337.5^0-22.5^0) Kuzey	40
(292.5^0-337.5^0) Kuzeybatı	50
(22.5^0-67.5^0) Kuzeydoğu	55
(247.5^0-292.5^0) Batı	70
(67.5^0-112.5^0) Doğu	75
(202.5^0-247.5^0) Güneybatı	80
(112.5^0-157.5^0) Güneydoğu	85
(157.5^0-202.5^0) Güney	90
(-1^0) Düz alanlar	100

3.5.2.4. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit Topografik Modeller

Bitki yetiştiriciliğinde topografik faktörlerin elverişlilik derecesini gösteren Kompozit topografik modeller katmanı yükseklik, bakı ve eğim katmanının üst üste serilmesi ile elde edilmiştir. Kompozit topografik model katmanları oluşturulurken toplam değerler beş eşit aralığa bölünmek suretiyle topografya bakımından beşer adet alt zon elde edilmiştir.

3.5.3. İklim Modeli

Yöreye ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve yağış değerleri bitki yetiştiriciliğini doğrudan etkileyen kriterlerin başında gelen iklim faktörleridir. Bitki büyüme periyodu uzunluğu da bitki yetiştiriciliğine etki eden faktörlerdendir. İklim faktörleri küçük alanlarda çok fazla değişim göstermezler ve topografya ile de yakından ilişkilidirler. Özellikle çalışma alanı genel olarak homojen bir yapıya sahip olan ova alanları olursa bu değişimleri incelemek daha da zor olmaktadır. Bitki yetiştiriciliğini yakından ilgilendiren ve daha küçük alanlarda değişebilen, toprak sıcaklığı, yaz yağışları, günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri, ışıklanma, potansiyel buharlaşma (evapotransprasyon) gibi mikroklimatolojik faktörler de vardır. Ancak, çalışma alanlarında bu değerleri belirleyip işleyebilecek meteorolojik veri tabanı ve alt yapı mevcut değildir. Bu bakımdan, Agroekolojik zonlama çalışmasında iklim katmanları olarak, veri tabanında mevcut olan bitki yetiştirme dönemi, toplam yıllık yağış miktarı, yetişme periyodu yağışları miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

3.5.3.1. Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

Pratikte bu dönem, ilk baharda son don tarihi ile sonbaharda ilk don tarihi arasında kalan süre olarak tanımlanır. Bitki yetiştiriciliği açısından büyük önem taşıyan bitki yetiştirme dönemini belirlemek için ilkbaharda son don tarihi ve sonbaharda ilk don tarihi bilgilerine gerek vardır. Bu bilgiler Yeşilırmak Havzası Gelişim Projesi kapsamında, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanmış olan Türkiye Klima Atlasından (DMİ, 1989) uzun yılların (1951-1980) ortalamaları kullanılarak sayısal ortamda hazırlanmıştır.

Çalışma alanının küçük olması ve kendi içinde homojenliği olan ova alanları olması nedeniyle bitki yetiştirme dönemi bakımından fazla bir farklılık görülememiştir. Bitki yetiştirme dönemi katmanı 25 günlük iki gruba ayrılmış ve puanlama yapılmıştır. Bitki yetiştirme döneminin zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmış ve puanlama Tablo 3.9'da gösterildiği gibi uygulanmıştır.

Tablo 3.9. Agroekolojik Zonlama İçin Büyüme Dönemi Katmanı Puanlaması

Gün sayısı	Puan
275-300	85
300-325	100

3.5.3.2. Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı

Yıllık toplam yağış, özellikle nadaslı ve nadassız kuru tarım yapılan iç bölgelerdeki hububat yetiştiriciliğini yakından ilgilendirmektedir. Toprakta nem açığının giderilmesi, pompaj sulaması yapılan yerlerde yer altı su kaynaklarının beslenmesi ve akarsu kaynaklarının devamlılığı ile de tarımsal üretimi belirleyici rol oynamaktadır.

Toplam yıllık yağış katmanı zonlama ağırlık katsayısı 2 olarak alınmış ve puanlama Tablo 3.10 da gösterildiği gibi uygulanmıştır.

Tablo 3.10. Agroekolojik Zonlama İçin Toplam Yıllık Yağış Katmanı Puanlaması

Yağış Miktarı (mm)	Puan
800	70
1000	85
1250	100

3.5.3.3. Yetişme Periyodu (Nisan-Eylül) Yağış Miktarı Katmanı

Yörede yapılan yazlık ekimler üzerinde çok etkili olmalarından dolayı Nisan-Eylül ayları yağışları "yetişme periyodu yağışları" olarak alınmış ve bitkisel üretime elverişlilik bakımından ayrı bir iklim faktörü olarak değerlendirilmiştir. Özellikle sulama olanağının bulunmadığı alanlarda yıllık toplam yağıştan daha çok öneme sahip olan yaz ayları toplam yağış miktarı yöremizde özellikle yazlık ürünleri doğrudan ilgilendirmektedir.

Bu katmanın oluşturulması için Nisan ve Eylül ayları arasında kalan ayların yağış miktarları (Analaysis → MapCalculator) komutu ile toplanarak tek bir katman haline getirilmiştir. Toplam yaz ayları yağış miktarı için zonlama ağırlık katsayısı 3 olarak alınmış ve puanlama Tablo 3.11'de verildiği gibi uygulanmıştır.

Tablo 3.11. Agroekolojik Zonlama İçin Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Puanlaması

Yağış Miktarı (mm)	Puan
300-350	60
350-400	70
400-450	80
450-500	90
500-550	100

3.5.3.4. Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

Bitki yetiştiriciliği açısından en az yağış kadar öneme sahip olan sıcaklık değeri bitkilerin gelişebilmesi ve ürün verebilmesi için gerekli olan temel koşullardan birisidir. Yıllık sıcaklık değerleri yetişme periyodu uzunluğu, vejetatif ve generatif gelişim, evapotransprasyon miktarı v.b. olaylara etki etmesi nedeniyle Agroekolojik zonlama çalışmalarında alınması gereken bir katman olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışma alanına ait yıllık ortalama sıcaklıklar değerlendirmeye sıcaklık değeri katmanı olarak alınmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık için zonlama ağırlık katsayısı 2 olarak alınmış ve Tablo 3.12'de verildiği gibi puanlandırılmıştır. Ova sınırları içerisinde sıcaklık değişimi fazla gözlenmediğinden çalışmada iki sınıf oluşturulmuştur.

Tablo 3.12. Agroekolojik Zonlama İçin Yıllık Ortalama Sıcaklık Katmanı Puanlaması

Sıcaklık Değeri (^{0}C)	Puan
13-14	80
14-15	100

3.5.3.5. Çarşamba ve Bafra Ovalarına Ait Kompozit İklim Modelleri

İklim ile ilgili büyüme periyodu uzunluğu, toplam yıllık yağış, yetişme periyodu yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık katmanlarının üst üste serme işlemi ile üst üste çakıştırılması ve her bir katmanın almış olduğu puanların toplanması sonucunda iklim modeli katmanları oluşturulmuştur. Oluşturulan iklim modeli katmanları toplam puanlar dikkate alınarak üç guruba ayrılmış ve bu şekilde iklim faktörleri bakımından üçer adet alt zon elde edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Modelinin Oluşturulması

4.1.1. Toprak Bünyesi Katmanı

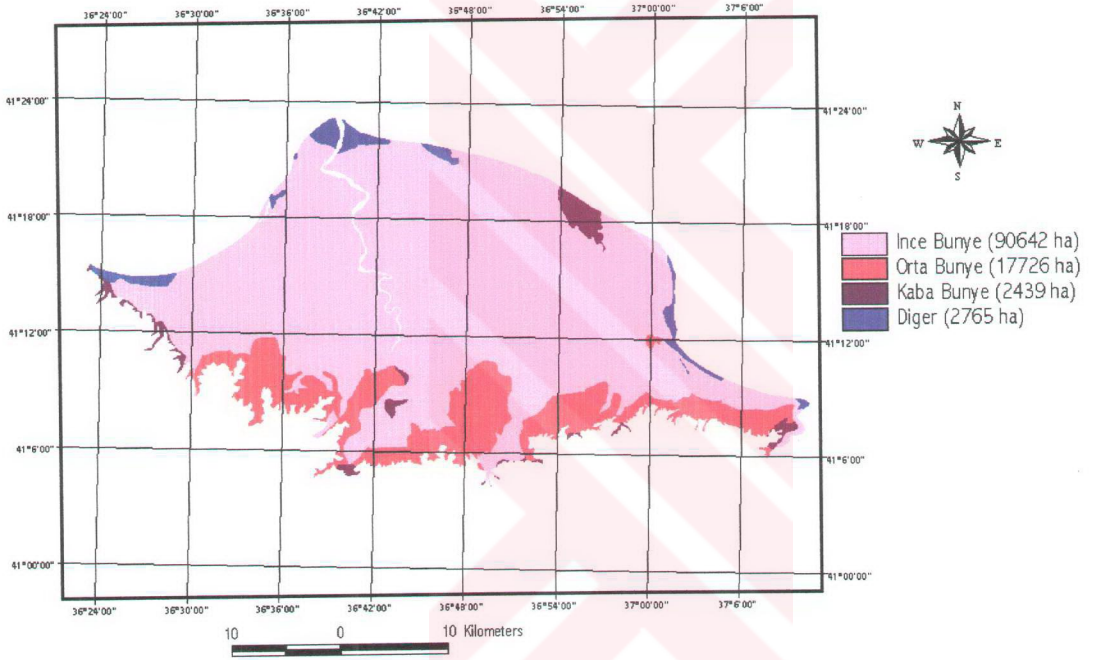
4.1.1.1. Çarşamba Ovası Toprak Bünyesi Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak bünyesi katmanının oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Bünyesi Katmanı Bulguları

Bünye Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde (%)
İnce	90642	79.8
Orta	17726	15.6
Kaba	2439	2.1
Diğer	2765	2.4

Tablo 4.1'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak bünyesi katmanı halinde Şekil 4.1'de de görülmektedir. Toprak bünyesi bakımından Çarşamba Ovasında 90642 ha (%79.8)'lık bir alan (pembe renkli) ile ince bünyeli toprakların hakim olduğu, ovanın güney kesimindeki yüksek kotlu bölgelerde 17726 ha (%15.6)'lık alan da (kırmızı renkli) ise orta bünyeli toprakların hakim olduğu belirlenmiştir. Ova topraklarında kaba bünyeli topraklar 2439 ha (%2.1)'lık değer ile (bordo renkli) az bir alan kaplamaktadır.



Şekil 4.1. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toprak Bünyesi Katmanı

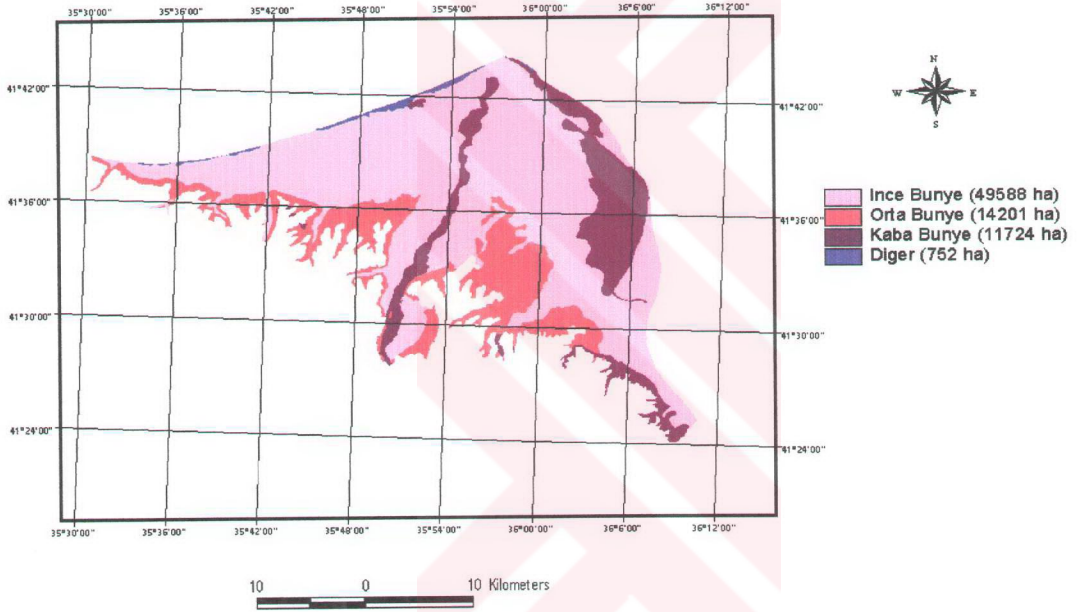
4.1.1.2. Bafra Ovası Toprak Bünyesi Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak bünyesi katmanının oluşturulması ile ilgili yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Bünyesi Katmanı Bulguları

Bünye Sınıfı	Alan (ha)	Yüzde (%)
İnce	49588	65
Orta	14201	18.6
Kaba	11724	15.4
Diğer	752	1

Tablo 4.2'de verilen durum Şekil 4.2'de Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak bünyesi katmanı halinde de görülmektedir. Toprak bünyesi bakımından Bafra Ovasında 49588 ha (%65)'lık bir alan (pembe renkli) ile ince bünyeli toprakların hakim olduğu belirlenmiştir. Ovanın güneydoğu kısmındaki yüksek kotlu bölgelerde 14201 ha (%18.6)'lık alan (kırmızı renkli) ile orta bünyeli topraklar bulunmaktadır. Kaba bünyeli topraklar daha çok ovanın sağ sahil kesiminde yer almakta ve 11724 ha (%2.1)'lık alan kaplamaktadır (bordo renkli).



Şekil 4.2. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toprak Bünyesi Katmanı

4.1.2. Toprak Derinliği Katmanı

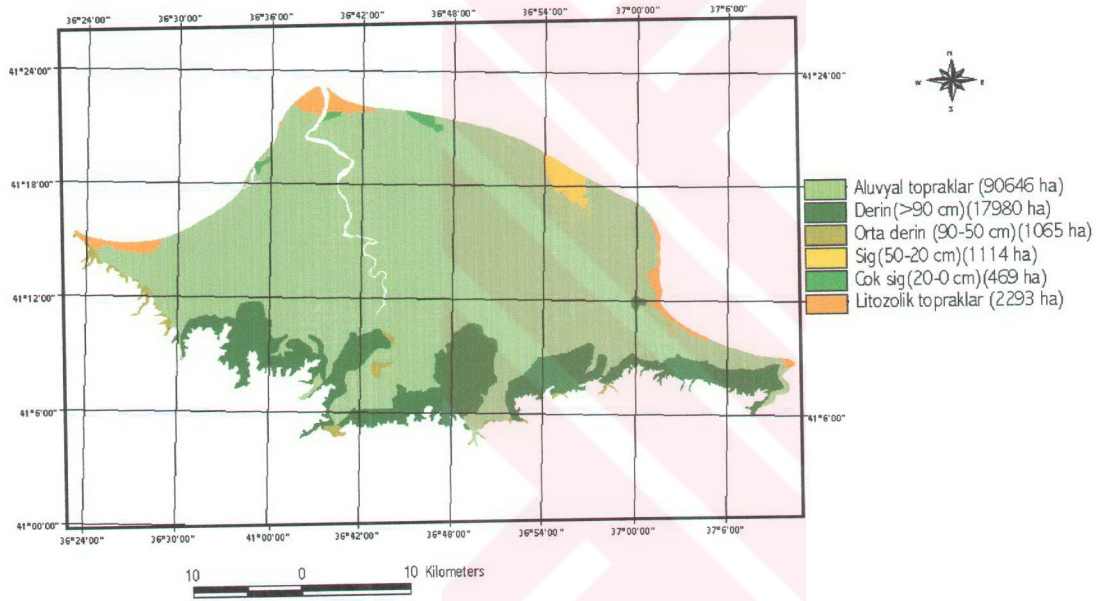
4.1.2.1. Çarşamba Ovası Toprak Derinliği Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak derinliği katmanının oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Derinliği Katmanı Bulguları

Toprak Derinliği (cm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
Alüvyal topraklar	90646	79.8
Derin (>90)	17980	15.8
Orta Derin (90-50)	1065	0.9
Sığ (50-20)	1114	1
Çok sığ (20-0)	469	0.4
Litozolik	2293	2

Tablo 4.3'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak derinliği katmanı halinde Şekil 4.3'de de görülmektedir. Toprak derinliği bakımından Çarşamba Ovasında 90646 ha (%79.8)'lık bir alan (açık yeşil renkli) ile Alüvyal toprakların hakim olduğu gözlenmektedir. Ova topraklarının 17980 ha (%15.8)'lık bölümü (koyu yeşil renkli) ise 90 cm'den fazla toprak derinliğine sahiptir. Bu iki değerde bitkisel yetiştiricilik bakımından elverişlidir. Bu açıdan bakıldığında ova topraklarının 108626 ha (%95.6)'lık bölümünde toprak derinliği bakımından bir sorunun olmadığı söylenebilir. Litozolik topraklar ve çok sığ topraklar ise 2762 ha (%2.4)'lık değer ile ova topraklarında çok az bir alan kaplamaktadır.



Şekil 4.3. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toprak Derinliği Katmanı

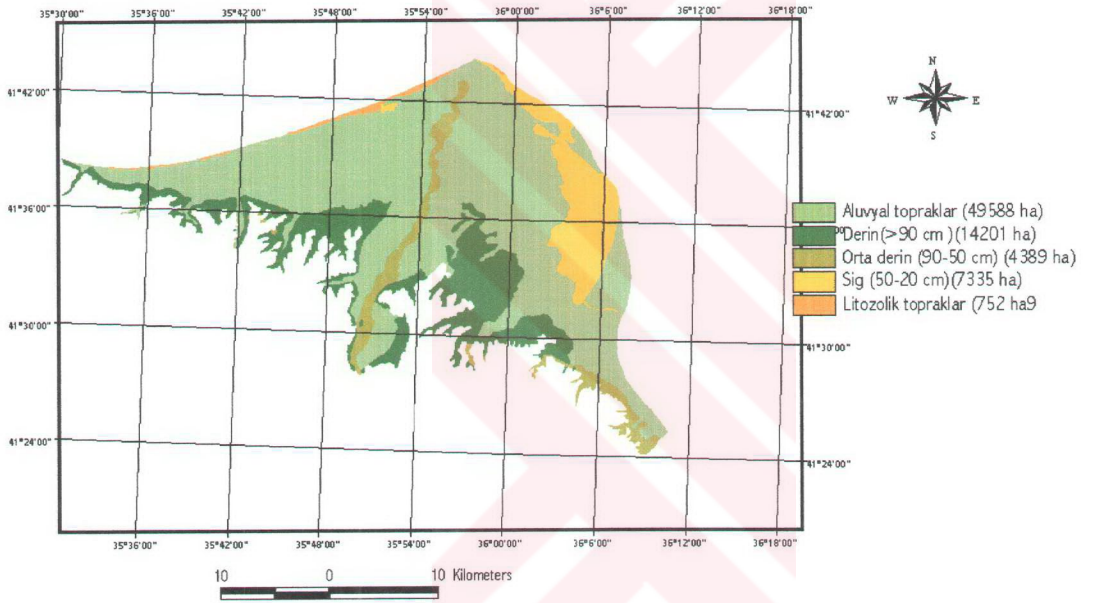
4.1.2.2. Bafra Ovası Toprak Derinliği Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak derinliği katmanının oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Derinliği Katmanı Bulguları

Toprak Derinliği (cm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
Alüvyal topraklar	49588	65
Derin (>90)	14201	18.6
Orta Derin (90-50)	4389	5.8
Sığ (50-20)	7335	9.6
Çok Sığ (20-0)	-	-
Litozolik	752	1

Tablo 4.4'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak derinliği katmanı halinde Şekil 4.4'de de görülmektedir. Toprak derinliği bakımından Bafra Ovasında 49588 ha (%65)'lık bir alan (açık yeşil renkli) ile Alüvyal toprakların hakim olduğu gözlenmektedir. Bafra Ovasının güneybatı bölümlerinde 14201 ha (%18.6)'lık alanda (koyu yeşil renkli) 90 cm'den daha derin topraklar yer almaktadır. İki değerde bitkisel yetiştiricilik bakımından elverişlidir. Bu açıdan bakıldığında ova topraklarının 63789 ha (%83.6)'lık bölümünde toprak derinliği bakımından bir sorunun olmadığı ortaya çıkmaktadır. Sığ topraklar ise 7335 ha (%9.6)'lık değer ile ovanın sağ sahil kuşağında (sarı renkli) kıyıya yakın bölgelerde çok az bir alan kaplamaktadır. Ova topraklarında çok sığ topraklar bulunmamaktadır.



Şekil 4.4. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toprak Derinliği Katmanı

4.1.3. Erozyon Durumu Katmanı

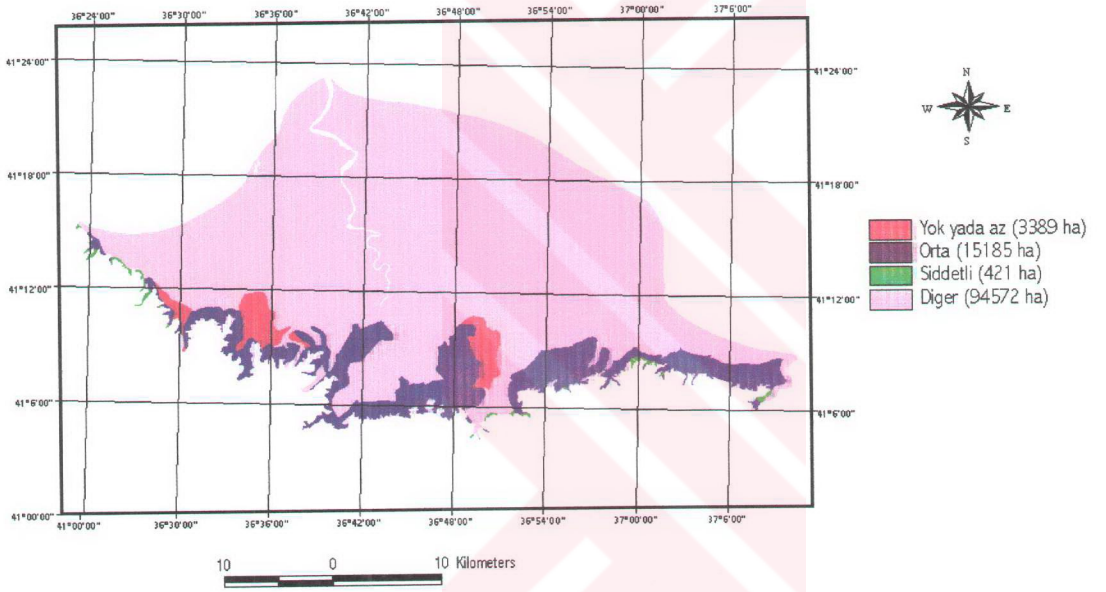
4.1.3.1. Çarşamba Ovası Erozyon Durumu Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında erozyon katmanının oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Erozyon Durumu Katmanı Bulguları

Erozyon Durumu	Alan (ha)	Yüzde (%)
Diğer	94572	83.3
Yok yada çok az	3389	3
Orta	15185	13.4
Şiddetli	421	0.4
Çok şiddetli	-	-

Tablo 4.5'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması erozyon durumu katmanı halinde Şekil 4.5'de de görülmektedir. Ova topraklarının 94572 ha (%83.3)'lık bölümüne ait veri bulunmamasına rağmen bu alanların eğimi düz yada düze yakın alanlar olması nedeniyle erozyon riskinin olmadığı kabul edilmiştir (pembe renkli). Çarşamba Ovasının güneyindeki yüksek ve eğimli bölgelerde toprakların 15185 ha (%13.4)'lık bölümünde (bordo renkli) orta düzeyde erozyon olduğu belirlenmiştir. Çarşamba Ovasında çok şiddetli erozyona maruz kalan alan bulunmamaktadır. Genel olarak ova toprakları değerlendirildiğinde erozyon bakımından çok ciddi bir sorunun olmadığı gözlenmektedir.



Şekil 4.5. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Erozyon Durumu Katmanı

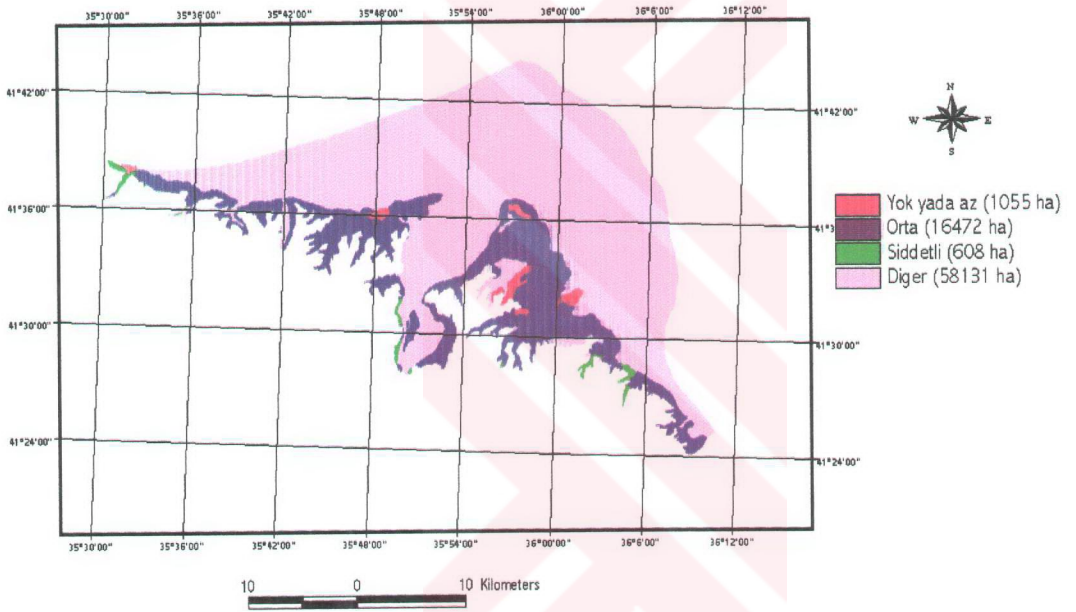
4.1.3.2. Bafra Ovası Erozyon Durumu Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında erozyon katmanının oluşturulabilmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Erozyon Durumu Katmanı Bulguları

Erozyon Durumu	Alan(ha)	Yüzde(%)
Diğer	58131	76.2
Yok yada çok az	1055	1.4
Orta	16472	21.6
Şiddetli	608	0.8
Çok şiddetli	-	-

Tablo 4.6'da verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması erozyon durumu katmanı halinde Şekil 4.6'da da görülmektedir. Bafra Ovasının 58131 ha (%76.2)'lık bölümüne ait veri bulunmamasına rağmen bu alanların eğimi düz yada düze yakın alanlar olması nedeniyle erozyon riskinin olmadığı kabul edilmiştir (pembe renkli). Bafra Ovasının güneybatısındaki yüksek ve eğimli alanların 16472 ha (%13.4)'lık bölümünde (bordo renkli) orta düzeyde erozyon olduğu belirlenmiştir. Bafra Ovasında çok şiddetli erozyona maruz kalan alan bulunmamaktadır. Genel olarak ova toprakları erozyon bakımından değerlendirildiğinde 59186 ha (%77.6)'lık bölümünde çok ciddi bir sorunun olmadığı gözlenmektedir.



Şekil 4.6. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Erozyon Durumu Katmanı

4.1.4. Toprak Drenaj Durumu Katmanı

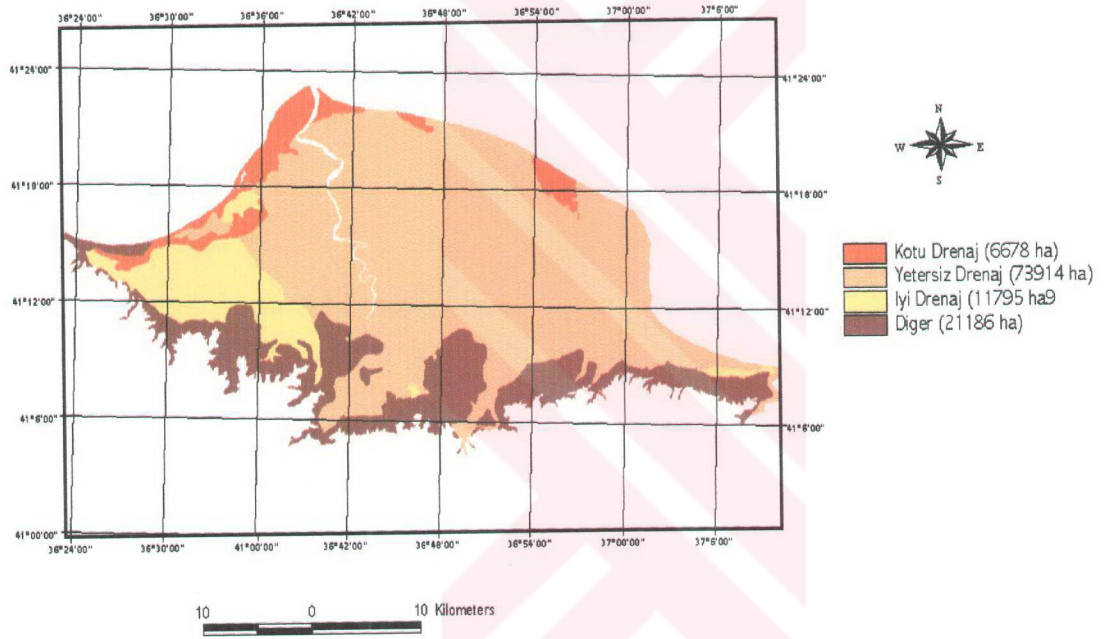
4.1.4.1. Çarşamba Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak drenaj durumunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Drenaj Durumu Katmanı Bulguları

Drenaj durumu	Alan (ha)	Yüzde (%)
Kötü drenajlı	6678	5.9
Yetersiz drenajlı	73914	65.1
İyi drenajlı	11795	10.4
Diğer	21186	18.7

Tablo 4.7'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak drenaj durumu katmanı halinde Şekil 4.7'de de görülmektedir. Ova topraklarının 73914 ha (%65.1)'lık önemli bir bölümünde (açık kahve renkli) yetersiz drenajın olduğu gözlenmiştir. Yeşılırmak sol sahilinde özellikle Tekkeköy ilçesinin bulunduğu batı kesimlerde 11795 ha (%10.4)'lık alanda (sarı renkli) iyi drenajlı topraklar saptanmıştır. Ova topraklarının güneyindeki yüksek ve eğimli bölgelere ait veri olmamasına rağmen buralarda topografik yapıdan dolayı drenaj probleminin olmadığı, özellikle Yeşilırmağın denize döküldüğü bölge ile ovanın kuzeybatısındaki sahil kesiminde kötü drenajlı topraklar yer aldığı belirlenmiştir (kırmızı renkli). Ova toprakları bütünüyle değerlendirildiğinde yüksek kesimlerde çok az bir bölüm dışında topraklarda drenaj probleminin önemli düzeylerde olduğu söylenebilir.



Şekil 4.7. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı

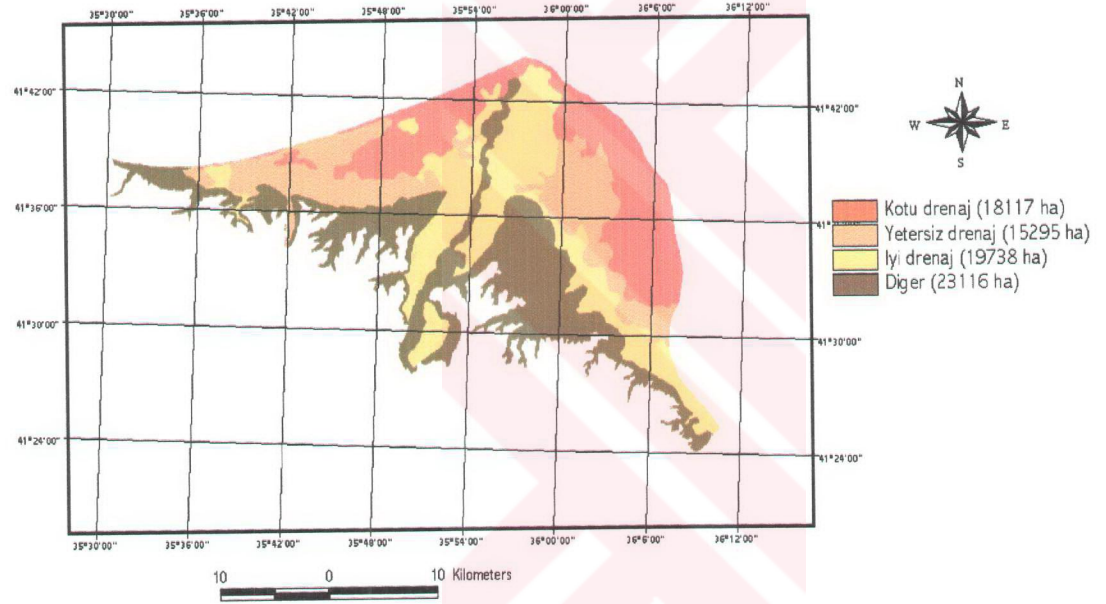
4.1.4.2. Bafra Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak drenaj durumunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toprak Drenaj Durumu Katmanı Bulguları

Drenaj durumu	Alan (ha)	Yüzde (%)
Kötü drenajlı	18117	23.8
Yetersiz drenajlı	15295	20.1
İyi drenajlı	19738	25.9
Diğer	23116	30.3

Tablo 4.8'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toprak drenaj durumu katmanı halinde Şekil 4.8'de de görülmektedir. Ova topraklarının 18117 ha (%23.8)'lık bir bölümünde (kırmızı renkli) kötü drenajın olduğu gözlenmiştir. Kötü drenajın hakim olduğu alanlar Kızılırmak sağ ve sol sahilinde kıyı şeridindedir. Bununla birlikte kötü drenajlı toprakların hemen güney kesimlerinde 15295 ha (%20.1)'lık alanlarda (açık kahve renkli) yetersiz drenajlı topraklar belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak Kızılırmağın sağ ve sol kıyıları boyunca olmak üzere 19738 ha (%25.9) alanda ise (sarı renkli) iyi drenajlı topraklar yer almaktadır. Ova topraklarının güneybatısındaki yüksek ve eğimli bölgelere ait veri olmamasına rağmen buralarda topografik yapıdan dolayı drenaj probleminin olmadığı söylenebilir. Genel olarak değerlendirildiğinde yaklaşık olarak ova topraklarının yarısında drenaj açısından problemlerin önemli düzeylerde olduğu söylenebilir.



Şekil 4.8. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toprak Drenaj Durumu Katmanı

4.1.5. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı

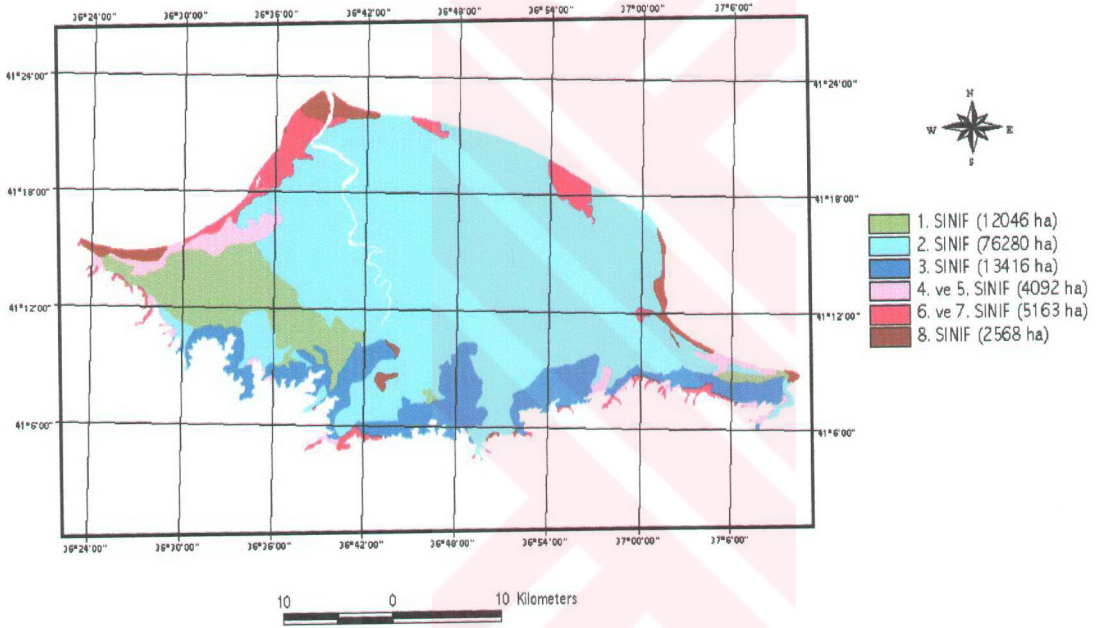
4.1.5.1. Çarşamba Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında arazi kullanım kabiliyet sınıfı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı Bulguları

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Sınıf	12046	10.6
2. Sınıf	76280	67.2
3. Sınıf	13416	11.8
4. ve 5. Sınıf	4092	3.6
6. ve 7. Sınıf	5163	4.5
8. Sınıf	2368	2.3

Tablo 4.9'da verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması arazi kullanım kabiliyet sınıfı katmanı halinde Şekil 4.9'da da görülmektedir. Çarşamba Ovasında 76280 ha (%67.2)'lık alan (açık mavi renkli) ile 2. sınıf topraklar hakimdir. 1. sınıf topraklar ise ağırlıklı olarak ovanın batı kesiminde 12046 ha (%10.6)'lık bir alanı (yeşil renkli) kaplamaktadır. Şekil incelendiğinde 6., 7. ve 8. sınıf toprakların ovanın özellikle kıyı bölgeleri ile Yeşilırmağın denize döküldüğü bölgede bulunduğu ve yaklaşık olarak 7531 ha (%6.8) alan kapladığı görülmektedir. Genel olarak toprak işlemeli tarıma elverişlilikleri bakımından değerlendirildiğinde 1., 2. ve 3. sınıf toprakların ovanın 101742 ha (%89.6)'ını oluşturduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.9. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı

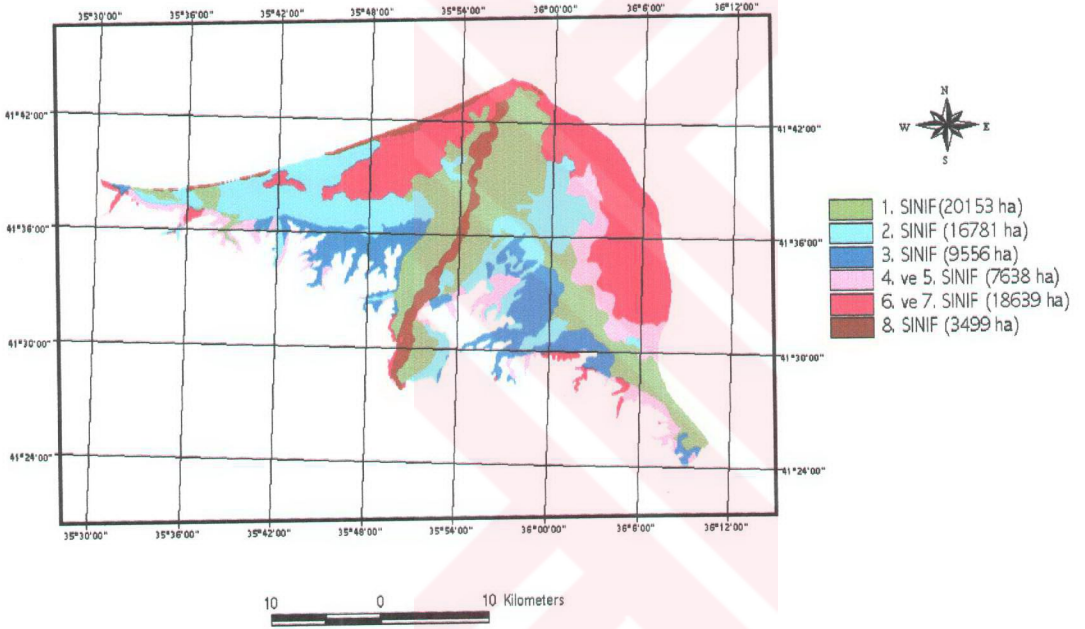
4.1.5.2. Bafra Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında Arazi kullanım kabiliyet sınıfı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı Bulguları

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Sınıf	20153	26.4
2. Sınıf	16781	22
3. Sınıf	9556	12.5
4. ve 5. Sınıf	7638	10
6. ve 7. Sınıf	18639	24.4
8. Sınıf	3499	4.6

Tablo 4.10'da verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması arazi kullanım kabiliyet sınıfı katmanı halinde Şekil 4.10'da da görülmektedir. Bafra Ovasında 1. sınıf topraklar özellikle Kızılırmağın sağ ve sol kıyılarında olmak üzere ovanın güneydoğu kesiminde yoğunlaşmıştır. Ova toprakları içerisinde 1. sınıf topraklar 20153 ha (%26.4)'lık bir alan (yeşil renkli) kaplamaktadır. Kızılırmağın sağ ve sol sahillerinde kıyı bölgelerde 6., 7. ve 8. sınıf topraklar yer almaktadır. Buna sebep olarak bu bölgelerde yer alan göller gösterilebilir. 2. sınıf topraklar ise Kızılırmak sağ sahilinde az olmakla birlikte ağırlıklı olarak sol sahil kesiminde yer almakta ve 16781 ha (%22) alan kaplamaktadır (açık mavi renkli). Bafra Ovasında 3. ve 4. sınıf topraklar ovanın güneybatısındaki yüksek kesimlerde bulunmaktadır. Bafra Ovası genel olarak toprak işlemeli tarıma uygunlukları bakımından değerlendirildiğinde 1., 2. ve 3. sınıf toprakların ova topraklarının 46490 ha (%60.9)'ını oluşturduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.10. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Katmanı

4.1.6. Kompozit Toprak Modeli Katmanı

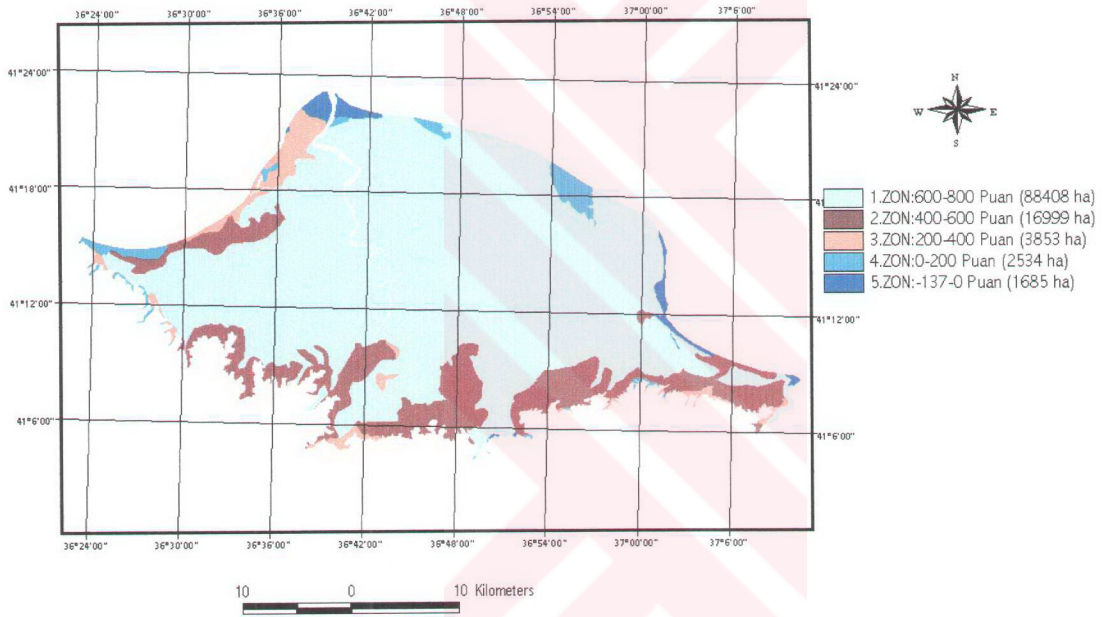
4.1.6.1. Çarşamba Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit toprak modeli katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan bünye, derinlik, erozyon, drenaj ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı alt katmanlarının birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Toprak Modeli Katmanı Bulguları

Alt Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	600-800	88408	77.9
2. Zon	400-600	16999	15
3. Zon	200-400	3833	3.4
4. Zon	0-200	2534	2.2
5. Zon	-137-0	1685	1.5

Tablo 4.11'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması kompozit toprak modeli katmanı halinde Şekil 4.11'de de görülmektedir. Çarşamba Ovasında 88408 ha (%77.9)'lık alan (açık mavi renkli) ile ele alınan toprak kriterleri bakımından 600-800 puan alan 1. zonun bitkisel üretim potansiyeli bakımından en uygun alan olduğu görülmektedir. Bu zonun hemen güneyindeki bölgeler ise 400-600 puan ile 2. zona girmekte ve 16999 ha (%15) alanı kaplamaktadır (koyu kahve renkli). Toprak faktörleri bakımından oluşturulan zonlar arasında en düşük değeri (–137-0 puan) alan 5. zon ise bitkisel üretim potansiyeli bakımından problemli topraklardan oluşmaktadır. Bu bölge Yeşılırmağın denize döküldüğü yer ile ovanın doğu kesimde kıyı bölgesi boyunca uzanmakta ve 1685 ha (%1.5)'lık alan (lacivert renkli) ile ova toprakları içerisinde az bir yer kaplamaktadır. Puanlama bakımından bu zonu takip eden zon 0-200 puan alan 4. zondur. Çarşamba Ovasında toprak faktörleri bakımından 4. zona giren bölge, ovanın kıyı bölgelerinde göllerin bulunduğu alandadır (koyu mavi renkli). Çarşamba Ovası kompozit toprak modeli incelendiğinde bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan 1. ve 2. zonların 105407 ha'lık alan ile ova topraklarının %92.9'unu oluşturduğu görülmektedir. Bu iki zonun yüksek puan alması derinlik, bünye, arazi kullanım kabiliyet sınıfı ve erozyon bakımından iyi özellikler taşımasına bağlanabilir. Fakat bu özelliklerinin yanı sıra drenaj bakımından 1. ve 2. zonlarda yetersiz drenajın olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.11. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı

4.1.6.2. Bafra Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı

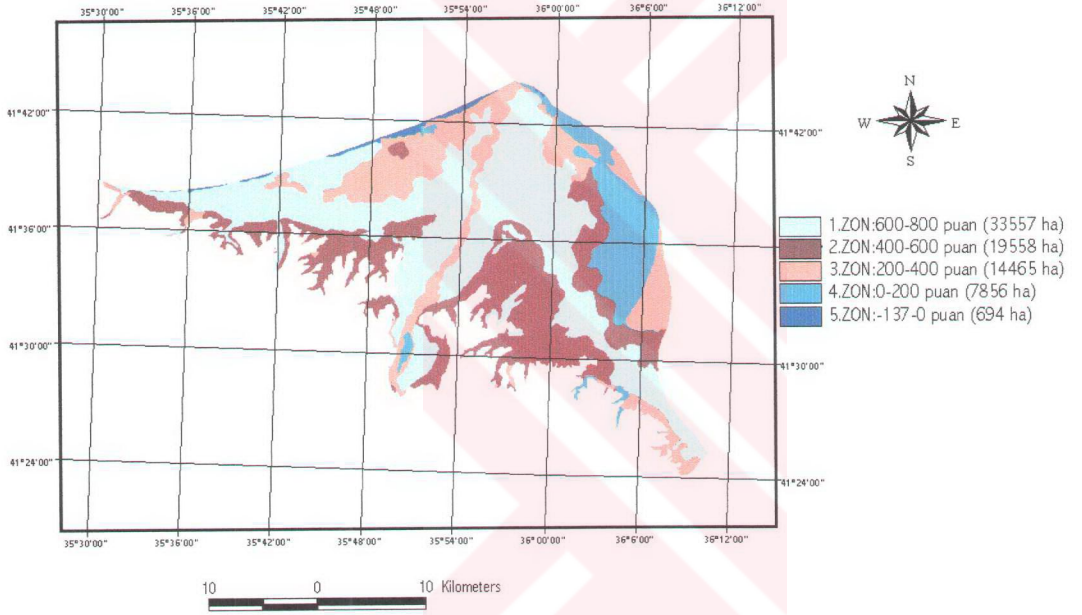
Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit toprak modeli katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan bünye, derinlik, erozyon, drenaj ve arazi kullanım kabiliyet sınıfı alt katmanlarının birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Toprak Modeli Katmanı Bulguları

Alt Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	600-800	33557	44.1
2. Zon	400-600	19558	25.7
3. Zon	200-400	14465	19
4. Zon	0-200	7856	10.3
5. Zon	-137-0	694	0.9

Tablo 4.12'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması kompozit toprak modeli katmanı halinde Şekil 4.12'de de görülmektedir. Kızılırmak'tan doğuya ve batıya gidildikçe oluşan zonların almış olduğu puanlar düşmektedir. Kızılırmak kıyısı boyunca sağ ve sol sahilde bir şerit halinde 600-800 puan ile en yüksek puanı alan 1. zon (açık mavi renkli) toprak faktörleri bakımından bitkisel üretim potansiyeli en uygun olan zondur. Özellikle ovanın güneybatısında yer alan üst bölgelerde 400-600 puan alan 2. zonun hakim olduğu söylenebilir (koyu kahve renkli). 4. ve 5. zonlar ele alınan toprak kriterleri bakımından Bafra Ovasında en düşük puanı alan ve bitkisel üretim potansiyelleri düşük olan iki zondur. Bunlardan 5. zon (–137-0 puan) 694 ha'lık alan (lacivert renkli) ile ova topraklarında %0.9 gibi az bir alan kaplamakta ve ovanın kuzeybatısında ki sahil bölgesinde yer almaktadır. 0-200 puan alan 4. zon ise ağırlıklı olarak Kızılırmak sağ sahilinde göllerin ve bataklıkların olduğu bölümde yer almaktadır (koyu mavi renkli). Bu zon 7856 ha'lık alan ile ova toprakları içerisinde %10.3'lük bir yer kaplamaktadır.

Bafra Ovası kompozit toprak modeli incelendiğinde bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan 1. ve 2. zonların 55115 ha'lık alan ile ova topraklarının %69.8'ini oluşturduğu görülmektedir. Bu iki zonun yüksek puan almasını derinlik, bünye, arazi kullanım kabiliyet sınıfı, drenaj ve erozyon bakımından iyi özellikler taşımasına bağlayabiliriz. Bununla birlikte her iki zonda da yetersiz drenaj koşullarının olduğu topraklar bulunmaktadır.



Şekil 4.12. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit Toprak Modeli Katmanı

4.2. Topografik Modelin Oluşturulması

4.2.1. Yükseklik Katmanı

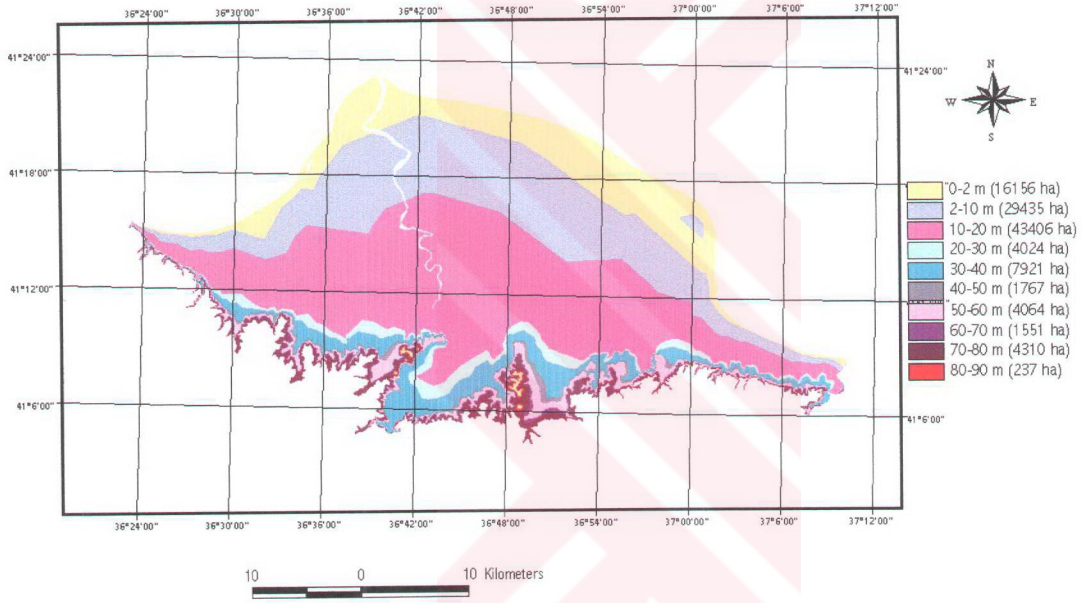
4.2.1.1. Çarşamba Ovası Yükseklik Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yükseklik katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yükseklik Katmanı Bulguları

Yükseklik Değerleri (m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
0-2	16156	14.3
2-10	29435	26.1
10-20	43406	38.5
20-30	4024	3.6
30-40	7921	7
40-50	1767	1.6
50-60	4064	3.6
60-70	1551	1.4
70-80	4310	3.8
80-90	237	0.2

Tablo 4.13'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yükseklik katmanı halinde Şekil 4.13'de de görülmektedir. Çarşamba Ovasında 43406 ha (%38.5)'lık değer ile (pembe renkli) 10-20 m arasındaki yüksekliklerin hakim olduğu ve yükseklik değerlerinin kuzeyden güneye doğru artan bir özellik gösterdiği görülmektedir. Ovanın kıyı bölgelerinde 0-2 m yükseklik değerlerine sahip 16156 ha (%14.3)'lık bir alan bulunmaktadır (sarı renkli). Ova toprakları yükseklik değerleri bakımından kabaca incelendiğinde 20 m yüksekliğe kadar olan alanların 88997 ha'lık değer ile toplam alanın %78.9 unun oluşturduğu, 50 m yüksekliğe kadar olan alanların ise 102709 ha'lık değer ile toplam alanın %91.0'ını oluşturduğu gözlenmektedir. 50 m kodundan daha yüksek değere sahip olan alanlar ise 10162 ha'lık değer ile ovanın sadece %9'unu oluşturmaktadır.



Şekil 4.13. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yükseklik Katmanı

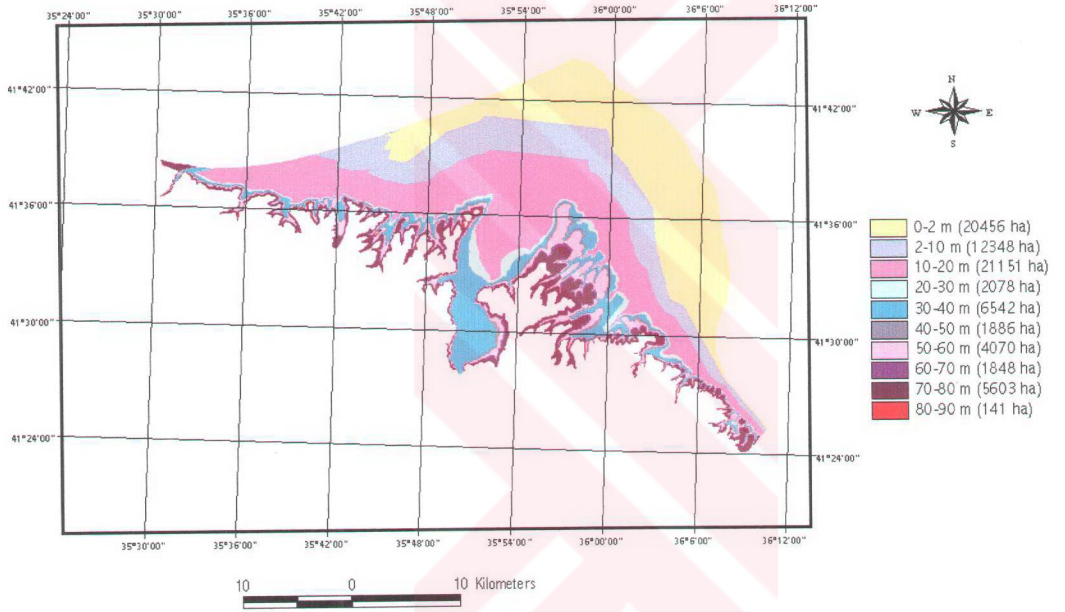
4.2.1.2. Bafra Ovası Yükseklik Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yükseklik katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.14'de verilmiştir.

Tablo 4.14. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yükseklik Katmanı Bulguları

Yükseklik Değerleri (m)	Alan (ha)	Yüzde (%)
0-2	20456	26.9
2-10	12358	16.2
10-20	21151	27.8
20-30	2078	2.7
30-40	6542	8.6
40-50	1886	2.5
50-60	4070	5.3
60-70	1848	2.4
70-80	5603	7.4
80-90	141	0.2

Tablo 4.14'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yükseklik katmanı halinde Şekil 4.14'de de görülmektedir. Bafra Ovasında sırasıyla 21151 ha (%27.8) ve 20456 ha (%26.9)'lık değerlerle 10-20 m (pembe renkli) ile 0-2 m (sarı renkli) arasındaki yüksekliklerin hakim olduğu ve yükseklik değerlerinin kuzeyden güneye doğru artan bir özellik gösterdiği görülmektedir. Ovanın kıyı bölgelerinde 2-10 m yükseklik değerlerine sahip 12358 ha (%16.2)'lık bir alan bulunmaktadır. Ova toprakları yükseklik değerleri bakımından kabaca incelendiğinde 20 m yüksekliğe kadar olan alanların 53955 ha'lık değer ile toplam alanın %70.9'unun oluşturduğu, 50 m yüksekliğe kadar olan alanların ise 64461 ha'lık değer ile toplam alanın %84.7'sini oluşturduğu gözlenmektedir. 50 m kodundan daha yüksek değere sahip olan alanlar ise 11662 ha'lık değer ile ova topraklarının %15.3'ünü oluşturmaktadır.



Şekil 4.14. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yükseklik Katmanı

4.2.2. Eğim Katmanı

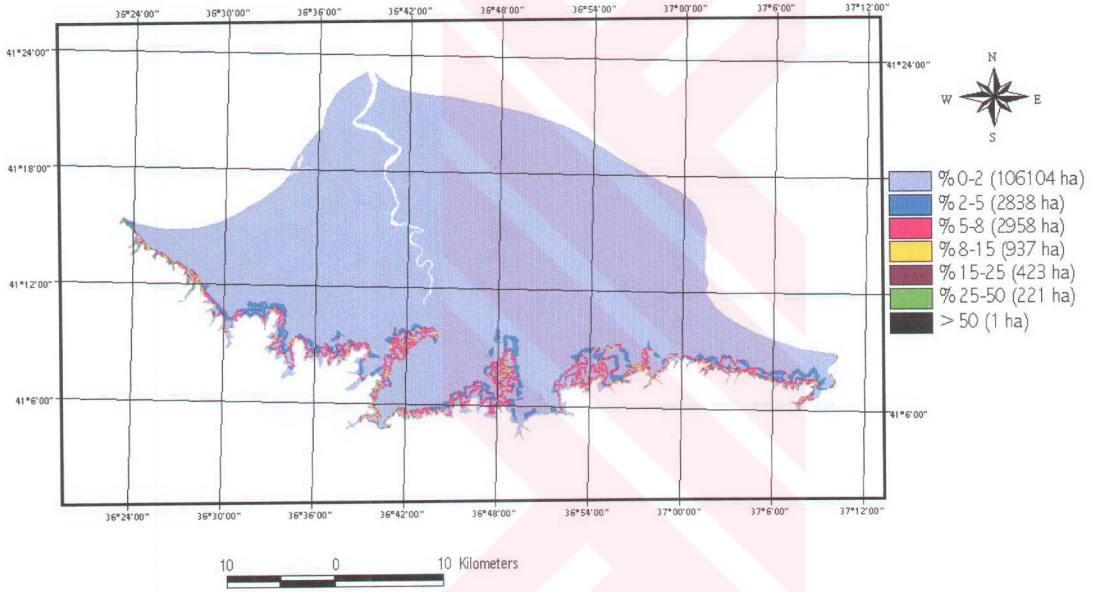
4.2.2.1. Çarşamba Ovası Eğim Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında eğim katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Eğim Katmanı Bulguları

Eğim (%)	Alan (ha)	Yüzde (%)
0-2	106104	93.5
2-5	2838	2.5
5-8	2958	2.6
8-15	937	0.8
15-25	423	0.4
25-50	221	0.2
>50	1	-

Tablo 4.15'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması eğim katmanı halinde Şekil 4.15'de de görülmektedir. Çarşamba Ovasında hakim eğim 106104 ha'lık alan ile ovanın toplam alanının %93.5'ini oluşturan %0-2 eğim aralığıdır (açık mavi renkli). Bunu takip eden eğim değerleri ise ova topraklarının çok az bir kısmını oluşturmakta ve eğim değerleri kuzeyden güneye gidildikçe artmaktadır. Ekonomik olarak toprak işlemeli tarıma elverişlilik sınırı olan %8'lik eğim değeri dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında ise Çarşamba Ovasının 111900 ha (%98.6) gibi bir değerle hemen hemen tamamının uygun olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Ekonomik olarak toprak işlemeli tarıma uygun olmayan alanlar ise ova toprakları içerisinde 1582 ha (%1.4) gibi çok az bir değere sahiptir.



Şekil 4.15. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Eğim Katmanı

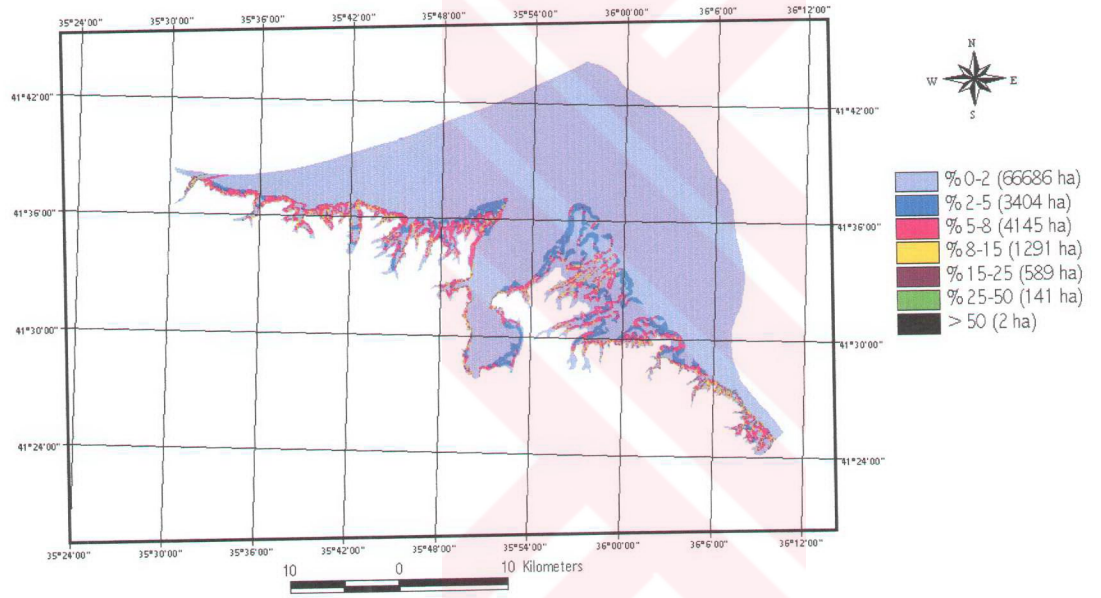
4.2.2.2. Bafra Ovası Eğim Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında eğim katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Eğim Katmanı Bulguları

Eğim (%)	Alan (ha)	Yüzde (%)
0-2	66686	87.4
2-5	3404	4.5
5-8	4145	5.4
8-15	1291	1.7
15-25	589	0.8
25-50	141	0.2
>50	1	-

Tablo 4.16'da verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması eğim katmanı halinde Şekil 4.16'da da görülmektedir. Bafra Ovasında hakim eğim 87.4 ha'lık alan ile ovanın toplam alanının %87.4'ünü oluşturan %0-2 eğim aralığıdır (açık mavi renkli). Bunu takip eden eğim değerleri ise ova topraklarının çok az bir kısmını oluşturmakta ve eğim değerleri ovanın güneybatısına gidildikçe artmaktadır. Ekonomik olarak toprak işlemeli tarıma elverişlilik sınırı olan %8'lik eğim değeri dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında ise Bafra Ovasının 74235 ha (%97.3) gibi bir değerle hemen hemen tamamının uygun olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Ekonomik olarak toprak işlemeli tarıma uygun olmayan alanlar ise ova toprakları içerisinde 2023 ha (%2.7) gibi az bir değere sahiptir.



Şekil 4.16. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Eğim Katmanı

4.2.3. Bakı Katmanı

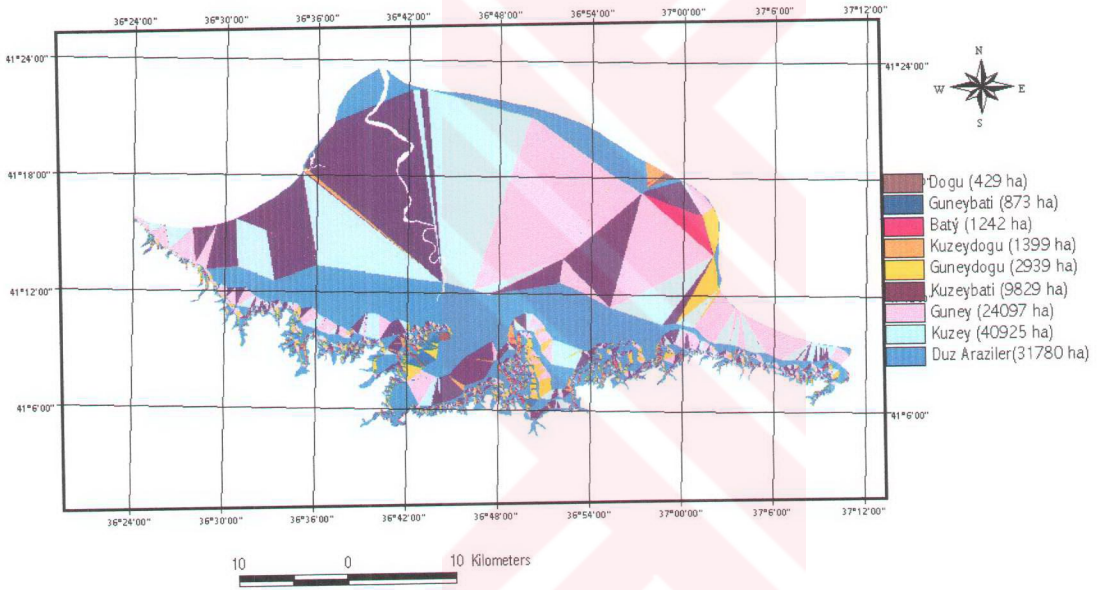
4.2.3.1. Çarşamba Ovası Bakı Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında bakı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bakı Katmanı Bulguları

Azimut Değer Aralıkları ve Yöney	Alan (ha)	Yüzde (%)
(337.50-22.50) Kuzey	40925	36.1
(292.50-337.50) Kuzeybatı	9829	8.7
(22.50-67.50) Kuzeydoğu	1399	1.2
(247.50-292.50) Batı	1242	1.1
(67.50-112.50) Doğu	429	0.4
(202.50-247.50) Güneybatı	873	0.8
(112.50-157.50) Güneydoğu	2939	2.6
(157.50-202.50) Güney	24097	21.2
(-10) Düz alanlar	31780	28

Tablo 4.17'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması bakı katmanı halinde Şekil 4.17'de de görülmektedir. Çarşamba Ovasında 40925 ha (%36.1)'lık bir değer ile (açık mavi renkli) kuzey yönüne bakan araziler hakimdir. Bunu takip eden değer ise 18635 ha (%21.4)'lık alan ile (mavi renkli) düz arazilerdir. Çarşamba Ovasının 24097 ha (%21.2)'lık bölümü ise güneye bakan arazilerden oluşmaktadır. Genel olarak Şekil 4.17 incelendiğinde ova topraklarında çok karmaşık bir yöney özelliğinin olduğu görülmektedir. Fakat ovada hakim eğimim %0-2 olduğu göz önünde bulundurulursa bu farklılıkların çok fazlada önemli olmadığı yorumu yapılabilir.



Şekil 4.17. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Bakı Katmanı

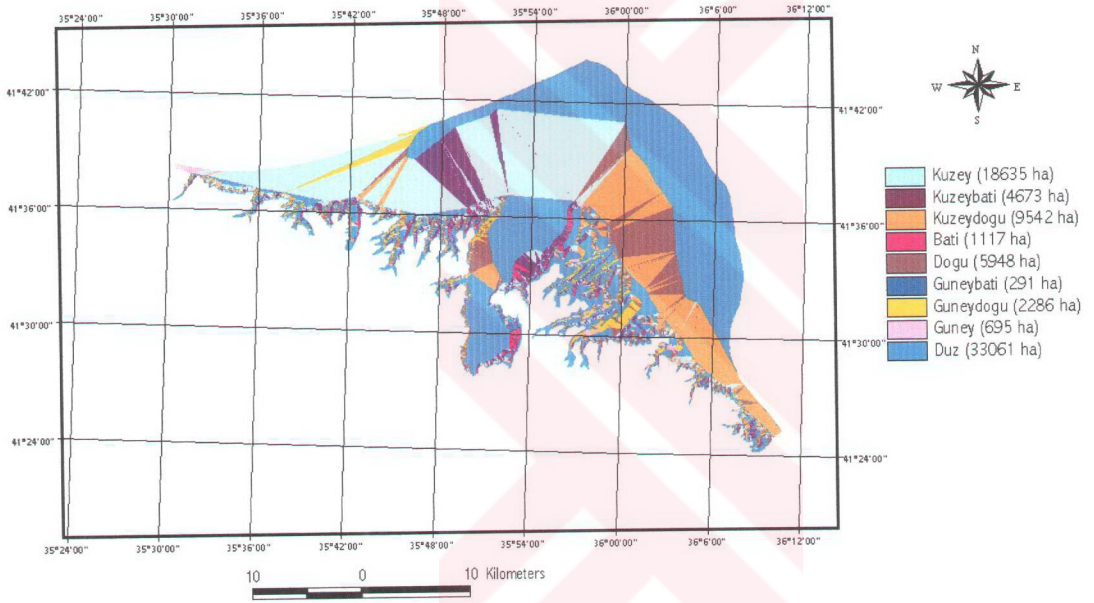
4.2.3.2. Bafra Ovası Bakı Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında bakı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bakı Katmanı Bulguları

Azimut Değer Aralıkları ve Yöney	Alan (ha)	Yüzde (%)
(337.5^0-22.5^0) Kuzey	18635	24.4
(292.5^0-337.5^0) Kuzeybatı	4673	6.1
(22.5^0-67.5^0) Kuzeydoğu	9542	12.5
(247.5^0-292.5^0) Batı	1117	1.5
(67.5^0-112.5^0) Doğu	5948	7.8
(202.5^0-247.5^0) Güneybatı	291	0.4
(112.5^0-157.5^0) Güneydoğu	2286	3
(157.5^0-202.5^0) Güney	695	0.9
(-1^0) Düz alanlar	33061	43.4

Tablo 4.18'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması bakı katmanı halinde Şekil 4.18'de de görülmektedir. Bafra Ovasında 33061 ha (%43.4)'lık bir değere sahip olan (mavi renkli) düz araziler hakimdir. Bunu takip eden yöney ise 18635 ha (%21.4)'lık değer ile kuzeydir (açık mavi renkli). Genel olarak Şekil 4.18 incelendiğinde ova topraklarında çok karmaşık bir yöney özelliğinin olduğu görülmektedir. Fakat ovada hakim eğimim %0-2 olduğu göz önünde bulundurulursa bu farklılıkların çok fazlada önemli olmadığı yorumu yapılabilir.



Şekil 4.18. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Bakı Katmanı

4.2.4. Kompozit Topografik Model Katmanı

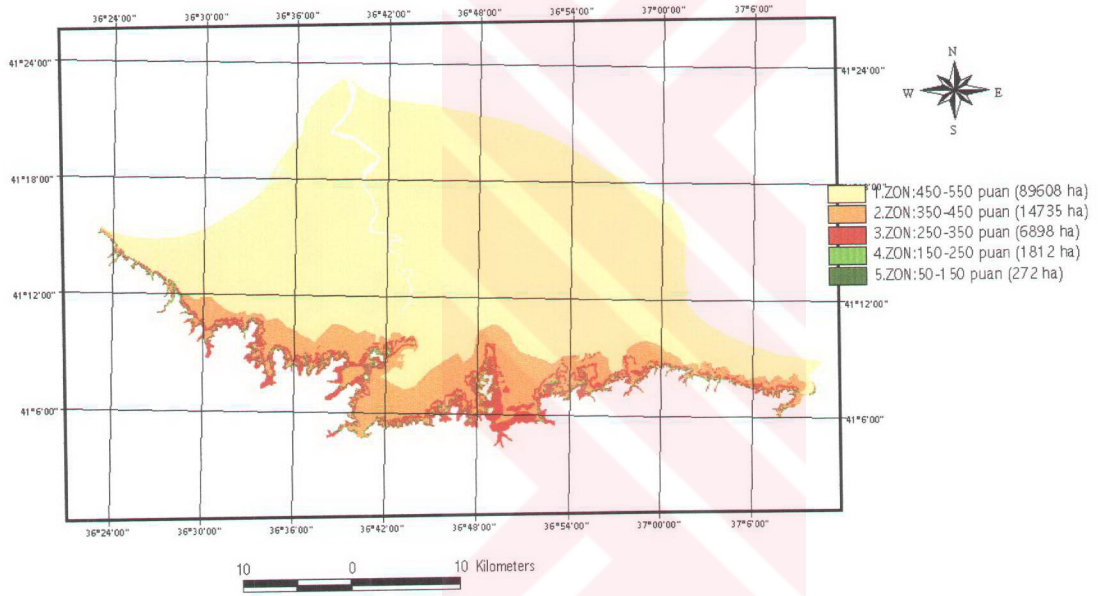
4.2.4.1. Çarşamba Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit topografik model katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan yükseklik, eğim ve bakı alt katmanların birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Topografik Model Katmanı Bulguları

Alt Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	450-550	89608	79.1
2. Zon	350-450	14735	13
3. Zon	250-350	6898	6.1
4. Zon	150-250	1812	1.6
5. Zon	50-150	272	0.2

Tablo 4.19'da verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması kompozit topografik model katmanı halinde Şekil 4.19'da da görülmektedir. Ova topraklarında ele alınan topografik kriterler bakımından 450-550 puan ile 1. zon en yüksek puanı alarak bitkisel üretim potansiyeli bakımından en uygun alanı oluşturmuştur (sarı renkli). Bu zon 89608 ha'lık alanı ile Çarşamba Ovasının %79.1'lik bölümünü kapsamaktadır. 1. zonu takip eden zon ise 450-500 puan alan 2. zondur. 2. zon, 1. zonun güneyindeki kuşakta yer almakta ve 14735 ha (%13)'lık bir alan (kiremit renkli) kaplamaktadır. 3., 4. ve 5. zonlar ise hem puan bakımından hem de kapladıkları alan bakımından düşük değerlere sahip olup Çarşamba Ovasının güney sınırlarına yakın yüksek bölgelerde oluşmuşlardır. 1. ve 2. zonların birbirinden ayrılmasında özellikle yükseklik farkları etkili rol oynamıştır. İki zonda eğim bakımından aynı değerlere sahiptir. Topografik faktörler bakımından bitkisel üretim potansiyeli en düşük olan 5. zon 272 ha alan (koyu yeşil renkli) ile ova toprakları içerisinde %0.2 gibi düşük bir yer kaplamaktadır.



Şekil 4.19. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı

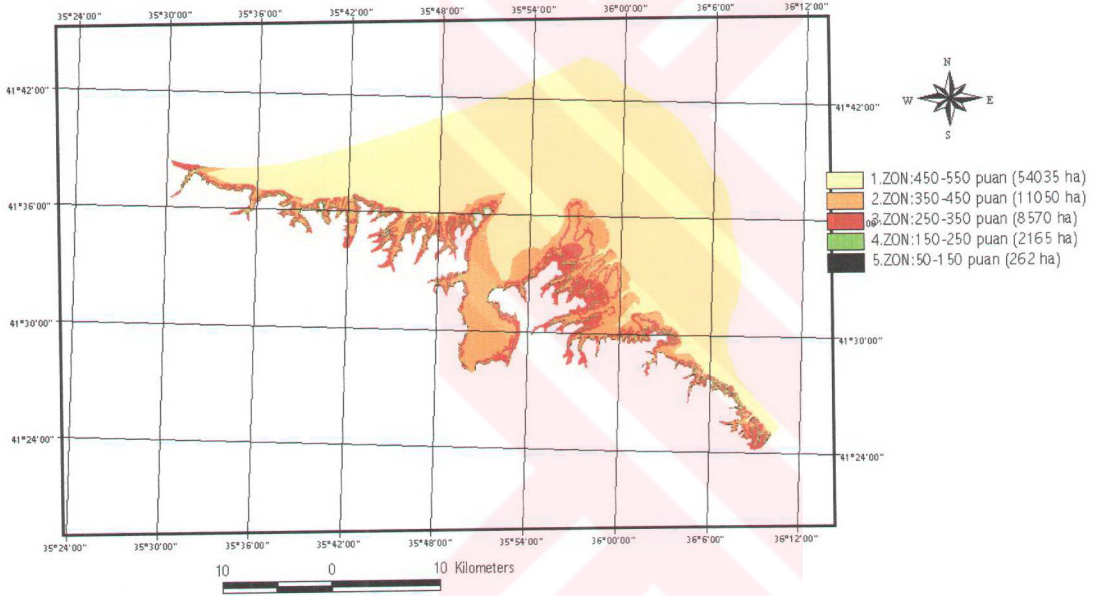
4.2.4.2. Bafra Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit topografik model katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan yükseklik, eğim ve bakı alt katmanların birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit Topografik Model Katmanı Bulguları

Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	450-550	54035	71
2. Zon	350-450	11050	14.5
3. Zon	250-350	8570	11.3
4. Zon	150-250	2165	2.8
5. Zon	50-150	262	0.3

Tablo 4.20'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması kompozit topografik model katmanı halinde Şekil 4.20'de de görülmektedir. Ova topraklarında ele alınan topografik kriterler bakımından 450-550 puan ile 1. zon (sarı renkli) en yüksek puanı alarak bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan alanları oluşturmuştur. Bu zon 54035 ha'lık alanı ile Bafra Ovasının %71'lik bölümünü kapsamaktadır. 1. zonu takip eden zon ise 450-500 puan alan 2. zondur. 2. zon, 1. zonun güneybatısındaki kuşakta yer almakta ve 11050 ha (%14.5)'lık bir alan kaplamaktadır (kiremit renkli). 3., 4. ve 5. zonlar ise hem puan bakımından hem de kapladıkları alan bakımından düşük değerlere sahip olup Bafra Ovasının güneybatısındaki sınırlarına yakın yüksek bölgelerde oluşmuşlardır. 1. ve 2. zonların birbirinden ayrılmasında özellikle yükseklik farkları etkili rol oynamıştır. İki zonda eğim bakımından aynı değerlere sahiptir. Topografik faktörler bakımından bitkisel üretim potansiyeli en düşük olan 5. zon 262 ha alan (koyu yeşil renkli) ile ova toprakları içerisinde %0.3 gibi çok düşük bir yer kaplamaktadır.



Şekil 4.20. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit Topografik Model Katmanı

4.3. İklim Modelinin Oluşturulması

4.3.1. Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

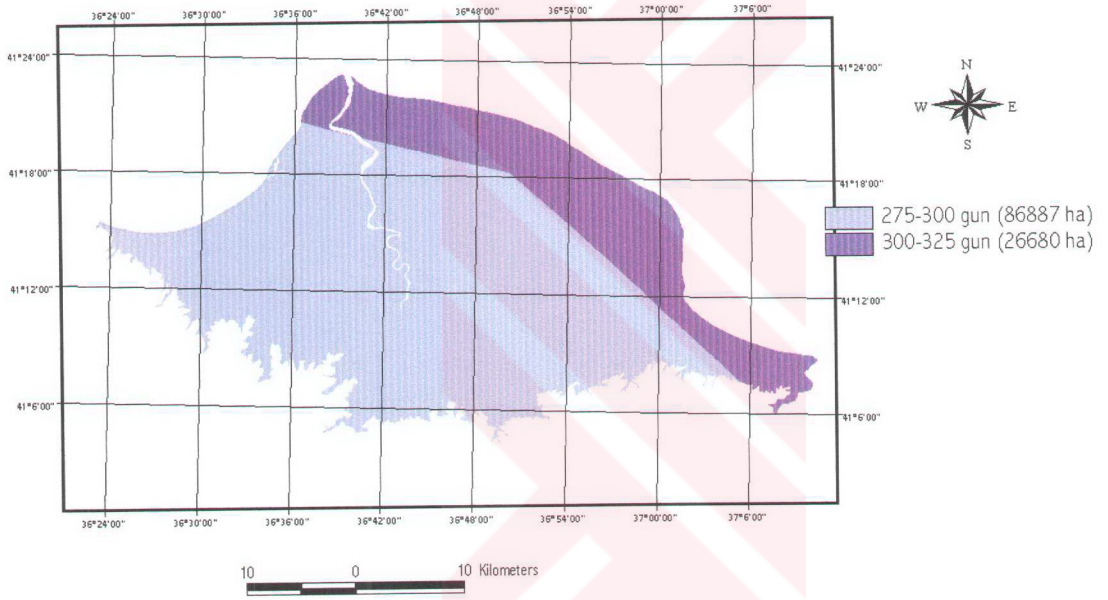
4.3.1.1. Çarşamba Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında bitki yetiştirme dönemi katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı Bulguları

Gün sayısı	Alan (ha)	Yüzde (%)
275-300	86887	76.5
300-325	26680	23.5

Tablo 4.21'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması bitki yetiştirme dönemi katmanı halinde Şekil 4.21'de de görülmektedir. Çarşamba Ovasında bitki büyüme periyodu bakımından iki farklı sınıf oluşmuştur ve bu sınıflar arasındaki gün sayısı 25 gün dür. Bitki yetiştirme dönem uzunluğu ovanın kuzeydoğusundaki sahile yakın bölümde 26280 ha (%23.5)'lık bir alanda (koyu mavi renkli) 300-325 gün ve ovanın diğer kısımlarında 86887 ha (%76.5)'lık alanda ise (açık mavi renkli) 275-300 gün olarak saptanmıştır.



Şekil 4.21. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

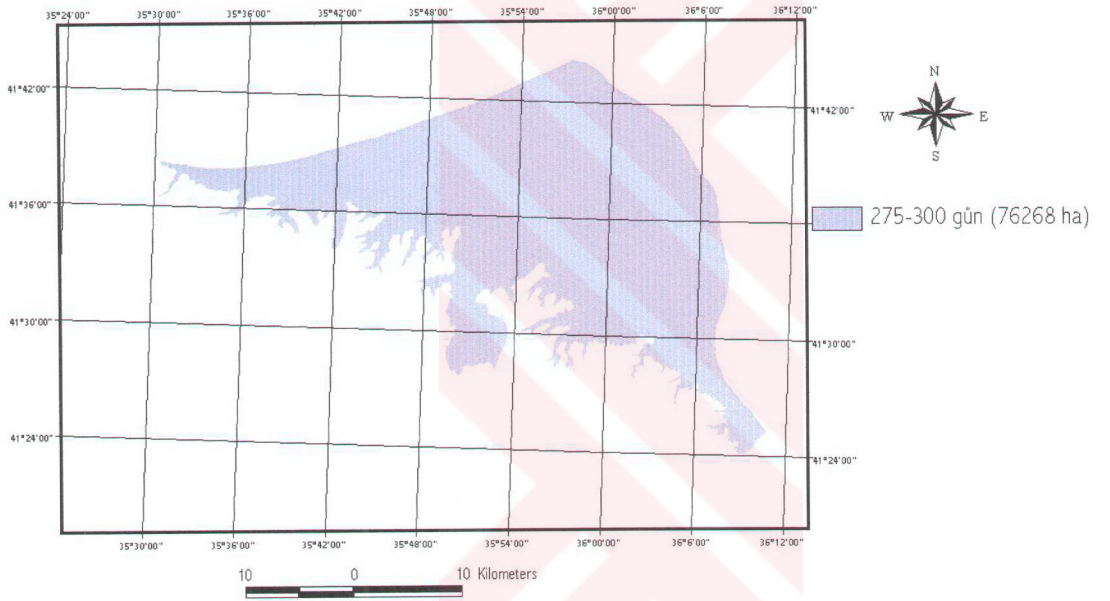
4.3.1.2. Bafra Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında bitki yetiştirme dönemi katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı Bulguları

Gün sayısı	Alan (ha)	Yüzde (%)
275-300	76268	100
300-325	-	-

Tablo 4.22'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması bitki yetiştirme dönemi katmanı halinde Şekil 4.22'de de görülmektedir. Bafra Ovasında bitki büyüme periyodu bakımından farklı sınıflar oluşmamış ve bütün ova toprakları 275-300 gün değerini almıştır.



Şekil 4.22. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Bitki Yetiştirme Dönemi Katmanı

4.3.2. Toplam Yıllık Yağış Katmanı

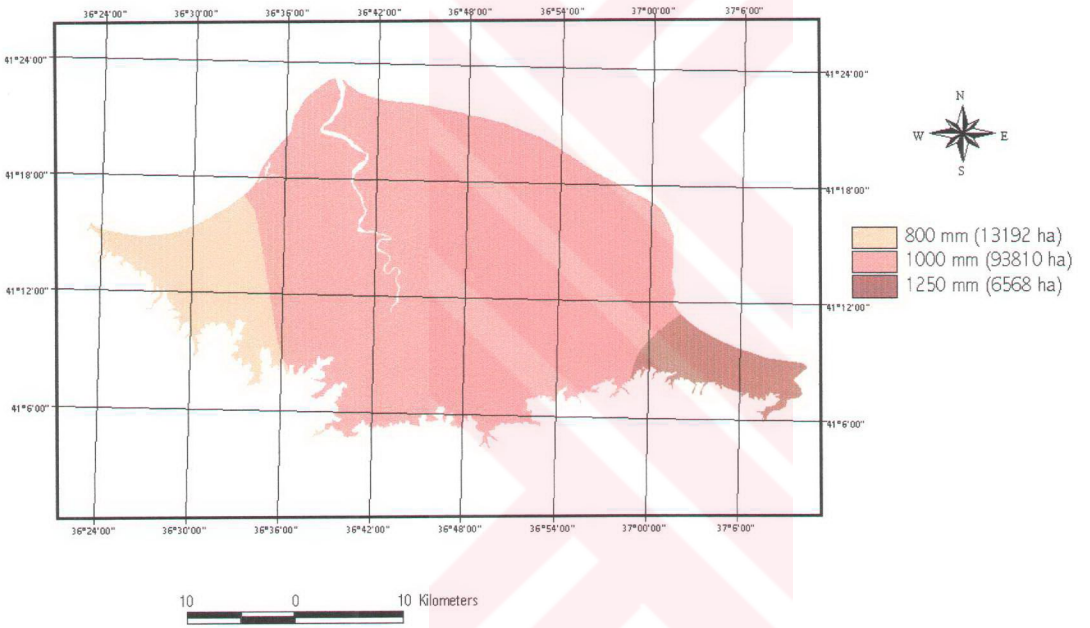
4.3.2.1. Çarşamba Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toplam yıllık yağış katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.23'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı Bulguları

Yağış Miktarı (mm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
800	13192	11.6
1000	93810	82.6
1250	6568	5.8

Tablo 4.23'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toplam yıllık yağış miktarı katmanı halinde Şekil 4.23'de de görülmektedir. Toplam yıllık yağış miktarı göz önüne alındığında üç farklı bölge oluşmuş, bunlar içinde 93810 ha (%82.6) alan 1000 mm yağış değeri almıştır. Çarşamba Ovasının batısında 13192 ha (%11.6)'lık bir alanda (açık kahve renkli) 800 mm yağış ve doğusundaki 6568 ha (%5.8)'lık alanda ise (koyu kahve renkli) 1250 mm yağış alan bölgeler saptanmıştır. Yağış miktarı ovanın doğusundan batısına doğru azalış göstermektedir.



Şekil 4.23. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı

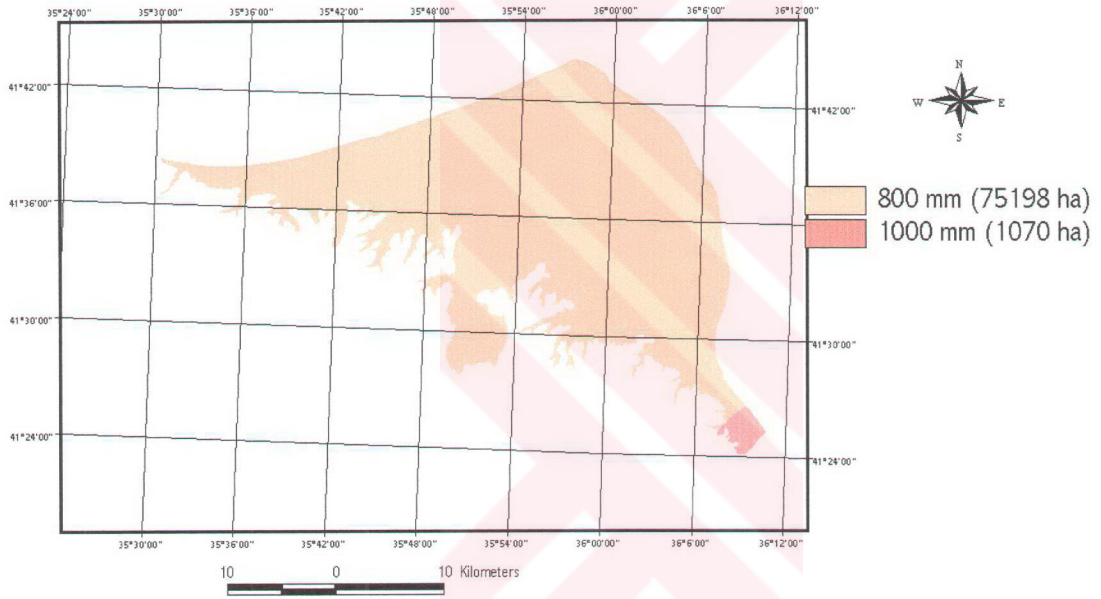
4.3.2.2. Bafra Ovası Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toplam yıllık yağış katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Toplam Yıllık Yağış Miktarı Katmanı Bulguları

Yağış Miktarı (mm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
800	75198	98.6
1000	1070	1.4

Tablo 4.24'te verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması toplam yıllık yağış miktarı katmanı halinde Şekil 4.24'te de görülmektedir. Toplam yıllık yağış bakımından iki farklı bölge oluşmuştur. Bunlar içinde 75198 ha (%98.6) alan (açık kahve renkli) 800 mm yağış değeri almıştır. Bu değer Bafra Ovasında hakim yıllık yağışın 800 mm olduğunu göstermektedir. Bafra Ovasının güneydoğusundaki 1070 ha (%1.4)'lık küçük bir alanda ise 1000 mm yağış belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Toplam Yıllık Yağış Katmanı

4.3.3. Yetişme Periyodu (Nisan-Eylül) Yağış Miktarı Katmanı

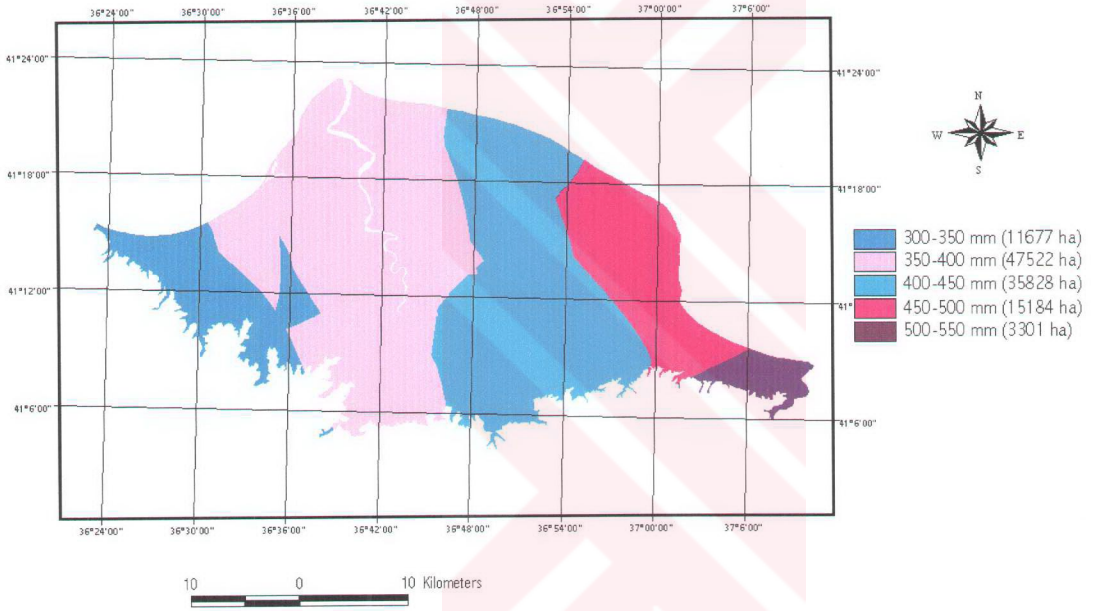
4.3.3.1. Çarşamba Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yetişme periyodu yağış miktarı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Bulguları

Yağış Miktarı (mm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
300-350	11677	10.3
350-400	47522	41.9
400-450	35828	31.6
450-500	15184	13.4
500-550	3301	2.9

Tablo 4.25'te verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yetişme periyodu yağış miktarı katmanı halinde Şekil 4.25'te de görülmektedir. Yetişme periyodu yağış miktarları bakımından beş farklı bölge oluşturulmuştur. Yağışlar miktarları ovanın doğusundan batısına gidildikçe bir azalış göstermektedir. Oluşturulan bölgeler içerisinde 350-400 mm'lik yağış değeri 47522 ha (%41.9) alan (pembe renkli) ile en fazla yer kaplamaktadır. Çarşamba Ovasının doğusundaki 3301 ha (%2.9) gibi az bir alan ise (bordo renkli) yaz ayları süresince 500-550 mm yağış almaktadır. Ovanın batı kesimindeki 11677 ha (%10.3)'lık alan (koyu mavi renkli) 300-350 mm yağış alarak yetişme periyodu yağış miktarı bakımından ovada en düşük değere sahip olmuştur.



Şekil 4.25. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı

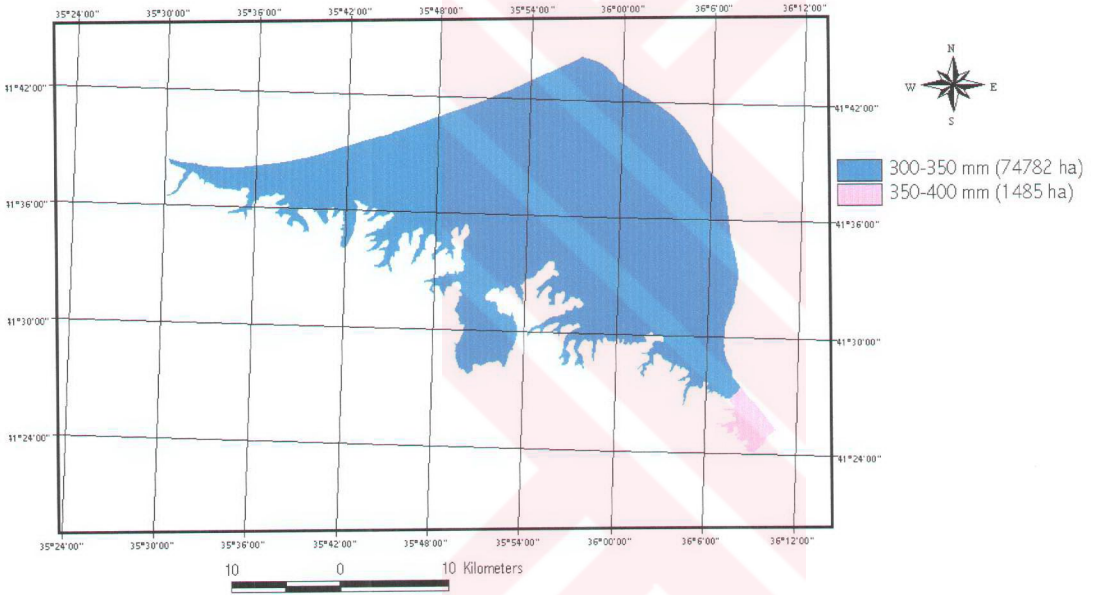
4.3.3.2. Bafra Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yetişme periyodu yağış miktarı katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı Bulguları

Yağış Miktarı (mm)	Alan (ha)	Yüzde (%)
300-350	74782	98.1
350-400	1485	1.9

Tablo 4.26'da verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yetişme periyodu yağış miktarı katmanı halinde Şekil 4.26'da da görülmektedir. Yetişme periyodu yağış miktarı bakımından Bafra Ovasında iki farklı bölge oluşmuştur. Bunlar içinde 74782 ha (%98.1) alan ile (mavi renkli) en fazla yeri 300-350 mm yağış değeri almıştır. Bu değer ile Bafra Ovasında hakim yetişme dönemi yağışlarının 300-350 mm olduğunu söylenebilir. Bafra Ovasının güneydoğusundaki 1485 ha (%1.9)'lık küçük bir alanda ise (pembe renkli) 350-400 mm yağış gözlenmektedir.



Şekil 4.26. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yetişme Periyodu Yağış Miktarı Katmanı

4.3.4. Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

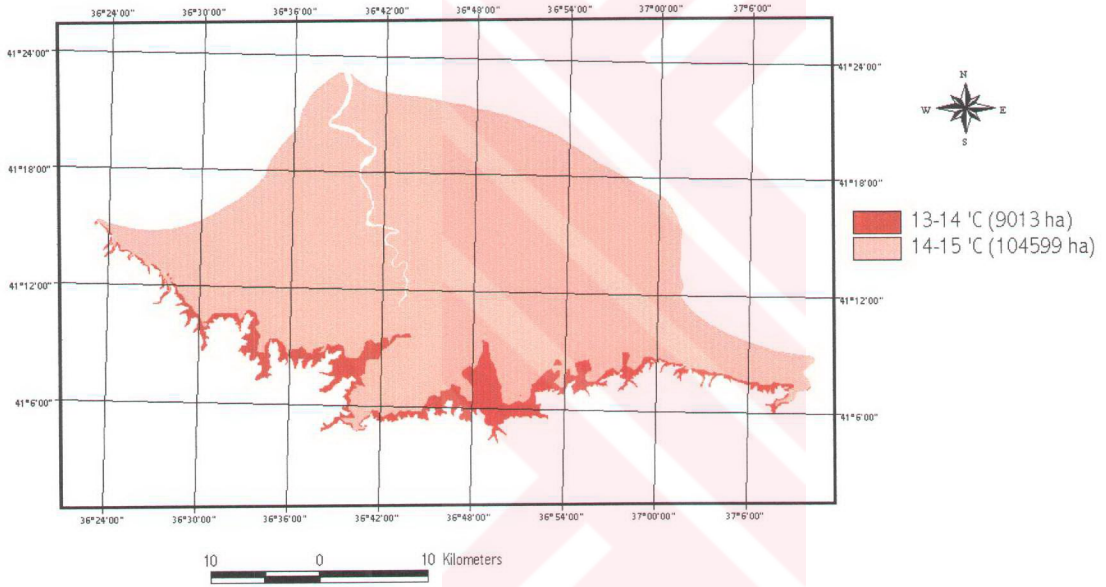
4.3.4.1. Çarşamba Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yıllık ortalama sıcaklık değeri katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.27'de verilmiştir.

Tablo 4.27. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı Bulguları

Sıcaklık Değeri (^{0}C)	Alan (ha)	Yüzde (%)
13-14	9013	7.9
14-15	104599	92.1

Tablo 4.27'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yıllık ortalama sıcaklık değeri halinde Şekil 4.27'de de görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değeri bakımından Çarşamba Ovasında iki farklı bölge oluşturulmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri ovanın güneyine gidildikçe bir azalma göstermektedir. Ovanın güneyindeki yüksek bölgelerde 9013 ha (%7.9)'lık alanda (koyu kahve renkli) yıllık ortalama sıcaklık değeri 13-14 ^{0}C arasındadır. Bu alanın dışında kalan 104599 ha (%92.1)'lık alan ise (açık kahve renkli) 14-15 ^{0}C arasında sıcaklık değerlerine sahiptir.



Şekil 4.27. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

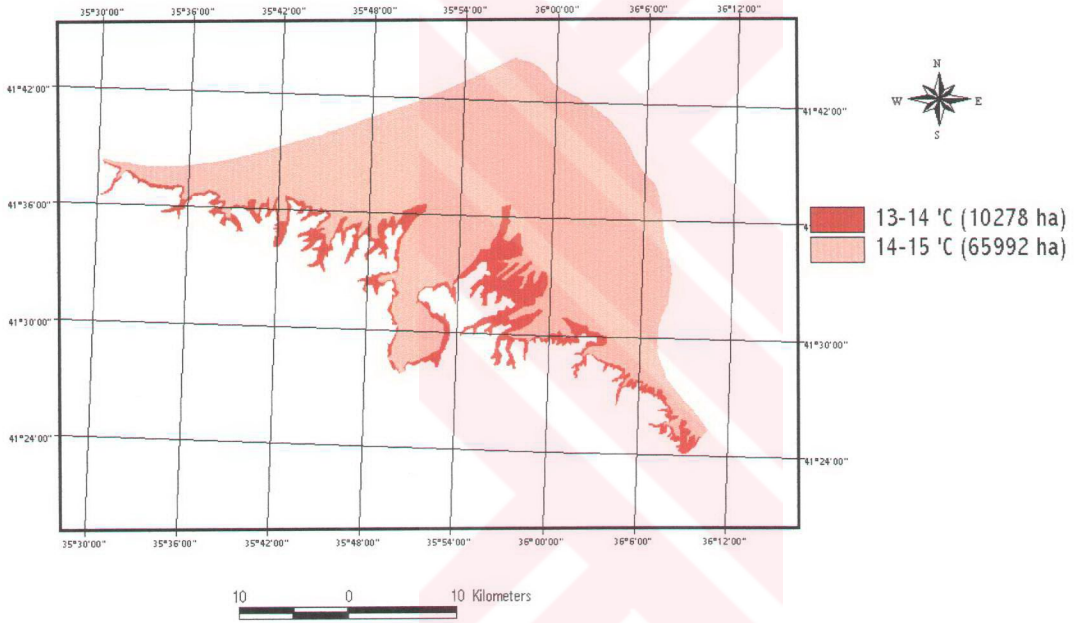
4.3.4.2. Bafra Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında yıllık ortalama sıcaklık değeri katmanının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.28. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı Bulguları

Sıcaklık Değeri (^{0}C)	Alan (ha)	Yüzde (%)
13-14	10278	13.5
14-15	65992	86.5

Tablo 4.28'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışması yıllık ortalama sıcaklık değeri halinde Şekil 4.28'de de görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık değeri bakımından Bafra Ovasında iki farklı bölge oluşturulmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri ovanın güneybatısına gidildikçe bir azalma göstermektedir. Ovanın güneybatısındaki yüksek bölgelerde 10278 ha (%7.9)'lık alanda (koyu kahve renkli) yıllık ortalama sıcaklık değeri 13-14 ^{0}C arasındadır. Bu alanın dışında kalan 65992 ha (%86.5)'lık alan ise (açık kahve renkli) 14-15 ^{0}C arasında sıcaklık değerlerine sahiptir.



Şekil 4.28. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Yıllık Ortalama Sıcaklık Değeri Katmanı

4.3.5. Kompozit İklim Modeli Katmanı

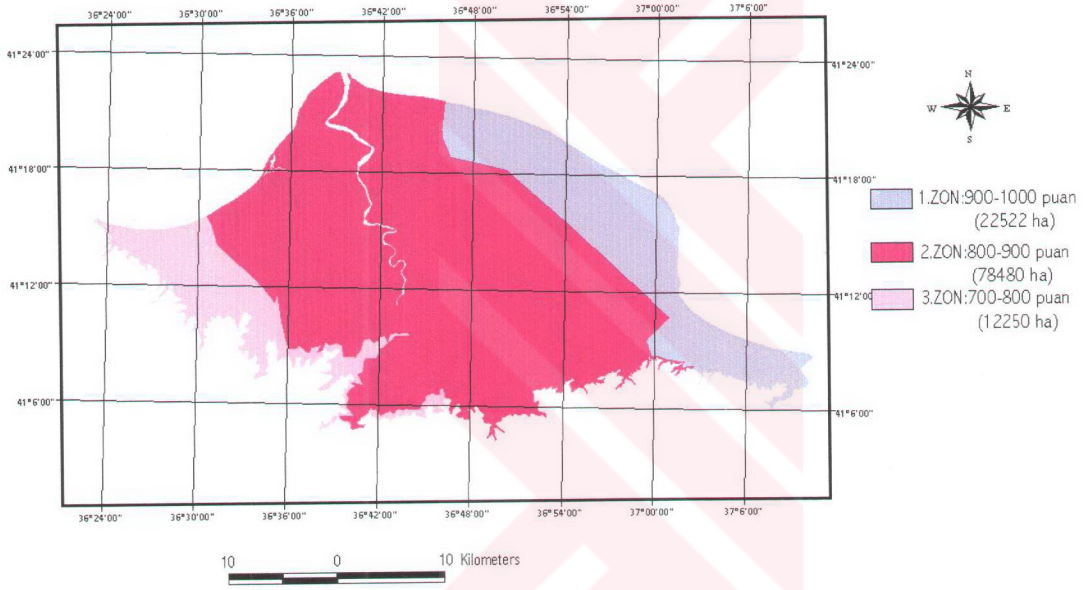
4.3.5.1. Çarşamba Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit iklim modeli katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan bitki yetiştirme dönemi, toplam yıllık yağış, yetişme periyodu yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değeri alt katmanlarının birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.29'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit İklim Modeli Katmanı Bulguları

Alt Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	900-1000	22522	19.9
2. Zon	800-900	78480	69.3
3. Zon	700-800	12250	10.8

Tablo 4.29'da verilen durum Çarşamba Ovası kompozit iklim modeli katmanı halinde Şekil 4.29'da da görülmektedir. Ele alınan iklim faktörleri bakımından Çarşamba Ovasında üç zon oluşmuştur. Kompozit iklim modelinde zonların aldığı puanlar ovanın doğusundan batısına gidildikçe azalmaktadır. Buna göre Çarşamba Ovasının doğu bölgesinde 22522 ha (%19.9)'lık 1. zon (mavi renkli) iklim faktörleri bakımından 900-1000 puan almış ve bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan bölgeyi oluşturmuştur. Ovanın batısında yer alan 3. zon (açık pembe renkli) 700-800 puan alarak toplam 12250 ha (%10.8)'lık alan ile bitkisel üretim potansiyeli düşük olan bölgeyi oluşturmuştur. Ovada en fazla yer kaplayan 2. zon ise (koyu pembe renkli) aldığı 800-900 puan ile 78480 ha (%69.3) alana sahiptir. Ovada oluşan zonların aldıkları puanlar ve konumları ele alınan iklim faktörlerine paralellik göstermektedir.



Şekil 4.29. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Çarşamba Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı

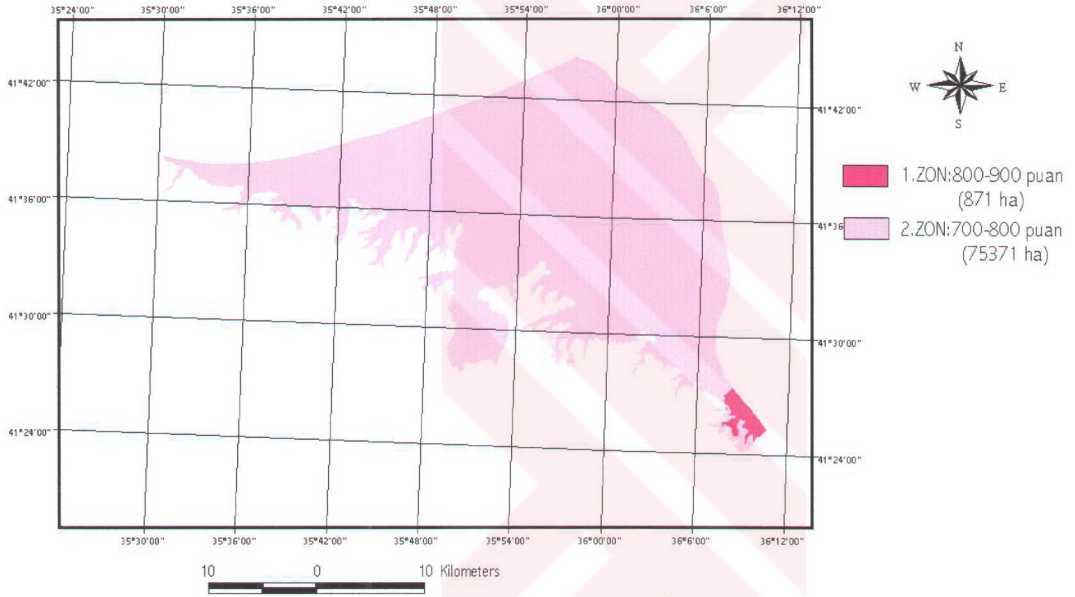
4.3.5.2. Bafra Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında kompozit iklim modeli katmanının elde edilmesi amacıyla hazırlanan bitki yetiştirme dönemi, toplam yıllık yağış, yetişme periyodu yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değeri alt katmanlarının birlikte analizi sonucunda oluşturulan alt zonlar ve elde edilen bulgular Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışması Kompozit İklim Modeli Katmanı Bulguları

Alt Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	800-900	871	1.1
2. Zon	700-800	75371	98.9

Tablo 4.30'da verilen durum Bafra Ovası kompozit iklim modeli katmanı halinde Şekil 4.30'da da görülmektedir. Ele alınan iklim faktörleri bakımından Bafra Ovasında iki zon oluşmuştur. Bafra Ovasının güneydoğu bölgesinde 871 ha (%1.1)'lık alan (koyu pembe renkli) aldığı 800-900 puan ile 1. zonu oluşturmuştur. Bu zonun dışında kalan bütün alan (açık pembe renkli) aldığı 700-800 puan ve 75371 ha (%98.9) alan ile 2. zonu oluşturmuştur. Bu sonuçlara bakıldığında Bafra Ovasının iklim faktörleri açısından tarımsal üretim potansiyelinin aynı olduğu yorumu yapılabilir. Oluşan bu durum ele alınan kriterlerin ova içerisinde fazla değişkenlik göstermemesinden kaynaklanmıştır.



Şekil 4.30. Agroekolojik Zonlama Çalışması İle Bafra Ovası Kompozit İklim Modeli Katmanı

4.4. Agroekolojik Zonlar

4.4.1. Çarşamba Ovasına Ait Agroekolojik Zonlar

Çarşamba Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak, topografya ve iklim modellerinin birlikte analizi sonucunda elde edilen zonlar ve bulgular Tablo 4.31'de verildiği gibidir.

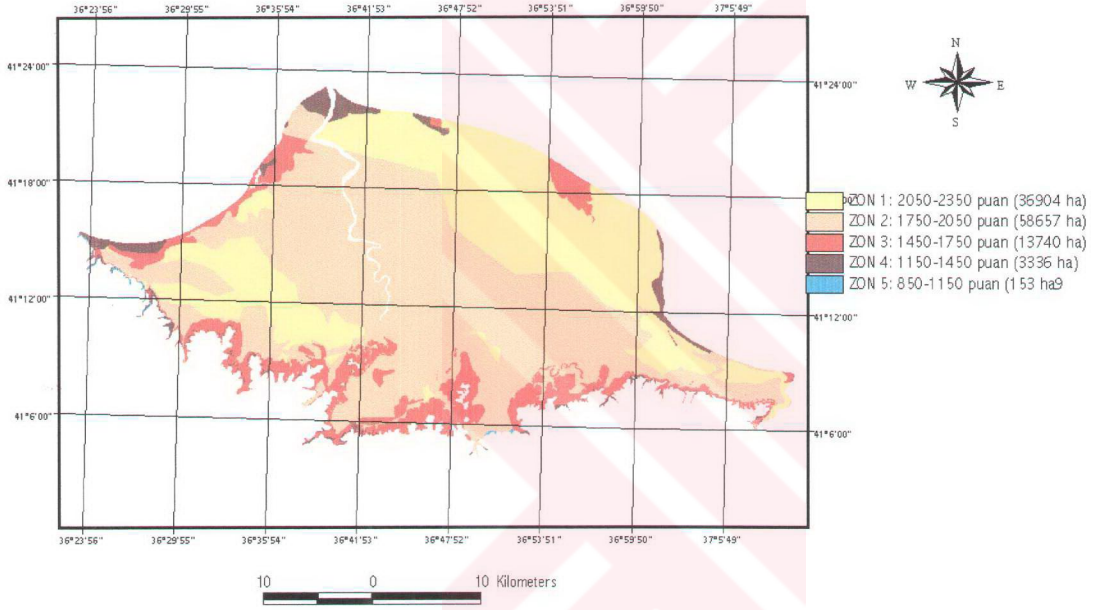
Tablo 4.31. Çarşamba Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Elde Edilen Zonlar ve Bulgular

Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	2050-2350	36904	32.6
2. Zon	1750-2050	58657	52
3. Zon	1450-1750	13740	12.3
4. Zon	1150-1450	3336	3
5. Zon	850-1150	153	0.1

Tablo 4.31'de verilen durum Çarşamba Ovası Agroekolojik zonları halinde Şekil 4.31'de de görülmektedir. Ele alınan toprak, topografya ve iklim faktörleri bakımından her bir pikselin almış olduğu toplam puanların (850 ile 2329 puan arasında) 300 er puanlık artışlarla sınıflandırılması sonucunda Çarşamba Ovasında bitkisel üretim potansiyeli bakımından beş adet zon oluşturulmuştur.

1. ZON: Almış olduğu 2050-2350 puan ile Çarşamba Ovasında bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan zondur. Çarşamba Ovasında kuzeydoğu kıyı bölgesi ile batıdaki küçük bir alanda kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda oluşan bu zon 36904 ha ile (sarı renkli) ovanın %32.6'lık bölümünü oluşturmaktadır.

Toprak özellikleri bakımından incelendiğinde ince bünyeli alüvyal topraklardan oluştuğu görülmektedir. Yeşılırmak sağ sahilinde kalan bölümünde yetersiz drenaj koşulları varken sol sahil kesiminde kalan bölümünde ise iyi bir drenaj söz konusudur. Erozyon bakımından herhangi bir sorunun olmadığı bu zonda Yeşılırmak sol sahil kesiminde 1. sınıf ve sağ sahil kesiminde de 2. sınıf tarım arazileri hakimdir.



Şekil 4.31. Agroekolojik Zonlama Çalışmasında İle Çarşamba Ovasında Elde Edilen Zonlar

Topografik özellikleri bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 0-20 m arasında değiştiği ve hakim eğimin %0-2 arasında olduğu görülmektedir.

İklim faktörleri bakımından değerlendirildiğinde ise yıllık toplam yağışın 1000 mm, ortalama sıcaklık değerinin ise 14-15 ^{0}C arasında olduğu görülmektedir. Bitki büyüme periyodu uzunluğu bakımından ovanın kuzeydoğu kıyısında yer alan bölümün, 1. zonun diğer alanlarına göre 25 günlük bir avantaja sahip olduğu anlaşılmaktadır.

1. zona giren alanlar içerisinde ovanın sol sahil kesimimde kalan bölüm, kompozit toprak modeli ve kompozit topografik model içinde en yüksek puanları almış ve bu katmanlar açısından bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan alt zonlara girmiştir. Kompozit iklim modeli bakımından ise en düşük puanı alarak iklim faktörleri açısından tarımsal üretim potansiyeli en düşük olan 3. alt zonda yer almıştır. İklim faktörleri bakımından düşük değerler almasına rağmen bu bölge özellikle toprak faktörleri açısından (iyi drenaj ve 1. sınıf alan) çok iyi durumda olduğundan 1. zona girerek ele alınan bütün faktörler açısından değerlendirildiğinde tarımsal üretim potansiyeli en yüksek olan alanları oluşturmuştur.

2. ZON: Almış olduğu 1750-2050 puan ile Çarşamba Ovasında bitkisel üretim potansiyeli bakımından 1. zondan sonra gelmektedir. Çarşamba Ovasında 1. zonun doğu ve batıda kalan parçaları arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda oluşan 2. zon (açık kahve renkli) 58657 ha alan ile ovanın %52'lik büyük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Toprak özellikleri bakımından incelendiğinde ince bünyeli alüvyal topraklardan oluştuğu görülmektedir. Genel olarak yetersiz drenaj koşulları vardır. Erozyon bakımından herhangi bir sorunun olmadığı bu zonda arazi kullanım kabiliyet sınıfı bakımından 2. sınıf topraklar hakimdir.

Topografik özellikler bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 0-50 m arasında değiştiği ve hakim eğimin %0-2 arasında olduğu görülmektedir.

İklim faktörleri bakımından değerlendirildiğinde ise yıllık toplam yağışın 1000 mm, ortalama sıcaklık değerinin ise 14-15 ^{0}C arasında olduğu görülmektedir. Bitki büyüme periyodu uzunluğu bakımından ise 2. zonun tamamı 275-300 günlük değere sahiptir.

2. zona giren alanlar kompozit toprak modeli içinde en yüksek puanı almış ve bu katman açısından bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan sınıfa girmiştir. Kompozit topografya modeli bakımından ise ovanın güneyindeki yüksek bölgelere kadar olan kısım

aldığı 450-550 puan ile 1. alt zona girerken yüksek bölgelerdeki kısım aldığı 350-450 puan ile 2. alt zona girmiştir. Kompozit iklim modeli bakımından ise ortalama olarak aldığı 800-900 puan ile 2. alt zona girmiştir. Bazı toprak özellikleri (ince bünye, alüvyal topraklar, arazi kullanım kabiliyet sınıfı=2, %0-2 eğim) bakımından iyi durumda olmasına rağmen yetersiz drenaj, yükseklik ve bitki yetiştirme döneminde 25 günlük farktan dolayı bu zon 1. zondan ayrılmaktadır.

3. ZON: Bu zon 1450-1750 arasında puan alarak bitkisel üretim potansiyeli bakımından 3. sırada yer almıştır. Çarşamba Ovasında 3. zonun bulunduğu yerler kuzeydeki kıyı bölgeler ile güneydeki yüksek kesimlerdir (koyu kahve renkli). 3. zon 13740 ha alan ile ovanın %12.3'lük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Bu zonu iki kısma ayırarak incelemek doğru olacaktır; Kıyı bölgelerde kalan alanlar ve yüksek bölgelerde kalan alanlar.

3. zonun kıyı bölgelerde kalan alanlarında ağırlıklı olarak ince ve kaba bünyeli topraklar hakimdir. Erozyon bakımından herhangi bir problemin olmadığı bu alanlarda kötü drenaj koşulları, arazi kullanım kabiliyet sınıfı bakımından da 6. ve 7. sınıf topraklar hakimdir. Kompozit toprak modeli bakımından değerlendirildiğinde aldığı puanlar ile 3. ve 4. alt zonlara girdiği görülmektedir. 0-2 m arasında yüksekliğe sahip olan bu alanlarda %0-2 eğim görülmektedir. Kompozit topografik model bakımından en yüksek puanları alarak 1. alt zona girmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı 1000 mm olup yıllık sıcaklık ortalaması 14-15 ^{0}C arasındadır. Kompozit iklim modeli bakımından ovanın kuzeydoğu kısmındaki bölümleri 1. alt zona girerken diğer bölümleri 2. alt zona girmektedir.

3. zonun ovanın güneyinde kalan yüksek kesimlerinde ise orta bünyeli topraklar hakimdir. Orta derecede erozyonun gözlendiği bu bölgede drenaj açısından herhangi bir problem bulunmamaktadır. Kompozit toprak modeli bakımından ise aldığı 400-600 puan ile 2. alt zona girmektedir. Topografik özellikler bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 50 m den fazla ve %0-2 eğime sahip olduğu görülmektedir. Bu kısım kompozit topografik model bakımından aldığı toplam 250-300 puan ile 3. alt zona girmiştir. Yıllık toplam yağışın 1000 mm ve ortalama sıcaklığın 13-14 ^{0}C arasında olduğu bu bölge kompozit iklim modeli bakımından 2. alt zona girmiştir.

Yukarıda açıklanan özelliklere bakıldığında 3. zonun bitkisel üretim potansiyelinde farklılıklar olduğu gözlenebilmektedir. 3. zonun kıyı bölgelerinde kalan kısımları iklim ve

topografik faktörler bakımından uygun durumda olmasına rağmen toprak faktörleri bakımından olumsuz özelliklere sahiptir. Ovanın güneyinde kalan kısımlarda ise toprak faktörleri açısından önemli bir kısıtlamanın olmamasına rağmen topografik yapı ve düşük sıcaklık ortalaması nedeniyle olumsuzluklara sahiptir. Bütün bu faktörler göz önüne alındığında 3. zonun kıyı bölgelerinin mevcut koşullar altında bitkisel üretime elverişli olmadığı fakat yüksek kesimlerinin uygun olduğu söylenebilir.

Güncel uydu verilerinden yararlanılarak yapılan inceleme sonucunda da bu zonun kıyı bölgesinde göller, bataklıklar ve kumsalların olduğu, yüksek kesimlerde ise tarımsal faaliyetlerde bulunulduğu gözlenmiştir.

4. ve 5. ZON: Ele alınan iklimsel faktörler bakımından önemli sıkıntıların olmadığı fakat toprak ve topografik faktörler bakımından olumsuz şartlara sahip olan zonlardır. Almış oldukları toplam 850-1450 puan ile ova toprakları içerisinde 3489 ha (%3.1)'lık bir alan kaplamaktadırlar. Kıyı bölgelerinde kalan kısımların kumsal ve bataklık olması, ovanın güney kesimlerinde kalan kısımlarının eğim ve yükseklik değerlerinin tarımsal faaliyetlere uygun olmayışı nedeniyle bu zonları tarımsal üretime elverişli olmayan zonlar olarak yorumlayabiliriz. Güncel uydu verilerinin değerlendirilmesi sonucunda da bu zonlara giren alanların kumsallardan ve bataklıklardan oluştuğu ve ovanın batısında kalan küçük bölümünün de günümüzde organize sanayi bölgesi olarak kullanıldığı görülmektedir.

Genel olarak Çarşamba Ovasında oluşan zonlar güncel uydu verileri kullanılarak değerlendirildiğinde yapılan zonlamanın doğru olduğu sonucuna varılmaktadır. Özellikle 1. ve 2. zonların günümüzde tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı alanlar olduğu, 4. ve 5. zonlarda ise herhangi bir tarımsal faaliyetin olmadığı uydu verilerinden açıkça görülmektedir. 3. zonun ise yukarıda anlatılan şekilde ovanın kuzeyinde kalan kısımlarında herhangibir tarımsal faaliyetin olmadığı, yüksek kesimlerinde ise tarımsal faaliyetlerin olduğu görülmüştür. Ovanın batısında yer alan tarımsal üretim potansiyeli en yüksek 1. zonda Tekkeköy ilçesi, azot ve bakır fabrikalarının büyük bir yer kapladığı görülmüştür. Bunun yanında bitkisel üretim potansiyeli bakımından 2. zona giren alanlarda Çarşamba ve Terme ilçelerinin yer aldığı görülmüştür.

4.4.2. Bafra Ovasına Ait Agroekolojik Zonlar

Bafra Ovası Agroekolojik zonlama çalışmasında toprak, topografya ve iklim modellerinin birlikte analizi sonucunda elde edilen zonlar ve bulgular Tablo 4.32'de verildiği gibidir.

Tablo 4.32. Bafra Ovası Agroekolojik Zonlama Çalışmasında Elde Edilen Zonlar ve Bulgular

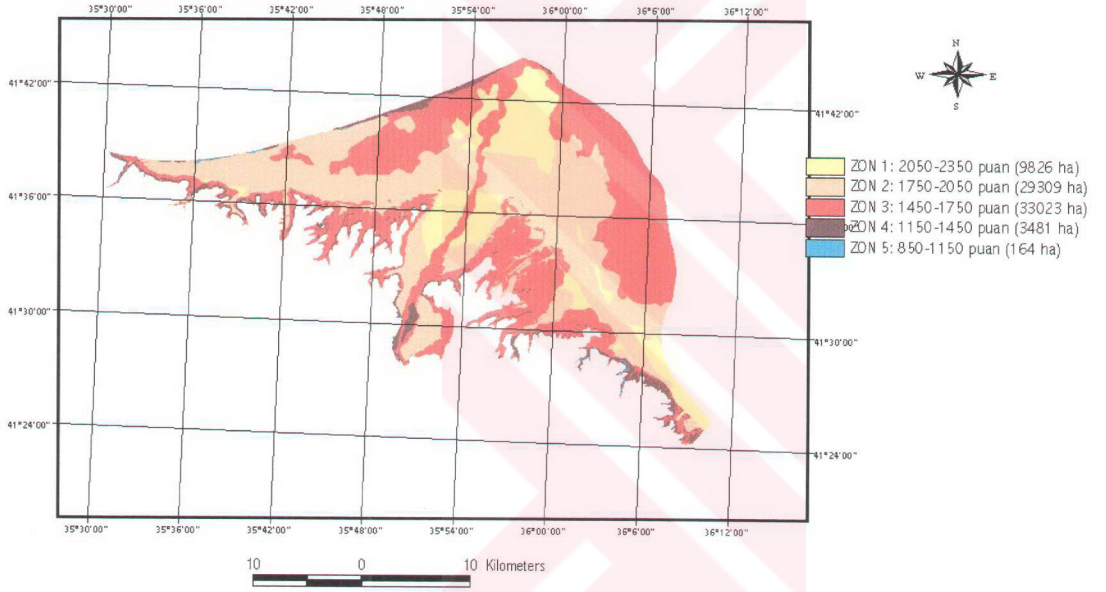
Zonlar	Puan	Alan (ha)	Yüzde (%)
1. Zon	2050-2350	9826	13
2. Zon	1750-2050	29309	38.7
3. Zon	1450-1750	33023	43.6
4. Zon	1150-1450	3481	4.6
5. Zon	850-1150	166	0.2

Tablo 4.32'de verilen durum Bafra Ovası Agroekolojik zonları halinde Şekil 4.32'de de görülmektedir. Ele alınan toprak, topografya ve iklim faktörleri bakımından her bir pikselin almış olduğu toplam puanların (987 ile 2164 puan arasında) 300 er puanlık artışlarla sınıflandırılması sonucunda Bafra Ovasında bitkisel üretim potansiyeli bakımından beş adet zon oluşturulmuştur.

1. ZON: Almış olduğu 2050-2350 puan ile Bafra Ovasında bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan zondur. Ağırlıklı olarak Kızılırmak boyunca olmak üzere az bir bölümü de ovanın güneydoğu ucunda oluşan bu zon (sarı renkli) 9826 ha ile ovanın %13'lük bölümünü oluşturmaktadır.

Toprak özellikleri bakımından incelendiğinde ince bünyeli alüvyal topraklardan oluştuğu görülmektedir. Erozyon ve drenaj bakımından herhangi bir sorunun olmadığı bu zonda 1. sınıf topraklar hakimdir.

Topografik özellikleri bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 0-20 m arasında değiştiği ve hakim eğimin %0-2 arasında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.32. Agroekolojik Zonlama Çalışmasında İle Bafra Ovasında Elde Edilen Zonlar

İklim faktörleri bakımından değerlendirildiğinde ise yıllık toplam yağışın 1000 mm, ortalama sıcaklık değerinin ise 14-15 ^{0}C arasında olduğu görülmektedir. Bitki büyüme periyodu uzunluğu bakımından aynı sınıfa (275-300 gün) girmektedir.

1. zona giren alanlar kompozit toprak modeli ve kompozit topografik model içinde en yüksek puanları almış ve bu katmanlar açısından bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan alt zonlara girmiştir. Kompozit iklim modeli bakımından ise en düşük puanı alarak iklim faktörleri açısından tarımsal üretim potansiyeli en düşük olan 3. alt zonda yer almıştır. İklim faktörleri bakımından düşük değerler almasına rağmen bu bölge özellikle toprak ve topografik faktörler açısından (iyi drenaj, 1. sınıf topraklar, düşük eğim ve yükseklik değeri) çok iyi durumda olduğundan 1. zona girerek ele alınan bütün faktörler açısından değerlendirildiğinde tarımsal üretim potansiyeli en yüksek olan alanları oluşturmuştur.

2. ZON: Almış olduğu 1750-2050 puan ile Bafra Ovasında bitkisel üretim potansiyeli bakımından 1. zondan sonra gelmektedir. Bafra Ovasında ağırlıklı olarak doğu-batı doğrultusunda ve az bir bölümü de Kızılırmağın güney kesiminde oluşan 2. zon (açık kahve renkli) 29309 ha alan ile ovanın %38.7'lik bir bölümünü oluşturmaktadır.

Toprak özellikleri bakımından incelendiğinde ince bünyeli alüvyal topraklardan oluştuğu görülmektedir. Genel olarak yetersiz drenaj koşullarının görüldüğü bu zonda Kızılırmak kıyılarında iyi drenaj koşulları hakimdir. Erozyon bakımından herhangi bir sorunun olmadığı bu zonda arazi kullanım kabiliyet sınıfı bakımından 1. ve 2. sınıf topraklar vardır.

Topografik özellikler bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 0-40 m arasında değiştiği ve hakim eğimin %0-2 arasında olduğu görülmektedir.

İklim faktörleri bakımından değerlendirildiğinde ise yıllık toplam yağışın 800 mm, ortalama sıcaklık değerinin ise 14-15 ^{0}C arasında olduğu görülmektedir. Bitki büyüme periyodu uzunluğu bakımından ise 2. zonun tamamı 275-300 günlük değere sahiptir.

2. zona giren alanlar kompozit toprak modeli içinde en yüksek puanı almış ve bu katman açısından bitkisel üretim potansiyeli en yüksek olan sınıfa girmiştir. Kompozit topografya modeli bakımından ise ovanın güneyindeki yüksek bölgelere kadar olan kısım aldığı 450-550 puan ile 1. alt zona girerken yüksek bölgelerdeki kısım aldığı 350-450 puan ile

2. alt zona girmiştir. Kompozit iklim modeli bakımından ise ortalama olarak aldığı 700-800 puan ile 3. alt zona girmiştir.

3. ZON: Bu zon 1450-1750 arasında puan alarak bitkisel üretim potansiyeli bakımından 3. sırada yer almıştır. Bafra Ovasında 3. zonun bulunduğu yerler kuzeydeki kıyı bölgeler ile güneydeki yüksek kesimlerdir (koyu kahve renkli). 3. zon 33023 ha alan ile ovanın %43.6'lık bölümünü oluşturmaktadır.

Bu zonu iki kısma ayırarak incelemek doğru olacaktır; Kıyı bölgelerde kalan alanlar ve yüksek bölgelerde kalan alanlar.

3. zonun kıyı bölgelerde Kızılırmak sağ sahil kesiminde kalan alanlarında kaba bünyeli topraklar, sol sahilde kalan kesiminde ise ince bünyeli topraklar hakimdir. Erozyon bakımından herhangi bir problemin olmadığı bu alanlarda kötü drenaj koşulları varken arazi kullanım kabiliyet sınıfı bakımından da 6. ve 7. sınıf topraklar hakimdir. Kompozit toprak modeli bakımından değerlendirildiğinde sağ sahilde kalan bölümü 4. alt zona, sol sahilde kalan bölümü ise 3. alt zona girdiği görülmektedir. 0-10 m arasında yüksekliğe sahip olan bu alanlarda %0-2 eğim görülmektedir. Kompozit topografik model bakımından en yüksek puanları alarak 1. alt zona girmiştir. Yıllık toplam yağış miktarı 800 mm olup yıllık sıcaklık ortalaması 14-15 ^{0}C arasındadır. Kompozit iklim modeli bakımından 3. alt zona girmektedir.

3. zonun ovanın güneyinde kalan yüksek kesimlerinde ise orta bünyeli topraklar hakimdir. Orta derecede erozyonun gözlendiği bu bölgede drenaj açısından herhangi bir problem bulunmamaktadır. Kompozit toprak modeli bakımından ise aldığı 400-600 puan ile 2. alt zona girmektedir. Topografik özellikler bakımından değerlendirildiğinde yükseklik değerinin 50 m den fazla ve %0-2 eğime sahip olduğu görülmektedir. Bu kısım kompozit topografik model bakımından aldığı toplam 250-300 puan ile 3. alt zona girmiştir. Yıllık toplam yağışın 800 mm ve ortalama sıcaklığın 13-14 ^{0}C arasında olduğu bu bölge kompozit iklim modeli bakımından 3. alt zona girmiştir.

Yukarıda açıklanan özelliklere bakıldığında 3. zonda bitkisel üretim potansiyeli bakımından farklılıklar olduğu gözlenebilmektedir. 3. zonun kıyı bölgelerinde kalan kısımları iklim ve topografik faktörler bakımından uygun durumda olmasına rağmen toprak faktörleri bakımından olumsuz özelliklere sahiptir. Ovanın güneyinde kalan kısımlarda ise toprak faktörleri açısından önemli bir kısıtlamanın olmamasına rağmen topografik yapı ve düşük sıcaklık ortalaması nedeniyle olumsuzluklara sahiptir. Bütün bu faktörler göz önüne

alındığında 3. zonun kıyı bölgelerinin mevcut koşullar altında bitkisel üretime elverişli olmadığı fakat yüksek kesimlerinin uygun olduğu söylenebilir.

Güncel uydu verilerinden yararlanılarak yapılan inceleme sonucunda da bu zonun Kızılırmak sağ sahilinde kalan kıyı bölgesinde göller, bataklıklar ve kumsalların olduğu, sol sahilde ve yüksek kesimlerde ise tarımsal faaliyetlerde bulunulduğu gözlenmiştir.

4. ve 5. ZON: Ele alınan iklimsel faktörler bakımından önemli sıkıntıların olmadığı fakat toprak ve topografik faktörler bakımından olumsuz şartlara sahip olan zonlardır. Almış oldukları toplam 850-1450 puan ile ova toprakları içerisinde 3647 ha (%4.8)'lık bir alan kaplamaktadırlar. Kıyı bölgelerinde kalan kısımların kumsal ve bataklık olması, ovanın güney kesimlerinde kalan kısımlarının eğim ve yükseklik değerlerinin tarımsal faaliyetlere uygun olmayışı nedeniyle bu zonları tarımsal üretime elverişli olmayan zonlar olarak yorumlayabiliriz. Güncel uydu verilerinin değerlendirilmesi sonucunda da bu zonlara giren alanların kumsallardan, bataklıklardan ve eğimli arazilerden oluştuğu gözlenmiştir.

Genel olarak Bafra Ovasında oluşan zonlar güncel uydu verileri kullanılarak değerlendirildiğinde yapılan zonlamanın doğru olduğu sonucuna varılmaktadır. Özellikle 1. ve 2. zonların günümüzde tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı alanlar olduğu, 4. ve 5. zonlarda ise herhangi bir tarımsal faaliyetin olmadığı uydu verilerinden açıkça görülmektedir. 3. zonun ise yukarıda anlatılan şekilde ovanın kuzeydoğusunda kalan kısımlarında herhangi bir tarımsal faaliyetin olmadığı, Kızılırmak sol sahili ile yükseklerde kalan bölümlerinde tarımsal faaliyetlerin olduğu görülmüştür. Ovanın ortasında yer alan tarımsal üretim potansiyeli en yüksek 1. zonda Bafra ilçesinin büyük bir yer kapladığı görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeryüzündeki doğal kaynakların bilinçsiz ve hızlı tüketim nedeni ile bozulan ekolojik dengenin bugünkü durumuyla korunabilmesi, hızla artan nüfus, doğal afetler ve insanoğlunun olumsuz etkisi ile hızlı tükenen ve üretim gücü zayıflayan üretim alanlarından, günümüzde stratejik önem kazanmış temel gıda üretiminin karşılanması, ancak bu üretim alanlarını bilmek, tanımak ve onu koruyabilecek senaryolar hazırlamakla mümkün olacaktır.

"Eko-coğrafi analiz" anlamında da kullanılan Agroekolojik zonlama, isminden de anlaşılacağı gibi, coğrafi faktörler ile ekolojik faktörlerin birlikte incelenip, irdelenerek belirli bir amaçla arazinin tasnifinde kullanılmaktadır. Çok karmaşık olan ve birbirlerinden doğrudan ya da dolaylı şekilde önemli düzeyde etkilenen bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi büyük öneme sahip olan bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapılan çalışma ile ortaya çıkan zonlar, yalnızca doğal ekolojik faktörlerin tarıma olan etkilerinin değerlendirilmesi düşünülerek ortaya çıkarılmış olan zonlardır. İnsan faktörünün etkilerinin belirlenmesi ve daha fazla tarımsal etkinliklere ait yol gösterici bulguların elde edilmesi, ancak uydu görüntü verilerinin daha fazla kullanıldığı ve bunların yer çalışmalarıyla desteklendiği çalışmalarla elde edilebilir. Gerçekte bu çalışmanın bir amacı da hedef araziyi tüm faktörler bakımından kabaca gözlem altına almak ve daha fazla sorunlu olan bölgeleri saptayarak gelecekte yapılacak olan çalışmalara zemin hazırlamaktır.

Bu tür çalışmalar, gelişmiş ülkelerde yıllar önce yapılmaya başlanmış ve sonuçlar kullanıcılara sunulmuş durumdadır. Bütün Avrupa Birliği ülkelerinin toprakları, CBS metotları ile bitkisel üretim potansiyelleri bakımından sınıflandırılmış ve sonuçları 1992 yılında yayınlanmıştır (Lanen ve ark., 1992). Yapılan çalışmalarda da verilen sonuçlar bir veri kaynağı olarak ülkeler tarafından yoğun olarak kullanılmaktadır.

Zonlama çalışmalarının en büyük yararları, dikkate alınan bütün faktörler bakımından amaca uygunluk gösteren alanların belirlenmesi ve yapılacak işlerin elde edilen sonuçlara göre yönlendirilmesine olanak tanımasıdır. Bu tarz yaklaşımlar ile yatırımlar optimum ekonomik ve çevresel gelirin sağlanabileceği bölgelere yönlendirilebilmektedir.

Alternatif arazi kullanım tiplerinin performansları değerlendirildiğinde tek bir kriter ile yapılan değerlendirilmeler çoğunlukla, karar vericilerin isteklerine cevap verememektedir. Genelde kaynak yönetimi ile ilişkili olan birçok pratik problem için çok faktörlü bir doğaya

sahip olan isteklerdir. İçerdiği veri miktarının çok fazla olmasından dolayı bu tarz isteklere cevap verebilecek metotlar özellikle bilgisayar ortamına uygunluk göstermektedir

Bu şekilde çok faktörlü yaklaşımlar, hedef bölgede birçok faktör bakımından iyi durumda olmasına rağmen bazı faktörler bakımından olumsuz özelliklere sahip alanların saptanmasında ve olumsuz özelliklerin iyileştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalara olanak tanımaktadır.

Agroekolojik zonlama çalışmalarının yararlarından bir tanesi de amaçlanan hedefe uygunluk gösteren alanları çok değişik faktörleri göz önüne alarak belirleyebilmektir. Örnek olarak yerleşim, yol, fabrika, sanayi vb. amaçlarla kullanılabilecek alanların etkili kısıtlarıda göz önüne alınarak belirlenebilmesi verilebilir. Yatırımların bu tarz çalışmaları baz alarak yapılması zaman, ekonomi, iş gücü v.b. açılardan da yararlar sağlayabilmektedir. Çarşamba ve Bafra Ovalarında yapılan Agroekolojik zonlama çalışmasında tarımsal potansiyeli en yüksek alanlarda yerleşimin hızla büyüdüğü ve binlerce hektarlık alanların tarımsal amacın dışında kullanıldığı saptanmıştır. Bu durum Çarşamba ve Bafra ovaları Agroekolojik zonlamasında 1. ve 2. zonlara giren alanlarda görülmektedir.

Çarşamba ve Bafra Ovalarında yapılan Agroekolojik zonlama çalışması sırasında bazı sorunlarla karşılaşılmıştır ki bunlardan birincisi, özellikle toprak ve iklim gibi verilerin güncel bilgileri içermemesi ikincisi ise çalışma alanı olarak seçilen bölgelerin ele alınan inceleme kriterleri bakımından çok fazla değişkenlik göstermemesi olarak belirlenmiştir.

Verilerin güncel olmayışı nedeniyle karşılaşılan sorunlar uydu verileri de kullanılarak giderilmeye çalışılmıştır. Örneğin toprak haritasında 6. sınıf tarım alanları olarak tanımlanan Bafra Ovası sol sahilindeki bölge uydu verilerinin incelenmesi sonucunda günümüzde tarımsal faaliyetlerin yapılabildiği alanlar olarak saptanmıştır. Bu durum ovada drenajı kötü olarak tanımlanan alanların tarla içi drenaj sistemlerinin tesisinin sonucunda drenajı iyi ve tarıma uygun topraklar haline gelmesinin sonucu olarak yorumlanabilir.

Karşılaşılan diğer sorun ise çalışma alanı olarak seçilen bölgelerin ele alınan kriterler bakımından çok fazla değişim göstermemesidir. Zonların oluşmasında iklim faktörlerinin değişken olmaması nedeniyle etkisi fazla olmamakla birlikte topografik faktörlerin de arazi eğiminin ovaların genelinde düz yada düze yakın olması nedeniyle düşük oranda etkili olabilmiştir. Bununla beraber zonların oluşmasında en büyük etkiyi toprak faktörleri göstermiştir.

İklim faktörleri bakımından ovalarda çok farklı bir yapı gözlenememiştir. Bu durum iklim faktörleri açısından elde mevcut olan verilerin yeterli olmayışı ve ovaların kendi içinde iklimsel parametreler açısından benzerliğe sahip olması olarak yorumlanabilir. İklim modelinin tam olarak oluşturulabilmesi ve beraberinde Agroekolojik zonların oluşturulmasındaki etkilerinin artırılması için; nem, potansiyel buharlaşma, minimum ve maksimum sıcaklıklar, ışıklanma durumu, toprak sıcaklığı gibi ayrıntılı bilgilerin de alınarak bağımsız katmanlar halinde değerlendirilmesine bağlıdır.

Yapılacak olan Agroekolojik zonlama çalışmalarının amaca hizmet edebilmesi için geniş alanlarda yapılması daha uygun olacaktır.

Çarşamba ve Bafra ovalarında önemli Agroekolojik zonların çıkarılması amacıyla yapılan bu çalışmanın incelenmesi sonucunda da anlaşılabileceği gibi herhangi bir alan ele alınan bir kriter bakımından amaca uygunluk gösterirken diğer bir kriter bakımından olumsuzluklara sahip olabilmektedir. Bu durum özellikle tarım gibi çok farklı değişkenlerin etkili olduğu konularda önem kazanmaktadır. Değerlendirmelerin sonuca etkili olabilen bütün faktörlerin dikkate alınarak yapılması daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. Agroekolojik zonlama çalışmaları, bu şekilde değişik faktörlerin dikkate alınması gerektiği koşullarda uygulanması daha gerçekçi sonuçların alınmasına olanak sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

Addeo, G., Guastadisegni, G. and Pisante, M., 2001. Land and Water Quality for Sustainable and Precision Farming, 1. World Congress on Conservation Agriculture, 1-5 October 2001, Madrid.

Ağdağ, 1994. Çiftlik Sistemleri Araştırma Projesi Eğitim Notları, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.

Ağdağ, 1998. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarımda Kullanımı ve Samsun İlinin Coğrafi Bilgi Sistemi Katmanları Kullanılarak Bitki Yetiştiriciliği Bakımından Önemli Olan Agroekolojik Zonlarının Tespiti, Doktora Semineri, Ondukuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Akropol Inc., 2002. Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS), www.akropol .com.tr.

Apan, M. ve Bayrak, F., 1988. Bafra Ovasının Sulama Yönünden Genel Sorunları ve Gelecekteki Uygulamalara İlişkin Öneriler, Bafra Ovası Tarım Sempozyumu, 11-12 Ocak 1988, Samsun, 350s.

Apan, M., Demir, Y. ve Kara, T., 1995. Bafra Ovasının Kültürteknik Yönünden Sorunları ve Sosyo-Ekonomik Yapısının Belirlenmesi, O.M.U.Z.F. Dergisi 10(1):127-142.

Aronoff, S., 1989. Geographical Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottowa, 294 p.

Bayraklı, F. ve Özdemir, O., 1988. Bafra Ovası Topraklarının Toprak Verimliliği ve Gübrelemeye İlişkin Sorunları, Bafra Ovası Tarım Sempozyumu, 11-12 Ocak 1988, Samsun, 350s.

Bhan, S.K., Saha, S.K., Pande, L.M. and Prasad, J., 1997. Use of remote Sensing and GIS Technology in Sustainable Agricultural Management and Development, India Institute of Remote Sensing, India.

Bossuyt, B., Dercan, G., Bievre, B., Cisneros, F., Deckers, J. and De-Bievre, B., 1997. Agroecological Zoning of The Austro Ecuatoriano Diagnostic Planning for Nature Conservation and Sustainable Landuse, Lan-Chatham. 1:3, 159-170.

Burrough, P. A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford.

Burrough, P. A., 1998. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford University Press, 2. ed.

Datum Bilgi İşlem Hizmetleri A.Ş. 1997. GIS Nedir?, Datum Bilgi İşlem Hizmetleri A.Ş.

DMİ, 1989. Türkiye Klima Atlası, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayını (DMİGM), Ankara.

DSİ, 1980. Aşağı Yeşilırmak Projesi Çarşamba Ovası Bünye Dağılım Haritası (Ölçek:1/25000), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun.

DSİ, 1984. Bafra Projesi Planlama Revizyonu Detaylı Toprak Bünye Dağılım Haritası (Ölçek:1/25000), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü VII. Bölge Müdürlüğü, Samsun.

Environmental Conservation Service Task Force, 1981. Ecological Land Survey Guidelines for Environmental Impact Analysis. Ecological Land Classification Series No. 13. Federal Environmental Assessment and Review Process, Lands Directorate, Environment Canada and Federal Environmental Assessment Review Office (FEARO) Ottawa.

ESRI. Inc., 2002. www.esri.com.

FAO, 1996. Agroecological Zoning- Guidelines, FAO Soil Bulletin 73, Roma.

FAO and BARC, 1998. Geographic Information Systems and Agroecological Zones Database for Agricultural Development in Bangladesh, Bangladesh Agricultural Research Coincil (BARC), Dhaka/Bangladesh (http://www.fao.org/landandwater /agll/bgdlris /index).

FAO, 2002. http://www.fao.org/landandwater/agll/aez.stm.

Fischer, G., Shah, M., Velthuizen, H.V. and Nachtergaele, O.F., 2001. Global Agroecological Assessment for Agriculture in the 21 st. Century. FAO Food Report.

Hartkamp, D. A., White, W. J. and Hoogenboom, G., 1999. Interfacing Geographical Information Systems With Agronomic Modeling: A Review. Agronomy Journal, 91: 761 772.

KTÜ., 2002. www.ktu.gislab.com.tr.

Lanen, V., Reinds, C. J., Van Lanen, H. A. J., Bulens, J. D. and Bregt, A. K., 1992. Physical Land Evaluation Methods and GIS to Explore The Crop Growth Potantial and 1.st Effect Within The Europan Comminities, Jour. Agricultural Sys., 39: 307-328.

Loh, K.F., Surip, N. and Hashim, S.A., 1998. Agroecological Zoning for Southwest Selangor Using Remote Sensing and Geographic Information System. Malaysian Centre for Remote Sensing (MACRES) (http://www.gisdevelopment.net/application /agriculture /overview/ index).

Maguire, D. J., 1992. An Overview and Definition of GIS, in Maguire D. J., Goodchild M., Rhind D (eds.), Geographical Information Systems Principles and Applications, Vol.1, Longman, London.

Midmore, D.J. and Poudel, D.D., 1996. Asian Vegetable Production Systems for The Future, Agricultural Systems, 50(1); 51-54.

Narrain, P. and Koroluk, R., 1999. Land Use Classification for Agri-environmental Statistic/Indicators, Statistical Commission and Economic Comission for Europe, Conference of Europan Statisticians, Working Paper No:13, Israel.

Özel, M.E., Yıldırım, H., Ağdağ,M.İ, Alparslan, E., Torun, M., Aydöner, C., Elitaş, S., Dağcı, M., Erkan, B., Dok, M. and Duran, H., 1999. Agro-ecological Zoning By Use of Satellite Remote Sensing and GIS. Third Turkish-German Joins Geodetic Days, 1-4 June 1999, Istanbul.

Pariyar, M.P. and Singh, G., 1995. GIS Based Model for Agroecological Zoning: A Case Study of Chitwan District/Nepal, Agricultural and Food Engineering Program School of Environment, Resources and Development Asia, Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

Parker, D. H., 1988. The Unique Qualities of A Geographic Information Systems: A Commentory, Photogrammetric Engineering and Remoote Sensing, 54 (11): 1547-1549.

Patel, N.R., Mandal, U.K. and Ponde, L.M., 2000. Agroecological Zoning System A Remote Sensing and GIS Perspective, Journal of Agrometeorology, 2:1, 1-13.

Quiroz, R., Zorogastua, P., Baigorria, G., Barreda, C., Valdivia, R., Cruz, M. and Reinoso, J., 1999. Toward A Dynamic Definition of Agroecological Zones Using Modern Information Technology Tools, CIP Program Report 1999-2000, 361-370.

Rojas, O.E. and Eldin, M., 1983. Agroecological Zoning for Sugarcane (Sacchorum spp.) Cultivation in Costa Rica. Turrialba, 33:2, 151-159.

Sesören, A., 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, MART Matbaacılık Sanatları Ltd.Şti., İstanbul, 114 s.

Sivakumar, M.V.K., Valentin, C., Greenland, D.J., Gregory, P.J. and Nye, P.H., 1997. Agroecological Zones and The Assessment of Crop Production Potential, Biological Sciences, 352: 907-916.

TOPRAKSU, 1984. Samsun İli Arazi Varlığı, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:784, Ankara.

Turoğlu, H., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Acar Matbaacılık ve Yayıncılık Hizmetleri A.Ş., İstanbul, 246 s.

White, H.D., Lubulwa, A.G., Menz, K., Zuo, H., Wint, W. and Slingenbergh, J., 2001. Agro-climatic Classification Systems for Estimating The Global Distribution of Livestock Numbers and Commodities, Environment International, 27(2-3): Page:181-187.

Yazdanpanah, H., 2001. Agroclimatic Zoning of Azarbaijan Province for Rainfed Almond, MSc. Thesis, Tehran University, Iran (http://www.gisdevelopment.net/application/agriculture/overview/index.htm).

Yingjajaval, S. and Sangkhasila, K., 1994. Land Suitability Assessment for Thailand: A Case Study, World Soil Resources Reports, No:75, 145-170.

Yomralıoğlu, F., 1999. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Kampus Bilgi Sistemi Tasarımı; Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜBİS) Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64 s.

Yomralıoğlu, T. ve Çelik, K., 1994. "GIS?", 1. Ulusal CBS Sempozyumu, Trabzon.

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Akademi Kitapevi, Trabzon, 480 s.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Samsun'da doğdu. İlk öğrenimini Giresun ve Sivas'ta, Orta öğrenimini Amasya'da tamamladı. 1991 yılında Samsun Veteriner Sağlık Meslek Lisesini kazandı ve bu okuldan 1994 yılında mezun oldu. 1995 yılında Veteriner Sağlık Teknisyeni olarak Kars Tarım İl Müdürlüğünde göreve başladı. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Tapılar ve Sulama Bölümünü kazandı. Lisans öğrenimini 1999 yılında bölüm birincisi olarak tamamladı. Aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Programında Yüksek Lisans Eğitimine başladı. 2000 yılında Çorum Tarım İl Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak atandı ve Uğurludağ İlçesinde Tarım İlçe Müdürlüğü görevini yaptı. 2001 yılından itibaren Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaktadır.