ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

SEYHAN HAVZASINDA AGRO-EKOLOJİK ZON TEMELLİ TARIMSAL ALAN KULLANIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ADANA-2019

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SEYHAN HAVZASINDA AGRO-EKOLOJİK ZON TEMELLİ TARIMSAL ALAN KULLANIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

DOKTORA TEZİ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/05/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

.....	.....	.....
Prof.Dr. Süha BERBEROĞLU	Prof.Dr. Alhan SARIYEV	Doç.Dr. Cenk DÖNMEZ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE
.....	.....	
Doç.Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN	Doç.Dr. Onur ŞATIR	
ÜYE	ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof.Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

SEYHAN HAVZASINDA AGRO-EKOLOJİK ZON TEMELLİ TARIMSAL ALAN KULLANIM ÖNERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
Yıl: 2019, Sayfa: 201
Jüri : Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
: Prof. Dr. Alhan SARIYEV
: Doç. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN
: Doç. Dr. Cenk DÖNMEZ
: Doç. Dr. Onur ŞATIR

Bu çalışmanın temel amacı Seyhan Havzası'nda özellikle tarımsal üretim üzerinde etkin olan çevresel faktörler ve bunlara bağlı gelişen çevresel risk süreçlerini konumsal olarak tahmin ederek peyzaj birimleri bazında dinamik ve öngörü odaklı bir agro-ekolojik zonlama yaklaşımı geliştirmektir. Bu kapsamda Seyhan Havzası'nda çevresel faktörlere bağlı olarak üretilen peyzaj birimleri, agro-ekolojik odaklı özelleştirilmiş ve en doğru alan kullanım hedefleri doğrultusunda tarımsal alanlar için ideal ürün önerileri ortaya konulmuştur. Böylelikle tarımsal alanların optimum kullanımı, doğal alanlar üzerindeki yanlış alan kullanım baskısı azaltılarak alan kulanımı ile doğa koruma arasındaki dengenin sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışma ile Seyhan Havzası için hedeflenen agro-ekolojik zonlama sürecinde öncelikle Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla iklim, arazi örtüsü, topografya, jeoloji ve toprak yapısı gibi temel çevresel faktörler konumsal olarak ifade edilmiştir. Bu çevresel faktörler temel alınarak CBS ortamında peyzaj birimlerinin üretilmesi ve çalışma alanı kapsamında en etkin çevresel risk süreci olan toprak erozyonunun modellemesi gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak ilgili çevresel faktörler kullanılarak alanda üretimi yapılan 23 ürün grubu özelinde her peyzaj birimi için su bütçesi hesaplanmıştır.

Ürün grubuna özel su bütçesi, alanın toprak özellikleri, sıcaklık ve erozyon katmanlarından uygunluk indeksleri üretilerek çok-kriterli analiz ile birleştirilmiştir. Bu uygunluk indeks katmanları kullanılarak her peyzaj birimi nitelendirilmiş ve agro-ekolojik zonlar tanımlanmıştır. Böylece Seyhan Havzası için agro-ekolojik zonlar temelinde ürün uygunluk indeksleri ve öncelik sıralaması oluşturularak optimal alan kullanımı için ekolojik peyzaj planlama önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Agro-Ekoloji, Erozyon, Su Yeterlilik İndeksi, Tarımsal Uygunluk, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Seyhan Havzası.

ABSTRACT

PhD THESIS

DEVELOPING AGRICULTIRAL LAND USE SCHEME BASED ON AGRO-ECOLOGICAL ZONNING FOR SEYHAN RIVER BASIN

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

Supervisor : Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
Year: 2019, Page: 201
Jury : Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU
: Prof. Dr. Alhan SARIYEV
: Assoc. Prof. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN
: Assoc. Prof. Cenk DÖNMEZ
: Assoc. Prof. Onur ŞATIR

The major aim of this study was to build a dynamic agro-ecological zoning approach based on incorporating landscape units and spatial modelling of environmental factors, which are affecting agricultural production, and related environmental risk processes in the case of Seyhan River Basin. In this extend landscape units derived through overlay analysis of environmental factors, were enhanced with agro-ecological perspective and as a result of this process appropriate crop pattern was proposed considering optimum land use efforts. These optimal agricultural land use options will enable the balancing of trade offs between land use and conservation activities to diminish the detrimental impacts of improper land use on natural environment.

The essential environmental factors such as climate, land cover, topography, geology, and soil properties were spatially created in the first step of agro-ecological zoning process for Seyhan Basin using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS). Landscape units were derived and erosion as one of the major environmental risk process in the area was modelled within GIS environment using these data. Additionally, water budget of each landscape units were calculated using related environmental factors for 23 crop groups proposed in the basin.

Suitability indices were produced from layers of water budget, soil properties, temperature, erosion and then merged to a single suitability index layer for each crop group using Multi Criteria Analysis. These suitability indices were used to qualify each landscape units to one of the defined agro-ecological zones. Finally, ecological landscape planning suggestions were presented for optimal land use by generating crops suitability indexes and ranking in terms of agro-ecological zones of Seyhan River Basin.

Keywords: Agro-Ecology, Erosion, Water Satisfaction Indekx, Agricultural Suitability, Remote Sensing, Geographic Information System, Seyhan River Basin.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak artan gıda ihtiyacı, tarımsal alanlarda verim arttırmaya yönelik faaliyetler ve yanlış alan kullanımları, tarımsal alanların hızla tahrip olmasına ve tarımsal faaliyetler için bakir alanlara yönelinmesine sebep olmaktadır.

Doğal kaynakların optimal kullanımını sağlarken aynı zamanda ekosistemi göz önünde bulunduran yaklaşımların kullanım planlarına dahil edilmesi kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından çok önemlidir. Bu nedenle agro-ekolojik zonlama yaklaşımı genel ve çalışma alanı özelinde olası faydaları ve modelleme yaklaşımları kapsamında irdelenmiştir.

Peyzajların alan kullanımlarından etkilenme dereceleri peyzaj tipine ve yapısına göre değişmektedir. Peyzajların koruma-kullanma dengesine göre yönetilebilmesi için alanın fiziksel ve biyolojik özellikleri tespit edilerek ihtiyaçlar doğrultusunda planlanması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar iklim değişikliği sonucu artan sıcaklık ve buna bağlı olarak ilerde artacağı düşünülen kuraklığın en çok etkileyeceği kaynakların başında tarımsal peyzajların geldiğini göstermektedir.

Tarımsal peyzajlar yapılan faaliyetlerin yoğunluğuna, peyzaj tipine göre çok çeşitli ve yoğun baskılara maruz kalmaktadır. Doğal kaynak potansiyeli, olası riskler ve sosyo-ekonomik faktörlerin birlikte değerlendirilmesine imkan veren agro-ekolojik zonlama ile en uygun alan kullanım planlaması yapılarak kaynakların sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir. Agro-ekoloji, 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, iklim faktörleri ve çevresel risk faktörleri göz önüne alınarak homojen olan küçük parçalara ayrılmasıdır.

Belirtilen amaç kapsamında; Seyhan Havzası örneğinde uzaktan algılama ve CBS yardımıyla uygun modeller kullanılarak alanın peyzaj birimleri

oluşturulmuş, tüm havza için mevcut erozyon durumu, ürün su bütçesi modeli tahmin edilmiş ve belirlenen 23 ürün grubu için ekolojik istekler belirlenmiştir. Tüm bu verilerin birleşimi ile agroekolojik zonlar ve tarımsal ürün önerileri her bir peyzaj birimi için konumsal ve niceliksel olarak tahmin edilmiştir. Bu çalışmada agroekolojik zonlama tarımsal alanların fiziksel durumunu ve ekolojik faktörleri birarada değerlendiren bir yaklaşım getirerek kaynakların koruma-kullanma dengesini gözeten benzer peyzaj tipleri ve amaç doğrultusunda yapılacak olası çalışmalara örnek teşkil edecektir.

Seyhan Nehri, Türkiye'nin Akdeniz'e dökülen en önemli nehirlerden biridir. Uzunluğu 560 km olan nehrin iki önemli kolu vardır. Seyhan Havzası'nda iklim, yer şekli ve toprak özelliklerine göre farklı üç kesimde arazi kullanım şekilleri de değişmektedir. Güneyde Çukurova'da ve buradan yükseltilere geçişteki eteklerde yoğun tarım yapılmaktadır. Alüvyal ovada buğday, mısır, pamuk ve turunçgil tarımı yaygındır. Pamuk alanında tahıllar, baklagiller arada ekim nöbetine girer. Ayrıca ovada ve eteklerde sebze ve meyve de yetiştirilir.

Seyhan havzası çok geniş tarımsal alanlara sahiptir. Bu çalışmada peyzaj karakter analizi yapılarak alanın daha detaylı analiz edilmesi ve daha doğru agroekolojik zonlama yapılabilmesi için alana ait iklim, sayısal yüksek modeli, bakı, toprak derinliği, toprak arazi kullanım kabiliyeti, CORINE arazi örtüsü ve jeoloji verileri kullanılmışır. Verilerin üst üste çakıştırılması yöntemiyle toplamda 31.367 peyzaj birimine ayrılmıştır. Bu birimlerin en küçüğü 25 ha yüz ölçümüne sahip iken en büyüğü 14247 ha alana sahiptir. Ortalama birim alanı ise 78.6 ha'dır.

Agroekolojik zonlama yaparken çevresel risk faktörlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda erozyon durumu RUSLE metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Seyhan havzası için erozyon 0 ile 445 ton/ha*yıl arasında bulunmuştur. Tüm alan için birim alandaki ortalama erozyon 14.03 ton/ha*yıl değerine ulaşırken standart sapma ise 19.87 olarak tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında Akdeniz Bölgesi'nde yetişen ürünler uzman görüşü alınarak gruplandırılarak toplam 23 ürün grubu belirlenmiştir. Bu ürün grupları

serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, sıcak mevsim baklagiller, yağ bitkileri, lif bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, maydonoz, baklagil yem bitkileri, yumuşak çekirdekli meyveler, kabakgil, bağcılık, sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler, üzümsü meyveler, patlıcan, mera, soğangiller, ebegümecigiller, turpgiller, turunçgiller, subtropik meyveler'dir.

Çalışmada ürünlerin ihtiyaç duyduğu ürün su bütçesi durumunun tespiti için Gıda Tarım Örgütü (FAO) tarafından geliştirilen agrometshel modeli kullanılmıştır. 23 ürün grubu için elde edilen su yeterlilik indeksi 0 ile 100 arasında değerler almaktadır. Sıfır değeri alan yerlerde su eksikliği olduğu, 100 değerine yaklaştıkça o ürün için su düzeyinin yeterli olduğundan söz edilebilir. Su yeterlilik haritalarının istatistiklerine bakıldığında ortalama su yeterlilik yüzdesi en yüksek baklagil yem bitkileri, turpgiller ve bağcılık ürün gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Ortalama su yeterlilik yüzdesinin en düşük olduğu ürün grupları ise patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir.

Ürün gruplarının ekolojik istekleri olan toprak (büyük toprak grupları, toprak derinlik) ve sıcaklık değerleri her ürün grubu için 0 ile 5 puan alarak ağırlıklandırılmıştır. Sonuç olarak toprak uygunluk ve sıcaklık uygunluk indeksleri tüm havza genelinde her ürün grubu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her ürün grubu için hesaplanan erozyon durumu ve ürün su bütçesi de 0 ile 5 arasında puan alarak ağırlıklandırılmış ve sonuç haritası olarak erozyon uygunluk ve ürün su bütçesi uygunluk indeksleri bulunmuştur.

Agro-ekolojik zonların tespiti için erozyon uygunluk indeksi, ürün su bütçesi indeksi, toprak uygunluk indeksi ve sıcaklık uygunluk indeksi sonuçları değerlendirilerek en yüksek uygunluk değerini alan ürün grupları tespit edilmiştir. Her bir peyzaj birimi için en yüksek puanı alan ürün grupları tespit edilerek birinci uygunluk haritası, ikinci en yüksek puanı alan ürün grupları tespit edilerek ikinci uygunluk sonuç haritası ve üçüncü en yüksek puanı alan ürün grupları tespit edilerek üçüncü uygunluk haritası sonuç olarak üretilmiştir.

Bu çalışma ölçeğe bağlı olarak parsel bazında detaydan, havza ölçeğine kadar geniş ölçekte bilgi sağlayabilmektedir. Buna örnek olarak üretilen veri tabanı temel alınarak Seyhan Havzasında yer alan ilçeler bazında tarımsal alanların agroekolojik ürün uygunluk durumları tespit edilmiştir. Detaylı verilen 23 ilçeden birincil uygunluk durumuna örnek olarak; Karataş ilçesi 700 km^2 tarımsal alana sahip olup model sonuçlarına göre belirlenen uygun ürün grupları serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, turunçgiller, ebegümecigiller, lif bitkileri, patlıcangiller, yağ bitkileri, sıcak mevsim baklagiller, baklagil yem bitkileri, serin mevsim baklagiller, kabakgiller, bağcılık, şeker bitkileri, nişasta bitkileri olarak belirlenmiştir. Çukurova ilçesi Seyhan Havzası içinde 114 km^2 tarımsal alana sahip olup serin iklim tahılları, turunçgiller, sıcak iklim tahılları, ebegümecigiller, sıcak mevsim baklagiller, nişasta bitkileri, yağ bitkileri, patlıcangiller, kabakgiller, serin mevsim baklagiller, şeker bitkileri, maydanozgiller uygun ürün grupları olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada Seyhan Havzası genelinde agro-ekolojik zonların oluşturulması sürecinde fiziksel faktörlerin yansıra ekolojik faktörlerin de modelleme sürecine dahil edilmesi ile diğer çalışmalardan farklı olarak ekolojik bir boyut kazandırılmıştır. Uzaktan algılama ve CBS'den faydalanarak tarımsal peyzajların koruma kullanma ilkesini gözeten ve aynı zamanda ürünlerin ekolojik isteklerini göz önünde bulunduran detaylı bir agroekojik zonlama çalışmasıdır. Bu zonlara uygun ürün grupları önerisi sunularak tarımsal peyzajların sürdürülebilir kullanımın sağlanması açısından fiziki planlara altlık olabilecek çıktılar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜRLER

Tez çalışmam boyunca örnek bir bilim insanı olarak bilimsel anlamda yol gösterici olan danışmanım Prof.Dr. Süha BERBEROĞLU'na gösterdiği tüm katkılar için teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez izleme jüri üyeliğini kabul ederek çalışmalarıma destek veren Prof.Dr. Alhan SARİYEV'e, Doç.Dr. Cenk DÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında elimi tutan ve bana gerçek sevginin ve özverinin, emek etmenin ne demek olduğunu gösteren, tüm akademik hayatım boyunca olduğu gibi doktora tez çalışmam süresince bana bilgi birikimini aktararak ilerleme büyük katkısı olan sevgili eşim Mehmet Akif ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecimde hayatımdaki en güzel armağanım olan ve hayatımı anlamlandıran en güzel yanım oğlum Hasan Ege bu süreçte bana güç verdin, umut oldun, yüzümdeki her daim tebessüm oldun. Teşekkür ederim oğlum varlığın için.

Doğduğum günden bugüne kadar bana destek olan annem, babam, ablalarım, kardeşlerime çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen Doç.Dr. Nazım AKSAKER'e teşekkür ederim.

Bu çalışmayı hazırlama sürecimde bana manevi olarak destek olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eşim ve oğluma ithafen...

Mayıs 2019

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜRLER VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
2.1. Toprak Erozyonu 7
2.2. Bitki Gelişim ve Ürün Su Bütçesi Modelleme 10
2.3. Ürünlerin Ekolojik İstekleri 13
2.4. Agro-Ekolojik Zonlama 15
3. MATERYAL VE METOD 21
3.1. Çalışma Alanı 21
3.2. Materyal 24
3.2.1. İklim Verileri 25
3.2.2. CORINE Arazi Örtüsü 25
3.2.3. Ürün Bilgisi 26
3.2.4. Sayısal Yükseklik Modeli 27
3.2.5. Uydu Verileri Temini 27
3.2.6. Diğer Veriler 29
3.3. Metot 29

3.3.1. Literatür Taraması ve Veri Temini 32
3.3.2. Veri Düzenleme ve Hazırlama 32
3.3.3. Modelleme 33
3.3.3.1. Peyzaj Birimlerinin Oluşturulması 33
3.3.3.2. Erozyon modelleme 35
3.3.3.3. Ürün Su Bütçesi Modeli 41
3.3.4. Ekolojik İstekler 44
3.3.5. Uygunluk Analizi 45
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 47
4.1. Veri Düzenleme 47
4.1.1. Toprak Haritasının Düzenlemesi 47
4.1.2. Jeoloji Haritasının Düzenlenmesi 53
4.1.3. Topoğrafik Veriler 56
4.1.4. İklim Verilerinin İnterpolasyonu 62
4.1.4.1. Maksimum Sıcaklık 62
4.1.4.2. Minimum Sıcaklık 63
4.1.4.3. Ortalama Sıcaklık 64
4.1.4.4. Yağış 65
4.2. Peyzaj Birimlerinin Oluşturulması 65
4.3. Erozyon modelleme 69
4.3.1. Yağmur Aşındırma Faktörü 69
4.3.2. Toprak aşınabilirlik faktörü 71
4.3.3. Topografik faktörler 74
4.3.4. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanım Faktörü 76
4.3.5. Erozyon Kontrol Faktörü 78
4.3.6. RUSLE ile Erozyon Tahmini 78

4.4. Ürün Su Bütçesi Modeli 81
4.4.1. Tarımsal Ürün Gruplarının Oluşturulması 82
4.4.2. Ürün Su Bütçesi Girdi Verileri 83
4.4.2.1. Yağış 83
4.4.2.2. Potansiyel Evapotranspirasyon 83
4.4.2.3. Su Tutma Kapasitesi 85
4.4.2.4. Sulama 87
4.4.2.5. Ekim Dönemi ve Ürün Döngüsü 88
4.4.2.6. Ürün Gelişim Katsayıları (Kc) 91
4.4.2.7. Diğer Girdi Verileri 94
4.4.3. Ürün Su Bütçesi Tahmini 94
4.5. Ekolojik İstekler ve Ağırlıklandırma 103
4.6. Ürün Uygunluk İndeksi 110
4.7. Agroekolojik Uygunluk Belirleme 115
4.8. Agroekolojik Uygunluğun Mevcut Durum ile Karşılaştırılması 123
4.9. Agroekolojik Uygunluk Gruplarının Belirlenmesi 125
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 137
KAYNAKLAR 147
ÖZGEÇMİŞ 163
EKLER 164

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 uydu görüntüleri özellikleri..... 28
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan diğer veriler..... 29
Çizelge 4.1. Toprak Haritası /Arazi kullanım kabiliyeti..... 48
Çizelge 4.2. Toprak Haritası / Derinlik..... 51
Çizelge 4.3. Toprak Haritası / Erozyon..... 53
Çizelge 4.4. Jeolojik yapı..... 55
Çizelge 4.5. Seyhan Havzası Sayısal Yükseklik Modeli alan ve yüzde değerleri. 58
Çizelge 4.6. Seyhan havzası eğim grupları alansal dağılımı..... 60
Çizelge 4.7. Seyhan Havzası bakı grupları ve alanları..... 62
Çizelge 4.8. Peyzaj birimleri oluşturma faktörleri..... 67
Çizelge 4.9. Erozyon şiddet sınıfları..... 81
Çizelge 4.10. Ürünlerin gruplandırılması 82
Çizelge 4.11. Seyhan Havzası iklim bölgeleri bazında ürün grupları ekim dönemleri 88
Çizelge 4.12. Seyhan Havzası iklim bölgeleri bazında ürün grupları döngüsü 89
Çizelge 4.13. Ürün grupları Kc değerleri..... 93
Çizelge 4.14. Agrometshell programı girdi veri örneği..... 95
Çizelge 4.15. Seyhan Havzası Su Yeterlilik İndeksi..... 102
Çizelge 4.16. Ürün grupları genel uygunluk indeksi 115
Çizelge 4.17. Seyhan Havzası ilçe bazında tarımsal alanların ürün uygunluğu 121
Çizelge 4.18. Öneri ürün grupları ve mevcut durum korelasyonu..... 125
Çizelge 4.19. Agroekolojik uygunluk gruplarının fiziki faktör istatistikleri..... 128
Çizelge 4.20. Agroekolojik uygunluk zonları için ideal ürün gruplar 129

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Çalışma alanı 22
Şekil 3.2. Seyhan Havzası ve çevresi iklim gözlem istasyonları 26
Şekil 3.3. Çalışma yöntemi akış diyagramı 31
Şekil 3.4. ANUSPLIN temel akış şeması 33
Şekil 3.5. RUSLE Yöntemi akış diyagramı 37
Şekil 4.1. Seyhan Havzası Toprak Haritası Arazi Kullanım Kabiliyeti Haritası 49
Şekil 4.2. Seyhan Havzası Toprak Derinlik Haritası 50
Şekil 4.3. Seyhan Havzası Toprak Haritası/ Erozyon Haritası 52
Şekil 4.4. Seyhan Havzası Jeoloji Haritası 54
Şekil 4.5. Sayısal Yükseklik Modeli 57
Şekil 4.6. Seyhan Havzası Eğim Haritası 59
Şekil 4.7. Seyhan Havzası Bakı Haritası 61
Şekil 4.8. 2010-2015 Aylık Maksimum Sıcaklık 63
Şekil 4.9. 2010 - 2015 Aylık Minimum Sıcaklık 64
Şekil 4.10. 2010 - 2015 Aylık Ortalama Sıcaklık 64
Şekil 4.11. 2010 - 2015 Aylık Yağış 65
Şekil 4.12. Peyzaj birimleri 68
Şekil 4.13. Seyhan Havzası Yağmur Aşındırma Faktörü 70
Şekil 4.14. Seyhan Havzası Toprak Aşınabilirlik (K) faktörü ölçülmüş yerleşimler. 72
Şekil 4.15. Seyhan Havzası Toprak Aşınabilirlik (K) faktörü görüntüsü. 73
Şekil 4.16. Eğim Uzunluk/Engebelik Faktörü Haritası 75
Şekil 4.17. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanım Faktörü 77
Şekil 4.18. Erozyon Tahmini (RUSLE) 79
Şekil 4.19. Erozyon Şiddet Grupları 80

Şekil 4.20. RUSLE erozyon şiddet grupları detayları. 81
Şekil 4.21. Çalışma Alanı Potansiyel Evapotranpirasyon. 85
Şekil 4.22. Çalışma Alanı Su Tutma Kapasitesi 86
Şekil 4.23. Sulama Olanağı Haritası 87
Şekil 4.24 Seyhan Havzası iklim bölgeleri 91
Şekil 4.25. Bitki katsayısının bitki gelişme dönemlerine göre değişimi 92
Şekil 4.26. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (a) 96
Şekil 4.27. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (b) 97
Şekil 4.28. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (c) 98
Şekil 4.29. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (d) 99
Şekil 4.30. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (e) 100
Şekil 4.31. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (f)..... 101
Şekil 4.32. Erozyon Uygunluk İndeksi (a) 104
Şekil 4.33. Erozyon Uygunluk İndeksi (b) 105
Şekil 4.34. Sıcaklık Uygunluk İndeksi (a) 106
Şekil 4.35. Sıcaklık Uygunluk İndeksi (b) 107
Şekil 4.36. Toprak Uygunluk İndeksi (a) 108
Şekil 4.37. Toprak Uygunluk İndeksi (b) 109
Şekil 4.38. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (a)..... 111
Şekil 4.39. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (b) 112
Şekil 4.40. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (c)..... 113
Şekil 4.41. Birinci Uygun Ürün Grupları Haritası 117
Şekil 4.42. İkinci Uygun Ürün Grupları Haritası 118
Şekil 4.43. Üçüncü Uygun Ürün Grupları Haritası 119
Şekil 4.44. Birinci Uygun Ürün Grupları Detaylı Haritası 120
Şekil 4.45. Seyhan Havzası agroekolojik uygunluk grupları (zonları) 127

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	: Uzakta Algılama
SYİ	: Su Yeterlilik İndeksi
PESERA	: Pan-European Soil Erosion Risk Assessment
SUCROS	: Basit ve Evrensel Ürün Büyüme Simülatörü
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
GWSI	: Küresel Su Doygunluk Endeksi
AMS	: AgroMetShell
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
AB	: Avrupa Birliği
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri
RUSLE	: Revised Universal Soil Loss Equation
CGIAR	: Consultative Group on International Agricultural Research
ISRIC	: International Soil Reference and Information Centre

1. GİRİŞ

İnsanlar geçmişten günümüze planlama kararlarına bağlı olmayan geleneksel yöntemlerle tarımsal faaliyetler yapmaktadır. Geçmişte insan nüfusunun günümüze oranla az olması ve buna bağlı olarak besin ihtiyacının daha az olması kaynakların kullanımı sonucunda meydana gelen olumsuz etkilerin kısmen tolere edilmesini sağlamaktaydı. Günümüzde hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak artan besin ihtiyacının yanı sıra sanayinin gelişmesi ve artan teknolojik gelişmeler arazi kullanımı üzerinde çok sayıda ve çeşitli paydaşın oluşturduğu talepler, ekosistem üzerinde çok yoğun tahribata neden olmaktadır. Bu etkiler sonucunda taşıma kapasitesini aşan baskılar kaynakların tahrip veya yok olmasına neden olmaktadır.

İnsan yaşamı için vazgeçilmez kaynakların başında tarım alanları gelmektedir. Nüfusun artmasına bağlı olarak artan yerleşim ihtiyacı tarım alanları üzerinde yoğun bir baskı oluşturmaktadır. Bu baskının giderilmesi bilimsel dayanağa sahip ekosistem tabanlı planlara bağlı olarak değerlendirilmesi ve bu plan kararları dahilinde yasal çerçevede korumaya alınması ile mümkün olabilecektir.

Dünyadaki mevcut doğal kaynakların artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilme kabiliyeti, insanlığın yaşamını uygun koşullar altında sürdürebilmesi için önemli konuların başında gelmektedir. 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 de kirlenme gibi faktörler nedeniyle hem kalite hem de miktar bakımından gerilemektedir (FAO, 1998).

Gelişmekte olan ülkelerde artan sosyo-ekonomik ihtiyaçlar, arazi kaynaklarını gıda üretimi amacıyla çok çeşitli kullanımlara açık hale getirmektedir. Artan nüfusun baskısına bağlı olarak değişen arazi kullanım kararları, daha etkin arazi kullanımı ve yönetiminin gerekliliği üzerine yoğunlaşılması konusunu gündeme getirmektedir. Rasyonel ve sürdürülebilir arazi kullanımı, şimdiki ve

gelecekteki nüfusun yaşamı için kaynakların korunmasını destekleyen bir yaklaşım olacaktır.

Artmakta olan insan nüfusunun gıda ihtiyaçlarının giderilmesi adına halen kullanılmakta olan alanlardan bilinçsizce daha fazla ürün alma çabası veya yeni tarımsal alanların sağlanması için bakir alanların kullanıma açılması sonucunda doğal kaynaklar yoğun baskılara maruz kalmaktadır. Bu baskılar; erozyon ile işlenebilir alanların kaybı, tuzluluk, çölleşme, hızlı nüfus artışı, kullanılabilir suyun azalması, ormanların kaybolması, biyolojik çeşitliliğin tehdit edilmesi, iklim değişiklikleri ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri ile daha da büyümektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarımsal gelişme sadece bir tercih olmaktan çıkıp, global bir dayanışma ve anlaşma için zorunluluk halini almıştır (Fischer ve ark., 2001).

Kaynakları tehdit eden faktörlerden biri olan toprak erozyonu dünya çapında önemli bir çevresel ve tarımsal sorundur. Erozyon tarım tarihi boyunca meydana gelmesine rağmen, son yıllarda yoğunluğu artmış antropojen bir doğa olayıdır (Lal ve Stewart, 1990). Her yıl, 75 milyar ton toprak, rüzgar ve su erozyonu ile taşınmakta olup, bu toprağın çoğu ise tarım arazisinden gelmektedir (Myers ve ark, 1993).

Erozyon oluştuğunda, su akış miktarı artar. Böylece daha az su toprak matrisine girer ve ürün için kullanılabilir hale gelir. Orta derecede aşınmış topraklarda yılda hektar başına 10 ila 300 mm daha az su absorbe edilmekte olup bu oran potansiyel toplam yağış miktarının %7 ile 44'üne karşılık gelmektedir (Van Doren, 1950; Murphee ve McGregor, 1991). Toplam yağış miktarının %20 ila %30'u arasında bir su akış oranı, bitkiler için önemli su sıkıntısı ile sonuçlanabilir (Elwel, 1977). Lal (1976), Tropik bölgelerde, erozyonun %93'e kadar infiltrasyonu azaltabileceğini bildirmiştir.

Tarla koşullarında 2.5 cm (1 inç) toprağın oluşması 200 ile 1000 yıl arasında zaman gerektirir, mera ve orman koşullarında ise bu süre daha uzundur (Lal, 1984; Elwel, 1985; Hudson, 1981). Her 16.5 yılda 2.5 cm toprak kaybedilen

Amerika Birleşik Devletleri'nde toprak, oluşum hızından yaklaşık 17 kat daha hızlı kaybedilmektedir (Troeh ve Thompson, 1993).

Erozyonun ürün verimliliğini nasıl ve ne derece azalttığını değerlendirmek için, erozyon miktarını etkileyen faktörlerin yanı sıra üretkenliği etkileyen toprak bileşenlerini de göz önüne almak gerekmektedir. Arazinin eğimi, toprak kompozisyonu ve vejetatif örtü miktarı gibi faktörler erozyon oranını etkilerken; toprak derinliği, toprak yapısı, organik madde, su tutma kapasitesi ve besin seviyeleri de toprağın üretkenlik kapasitesini belirlemektedir. Bu faktörler, karmaşık ve birbirine bağlı bir sistem oluşturmaktadır.

Tarımsal ürün verimliliğinin de tespiti adına arazi kaynaklarının planlanması ve yönetimi için bütüncül bir yaklaşım, arazinin sürdürülebilir optimum kullanımını sağlayacak çözümler için anahtar bir fonksiyon taşımaktadır (FAO, 1998).

Ekosistemi koruma esaslı tarımsal faaliyetlerin yapılabilmesi için agro-ekolojik zonların belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir. Agro-ekolojik zonlar belirlenirken arazinin toprak özellikleri, topoğrafyası, mikro iklim özelliği, hidrolojisi, çevresel riskler ve sosyo ekonomik faktörler ve vejetasyon özellikleri değerlendirilerek analizler yapılmalı ve sonuçları göz önünde bulundurarak plan kararları alınmalıdır.

Gelişmiş teknoloji ile sorgulama ve istatistiksel bilgileri üretmenin yanı sıra uydu teknolojileri ile doğru, güncel bilgilere hızlı ve ekonomik ulaşılmasıyla mevcut tarımsal yapının yüksek hassasiyette izlenmesi sağlanabilmektedir. Çok daha etkin tarım politikaları, yönetim ve planlamayı beraberinde getiren tarımsal bilgi teknolojileri tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tarımsal alanların optimal kullanım sürecine doğru ve hassas bilgi aktararak büyük destek sağlama potansiyeline sahiptir. Tarım politikalarının ülkenin tarım havzalarına ayrılarak detaylandırılması, tarımsal desteklemelerinin uydu teknolojileri ile izlenerek yönetilmesi ve tarımsal uygulamalarda da kullanılması amacıyla milli yer gözlem uydularının uzaya gönderilmesi gibi gelişmeler göstermektedir ki, tarımsal bilgi

teknolojileri son yıllarda ülkemiz politikalarında da giderek artan bir öneme sahip olmaya başlamıştır (Erdoğan ve ark, 2012).

Agro-ekolojik zon, tarımsal özellikler açısından makro düzeyde homojenliklere sahip alanlar olarak tanımlanabilir. Agro-ekolojik 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. Zonlama çalışmalarında, zonların tanımlanması amacıyla bitkilerin yetişebileceği iklim koşulları ve arazi özellikleri ile arazi yönetim sistemleri göz önüne alınarak özel parametreler kullanılmaktadır.

Seyhan Havzası gibi özellikle tarımsal faal yogun olduğu bölgelerde öncelikle alan kullanım tercihleri açısından tarımsal alanların doğru seçilmesinin sağlanması, sonrasında ise söz konusu tarıma uygun alanlarda en uygun tarımsal uygulama ve ürün tipinin belirlenmesi; ekosistem dengesini sağlayan ve sürdürülebilirliği destekleyen en yüksek tarımsal verimliliğe ulaşılmasını da sağlayacağı bir gerçektir.

Bu çalışma ile Seyhan Havzası'nda agro-ekolojik zonların belirlenmesi amacıyla i) tarımsal üretim üzerine etkin olan fiziki faktörlerin uzaktan algılama ve CBS yardımıyla elde edilmesi, üretilmesi ve analiz edilmesi, ii) bu faktörler doğrultusunda peyzaj birimleri bazında su yeterlilik indeksi ve erozyonun konumsal modellemesi, ve iii) bu model çıktıları doğrultusunda ürün grupları bazlı tarımsal uygunluğun agro-ekolojik temelli karakterize edilmiş zonlar şeklinde oluşturulması hedeflenmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda peyzaj birimlerinin tarımsal üretim odağında karakterize edilmesiyle elde edilen Seyhan Havzası agro-ekolojik zonları ile her peyzaj birimi için tespit edilen uygun tarımsal ürünler öneri olarak sunulacaktır. Böylelikle optimum fayda-kullanım dengesinin kurulması hedeflenmiştir. Havza genelinde doğal alanlar üzerinde en büyük baskıyı yaratan tarımsal kullanımı mevcut kullanılan alan dahilinde optimize edilmiş olacak ve baskının azalması ve kontrol altında tutulması adına çalışma çıktıları yol gösterici nitelikte olacaktır.

Böylelikle çalışma ile alanda tarımsal kullanım odaklı koruma-kullanım dengesinin gözetilmesi adına planlama kararlarının geliştirilmesine katkı sunulacaktır. Bu amaçla sadece mevcut toprak, iklim, topografya ve arazi örtüsünü dikkate alarak oluşturulan alansal birimlerde en uygun tarımsal faaliyet ve ürünü tespit etmeyi amaçlayan geleneksel agro-ekolojik zonlama yerine çevresel risk faktörlerinin de tahmin edilerek sürece dahil edildiği dinamik ve öngörülü bir agro-ekolojik zonlama çalışması yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gelişmiş ya da 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 özen gösterilmesi yoluyla bitki ihtiyaçları ile doğal kaynaklar arasında dengenin oluşturulmasıdır. Tarımsal üretimde sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir büyüme çeşitli tarımsal teknolojinin uyumu ile başarılabilir. Agro-ekolojik dengeleri gözeterek insanlarının gıda güvenliğinin sağlanabilmesi ise özellikle Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi yöntemlerle entegre edilmiş yeni teknolojilerin tarımsal üretim sürecine adaptasyonuyla çözülebilecektir. (Bhan ve ark, 1997).

2.1. Toprak Erozyonu

Hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan toprak erozyonu, gıda üretimi için daha fazla arazi oluşturmak amacıyla doğal bitki örtüsünün yok edilmeye başlamasıyla hız kazanmıştır. Doğal sürecinden bağımsız olarak insan kaynaklı nedenlerle toprağın oluşum hızından çok daha hızlı toprak kaybı olmaktadır. Erozyon bağlı olarak toprak derinliğinin azalması ve bu nedenle toprağın su tutma kapasitesindeki azalma, yüzey akışının atışı, organik madde kaybı ve arazi toprağının verim kaybına neden olmaktadır (Lal ve Pierce 1991).

Çullu ve Dinç (1994), arazi kullanımına bağlı olarak artan toprak kayıplarının tespitinde uzaktan algılama verilerinin sağladığı avantajları gösterdikleri çalışmalarında, farklı konumdaki farklı düzeydeki erozyon derecelerini, uydu görüntü değerlerine göre değerlendirmiştir. Alandaki vejetasyonu haritalama sürecinde ve erozyon miktarını takip etmek amacıyla landsat uydu görüntülerinden faydalanmışlardır.

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 Agroekolojik zonlama metodunu kullanmışlardır. Bu yolla tarımsal gelişmeler için yapılacak yatırımlar veya ağaçlandırma için uygun yerler belirlenmiştir. Elde edilen verilere dayanarak erozyonla mücadele açısından değerlendirmeler ve öneriler yapılmıştır.

Türkiye'de şiddetli erozyon görülen alanların başında ise Seyhan Havzası gelmektedir. Yanlış alan kullanımının sonucu olarak ortaya çıkan hatalı ve yoğun tarım faaliyetleri, tarla açma gibi amaçlarla bitki örtüsü kayıplarına neden olmaktadır. Bunlara ek olarak yanlış toprak işleme faaliyetleri de erozyonun şiddetli olmasının en büyük nedenlerinden biridir (Anonim, 2019).

Kanber ve ark (2002), "İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP" Projesi ile kurak alanlarda küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiminin tarımsal üretim sistemleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada iklim ve tarımsal sistemler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Alışıla gelmiş çalışmalardan farklı olarak bu projede, tarımın, insan ve doğa ile ilişkileri incelenerek gelecekte ortaya çıkabilecek olası sorunların tanımlanması yapılmış ve iklim değişikliğine karşı alınabilecek etkin önlemler saptanmaya çalışılmıştır.

Kılıç ve Yönter (2005), yağış oranı, süresi ve şiddetinin erozyon üzerindeki etkisinin ortaya koydukları çalışmada Gediz Havzası'nda büyük ölçüde su erozyonuna maruz kalan Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarından örnekler alınmış ve labaratuar koşullarında değerlendirmişlerdir. Parametreler arasında önemli düzeyde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Yani sonuç olarak toprak kaybı miktarının yağış süresi ve yüzey akış miktarına bağlı olduğunu tespit edilmiştir.

Özsoy (2007), UA ve CBS tekniklerini kullanarak Mustafakemalpaşa Nehri drenaj havzasında yıllık potansiyel toprak kaybını tespit etmiştir. erozyon miktarını RUSLE erozyon modeli tespit etmiş ve sediment taşıma oranı fonksiyonları kullanılarak tahmin edilen sonuçları sediment taşınım miktarı ölçüm

raporlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar CBS yardımıyla birleştirilerek RUSLE modeli ile potansiyel erozyon riskinin doğru olarak ortaya koyulduğunu göstermiştir.

Karabulut ve Küçükönder (2008), Kahramanmaraş Ovası ve çevresindeki erozyon alanlarını belirlemek için USLE yöntemini kullanmışlar. Yüksek erozyon potansiyeli görülen alanlarda eğim derecesi ve eğim uzunluğu faktörünün (LS) yüksek değerler aldığı görülmüştür. Bu çalışma ile topoğrafik faktölerin erozyona olan etkisinin büyük olduğu tespit edilmiştir.

Koç 2011, iklim değişikliğinin Kırklareli'nde kışlık buğday bitkisinin gelişimine ve verimine olası etkilerini WOFOST Bitki İklim Modeli ile araştırmıştır. Günümüzde sürekli sözü edilen olası iklim değişikliğinin en belirgin göstergelerinden biri olan sıcaklık artışı durumunda toprak üstü biyokütle ve verim değerlerinin nasıl değiştiğini tespit etmişlerdir.

Erdoğan (2012), Büyük Menderes Havzası genelinde risk analizi ile erozyon, kuraklık, orman yangınları ve doğal bitki örtüsünde verimlilik, nüfus artışı ve alan kullanımı/arazi örtüsü değişimi verilerini kullanarak ekolojik risk analizini yaptığı çalışmasında RUSLE erozyon yöntemi ile BMH için erozyon miktarını 0 ile 992 ton/ha/yıl arasında bulunmuştur. Sonuçlara göre tüm BMH için birim alandaki ortalama erozyon 9.87 ton/ha/yıl değerine ulaşırken standart sapma ise 19.03 ton/ha/yıl olarak tespit edilmiştir.

Çilek (2013), fiziksel tabanlı bölgesel ölçekli toprak erozyon modeli olan PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) modelini Türkiye'deki farklı arazi kullanım türleri için aylık ve yıllık toprak kaybını değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu çalışma ile ülke yüzeyinde bir yılda kaybedilen toprak miktarı yaklaşık 46 milyon ton olduğu hesaplanmıştır. Sadece tarım alanlarından kaybedilen verimli toprak miktarı ise yaklaşık 13.500 milyon ton/yıl'dır. Toplam erozyonun yaklaşık %30'unun tarım alanlarında olduğu tahmin edilmiştir. Bu miktarın geriye kalan %68'lik kısmı çalılık ve bozulmuş orman alanlarında, %2'lik kısmı ise ormanlar ve yerleşim alanlarında olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Bitki Gelişim ve Ürün Su Bütçesi Modelleme

Doorenbos ve Pruitt (1977), çalışmalarında sulama projelerinin planlanması, tasarlanması ve işletilmesinde ürün su gereksinimlerinin belirlenmesi ve bunların uygulanmasına yönelik bulgular ortaya koymuştur. Çalışmanın birinci bölümde ürün su gereksinimin karşılanması için öneriler geliştirmiştir. İkinci bölümde ise ürün için gerekli suyun nasıl verileceği konusu araştırılarak öneriler getirilmiştir.

Howell (1990), yaptığı çalışmada evapotranspirasyon sürecindeki fiziksel ve biyolojik sınırlamalar üzerinde tartışmış ve çalışmada, ürün üretimi ve uygulanan sulama oranı arasındaki ilişkinin uzantısı olan, terleme ile ilişkili bitki üretimine odaklanmıştır.

Laar ve ark (1997), ürün üretimi için SUCROS (Basit ve Evrensel Ürün büyüme Simülatörü) için simülasyon modelinin iki versiyonu, bir tanesi potansiyel üretim (SUCROS1) ve diğeri suyun sınırlayıcı olması durumunu (SUCROS2) açıklamaktadır. Bu çalışmada, SUCROS1 ve SUCROS2 modellerinin 1997 sürümleri anlatılmakta ve bu modellerin geliştirilmiş ve değiştirilmiş versiyonları kullanılmıştır. Sonuç olarak su azlığının etkilerinin, ürünün günlük potansiyel toplam brüt CO_2 kullanımının, gerçek transpirasyon hızı ile potansiyel transpirasyon hızı arasındaki oranla çarpılmasıyla hesaplanabileceğini ortaya koymuşladır.

Rojas ve ark (2005), FAO ile birlikte, Doğu Afrika için bir ürün verimi izleme ve tahmin sistemi geliştirmiştir. Bu sistem CBS kapsamında meteorolojik verileri kullanarak ürüne özel su dengesi modeli ile ürüne özel zon bölgeleri oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, hasat öncesi yetiştirme sezonunun farklı evrelerinde yağmurla beslenen ürünler için ürün verimini nicel olarak tahmin etmektedir. Bu çalışmada önerilen metodoloji, 2001 ve 2002 yıllarının ilk ürün sezonuna uygulanmış ve ürün izleme ve verim tahmini konusunda bir potansiyel ortaya koymuştur.

Nieuwenhuis ve ark (2006), belirli bölgeler için uzaktan algılama gözlemlerinin ve ürün büyüme modellemesinin bütünleşik kullanımına dayanan erken uyarı sistemleri geliştirmiş ve uygulamıştır. Avrupa Ortak Araştırma Merkezi ISPRA, İtalya, MARS (Uzaktan Algılama ile Tarımı İzleme) projesini yürütmüştür. Günümüzde bu sistem, Avrupa çapında ürün verimi tahmininde operasyonel olarak kullanılmaktadır. Global gerçek zamanlı su bütçesi hesaplamaları ve çıktıları üretmek için KSDE (Küresel Su Yeterlilik Indeksi) adı verilen bir sistem geliştirmişlerdir. KSDE modeli, hava koşullarının ürün büyümesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan basit bir toprak su bütçesi modelini temel almaktadır. Kullanılan su bütçesi FAO Ürün Özel Su Yeterlilik İndeksi olarak bilinir. Geliştirilen sistem, ülkeye göre başlıca gıda ürünlerine ait bitki büyüme koşulları hakkında 10 yılda bir ve 0.1 x 0.1 derece grid hücresi için bilgiler vermektedir. Bu çalışma ile geliştirilen yöntemin, ürün stresinin oluşumu için göstergeler sağladığı tespit edilmiştir.

Crespo ve ark (2009), istatistiksel olarak iklim ile ilgili adaptasyon seçeneklerinin tanımına (yani yağış başlangıcı) göre Su Yeterlilik İndeksi temsil etmeyi amaçlayan bir simülasyon tabanlı yöntem (FAO agrometshell modeli) kullanarak gelecek iklim senaryolarını araştırmışlardır. Çalışmanın amacı, hangi bölgedeki iklim koşullarının projeksiyonlarında mevcut iklim ve belirsizlikler göz önüne alındığında, hangi adaptasyon seçeneklerinin verimdeki en etkili değişiklikleri üretebileceğini araştırmaktır.

Şimşek ve Çakmak (2010), FAO tarafından geliştirilen AgroMetShell Modeli kullanarak, yarı kurak iklim koşullarına sahip bazı illerimizde, buğday için risk analizi çalışması yapmıştır. Mevcut iklim koşullarında yapılan buğday üretiminin ortalama, maksimum ve minimum verim düzeyleri tespit edilerek, doğru bir tarım planlaması için tavsiyeler geliştirilmiştir.

Patel ve ark (2011), Doğu Rajasthan'da yağmur beslemeli tarım ekosistemlerinin üretim potansiyelini tespit etmek üzere bir çalışma yapmışlardır. Uzaktan algılama ve yerleşik meteorolojik ağ ile bütünleşik olarak toprak

gözleminin kullanımı, erken uyarı ve gıda güvenliğinin potansiyel göstergeleri olarak yağmurla beslenen ürünlerdeki su mevcudiyetini ve buna bağlı verimin azaltılmasını izleme kabiliyetini geliştirmiş olup, bu çalışma WSI'nin (Su Yeterlilik İndeksi) izlenmesini amaçlamaktadır.

Şimşek ve Çakmak (2012), yaptıkları çalışmada iklim değişikliğinin AgroMetShell modelini kullanarak Türkiye'nin buğday üretimine olan etkilerini tahmin etmişlerdir. Ülkenin buğday üretiminde olası düşüşler, AgroMetShell modeli tarafından üretilen Su Yeterlilik İndeksi değerleriyle geleceğe yönelik senaryolar ve risk analizleri kullanılarak araştırılmıştır.

Ivanauskaite ve ark (2012) AgroMetShell modelinin, Litvanya'nın tüm topraklarındaki bahar arpası (Ilordeum vulgare L.) verimliliğini analiz etme ve tahmin etme potansiyelini araştırmışlardır. Çalışmada 2000-2009 dönemini kapsayan veriler, gözlemlenen meteorolojik ve çevresel değişkenlerin yanı sıra AgroMetShell modelinden spesifik toprak-su dengesi parametrelerini içermektedir. İki sera gazı emisyon senaryosunda elde edilen bölgesel model verilerine göre 21. Yüzyıl'da bahar arpası üretkenliğinde beklenen değişiklikler AgroMetShell modeli ile modellenmiştir. Her iki senaryoda da verimlilikteki en yüksek dalgalanmanın 2030 yılına kadar gerçekleşmesi beklenen Tel iai, Utena ve Vilnius bölgelerinin dışında yüzyılın sonuna doğru Litvanya'nın büyük bir bölümünde bahar arpasının verimliliğinin artacağını, ancak sonraki yıllarda değişikliklerin yavaşlayacağı öngörülmektedir.

Ünal ve Bayramin (2016), Çankırı İli'nde 2000-2009 yılları arasındaki mera değerlerinin aylık ve yıllık ve brüt birincil üretimini, uydu verileri ve AgrometShell modülü ile ışık kullanım etkinliği modelini kullanarak hesaplamıştır. Çalışmada ortalama mera üretimi yıllık ve mevsimsel olarak değişmekte (12.630 ile 37.701 ton) ve son on yılda yaklaşık 17800 ton olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Model performansı, Işık Kullanım Etkinliği (LUE) modeli brüt birincil üretim çıktısı ile entegre edimiş NDVI (Normalize Edilmiş fark Bitki Örtüsü İndeksi) değerleri arasındaki orta derecede anlamlı korelasyon ($R^2 = 0.69$, $P < 0.05$)

sağlayan Bitki Örtüsü İndeksi yaklaşımı ile test edilmiştir. Bu çalışma, LUE Modeli'nin AgrometShell modülünün girdileri ile birlikte mera üretkenlik tahmini için uygun bir araç olduğunu göstermiştir.

2.3. Ürünlerin Ekolojik İstekleri

Gomes (1998), tarımsal rasyonel bitki verim tahmini yöntemlerine bir giriş sunmaktadır. Bu yöntemler, hava koşullarının bozulmasının hasattan önce bölgesel ürün verimi üzerindeki etkisini nicel olarak değerlendirmeye çalışmaktadır. Bu çalışma ile tüm ürün verimi tahmin yaklaşımlarının sonuçta örnekleme prosedürleri yoluyla elde edilen geleneksel verim istatistiklerine göre kalibre edilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Wheeler ve ark (2000), yıllık ürün verimi için sıcaklıktaki değişkenliğin önemi hakkındaki verileri gözden geçirmek ve bu olayların etkilerinin tarım bölgeleri bazında nasıl tahmin edileceğini değerlendirmişlerdir. Yıllık ürün verimi için sıcaklıktaki değişkenliğin önemi ile ilgili sonuçlar sunulmuştur.

Yazdanpanah (2001), Azerbaycan-Shanghi bölgesinde badem yetiştiriciliği bakımından bölgenin elverişlilik derecesine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle sulamasız koşullarda badem yetiştiriciliği için çiçeklenme ve tomurcuklanma döneminde don olma ihtimali, yağışın 250 mm den fazla olması, ilkbahar ve yaz ayları toplam yağış miktarının yıllık yağışa oranı, kullanılabilir nem miktarının önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu tespitleri temsil edeck verilerin hazırlanmasında kullanılmak üzere 10 meteoroloji istasyonundan 25 yıllık sıcaklık, yağış ve evopotransprasyon değerleri elde edilmiştir. Her bir parametre bir katman olarak CBS çerçevesinde hazırlamış ve üst üste çakıştırılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, çalışma alanını badem yetiştiriciliği bakımından; çok uygun, uygun, zayıf ve uygun olmayan alanlar olarak sınıflandırılmıştır.

Durgun ve ark (2014), ürün üretiminin doğru ve zamanında değerlendirilmesi, hasat, depolama ve dağıtım sistemlerinin daha iyi planlanması ve daha verimli bir şekilde yönetilmesi için kuru madde verimliliğini vejetasyon

indeksini, ürün verimi tahmininde kullanmışlardır. Bu çalışmada, ürünün kuru madde biyokütlesi (büyüme oranı) günlük artışı tespit edilmiştir.

Sepetoğlu ve Tatar (2014), tarla bitkilerini araştırdıkları çalışmalarında tarla tarımı, tahıllar ve yemeklik tane baklagillerin özelliklerini araştırmıştır. Bu çalışma ile tarla tarım sistemleri, tarla bitkilerinin sınıflandırılması, tarla bitkilerinin ekolojik istekleri ve yetişme koşullarını ve tarla bitkilerinin Türkiye'deki durumunu detaylı olarak ortaya koymuşlar.

Vural ve ark. (2000) kültür sebzelerini araştırdıkları çalışmada sebzelerin gelişimi, sebzelerin sınıflandırılması, familyalarına göre sebzeler ve yetişme koşullarını araştırmış ve Türkiye'deki sebze üretimi ve koşullarını tespit etmişlerdir.

Özçağıran ve ark. (2011), ılıman iklim meyve türlerini araştırdıkları çalışmalarında sert kabuklu meyveler, yumuşak çekirdekli meyveler ve sert çekirdekli meyvelerin morfolojik ve biyolojik özelliklerini, ekolojik isteklerini ve Türkiye'deki üretimi ve yetişme koşullarını detaylı olarak ortaya koymuştur.

Gerçekçioğlu ve ark. (2012), genel meyveciliği araştırdıkları çalışmalarında meyveciliğin ekolojik isteklerini, yetişme koşullarını ve Türkiye'de meyve yetiştiriciliği koşullarını ve mevcut durumunu tespit etmişlerdir.

Adana İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü (2014), turunçgil yetiştiriciliği konusunda yaptıkları çalışmalarında turunçgillerin biyolojik özellikleri, ekolojik istekleri ve yetişme koşullarını araştırmış ve detaylı olarak ortaya koymuştur.

Elçi (2005), baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin morfolojik ve biyolojik özelliklerini, ekolojik istekleri ve yetişme koşullarını ve Türkiye'deki üretimi ve yetişme koşullarını detaylı olarak ortaya koymuştur.

Budak (2010), yaptığı çalışmada cevizin bitkisel özelliklerini, ekolojik isteklerini, çoğaltılmasını, bahçe kurma ve yıllık bakım işlerini araştırmıştır. Cevizin genel özelliklerinin yanısıra Türkiye'deki üretim koşulları ve mevcut durumunu ortaya koyan bir çalışma yapmıştır.

2.4. Agro-Ekolojik Zonlama

Allen ve ark (2000), topraktaki su miktarının yeterli olması tarımsal üretimi olumlu etkilediği ve tarımsal ürünlerdeki evapatranspirasyon ile doğru orantılı olduğunu ve evapotranspirasyonun doğru ölçülmesiyle bitki sağlığının da tespit edileceğini vurgulamışlardır. Bu kapsamda çalışmalarında evapotranspirasyonun daha doğru ölçülmesi adına Lycimeter ile ölçülen evapotranspirasyon ve Gıda Tarım Örgütü'nün (FAO) bazal K_c metodu ve Wright'ın zaman bazlı bazal K_c prosedürü (1982) arasında üç tarımsal ürün örneğinde günlük evapotranspirasyon tahmin yaklaşımının karşılaştırmasını yapmışlardır.

Bernardi ve Gommes (1978), gıda güvenliği bilgileri ve erken uyarı sistemleri alanlarındaki FAO faaliyetleri hakkında yaptıkları çalışmada, gıdanın mevcut ve gelecekteki durumu üzerinde odaklanan agrometeorolojik bileşen ile birlikte, ürün izleme ve verim tahmini üzerinde durmaktadır. Bu çalışmada aynı zamanda, FAO'nun agrometeorolojik kullanıcı topluluğu için yöntem ve araçların (Ör.: yazılımcılar, veritabanları, eğitim, yayınlar ve çiftçilere danışma hizmetleri) geliştirilmesi yaklaşımları üzerinde de durulmaktadır.

Dalgaard ve ark (2003), agro-ekolojik ölçek üzerine çalışmışlardır. Agro-ekolojide ölçek ve multi-disipliner çalışmanın önemini vurgulanmıştır. Agro-ekolojik çalışma sonuçlarının küçük ölçekte olmasına rağmen uygulamalar ise sıklıkla daha geniş idari birimler olarak uygulanmaktadır. Bu çalışma ile karar vericiler agro-ekoloji bilimini kullanarak bilgi iletmek için bir çerçeve oluşturulmasını amaçlamışlardır.

FAO ve BARC (Bangladesh Acricultural Research Council) (1998), ortaklığınca Banglades'te CBS ve Agro-ekolojik 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 son olarak da tarımsal planlama önerileri geliştrilmiştir.

Gathara ve ark. (2006), çölleşme, kuraklık ve diğer aşırı meteorolojik olaylar ve bunların yaratacağı baskıların bir değerlendirilmesini yapmışlardır. Bunun yanısıra rapor Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ve kuraklığın etkilerini azaltma yöntemlerinin uygulanmasına genel bir bakış sunmuştur. Ayrıca, Hindistan Ulusal Eylem Programının bir özeti sunulmuştur. Rapor aynı zaman da Ulusal Meteoroloji ve Hidroloji Hizmetleri'nin yürüteceği eylem planlarını özetlemektedir.

Kumaraswamy (2011), çalışmasında sosyo-ekolojik perspektifin arayüzü olan agro-ekolojinin sürdürülebilirliğini sağlayan birbirine bağlı kavramları analiz etmiştir. Ekolojik elementlerin ve eğilimlerin tanımlanması ve verimli tarımsal peyzajlardaki fonksiyonları incelemiştir. Ekolojik fonksiyonların devamlılığının sağlanması için bilimsel algılama, zamana bağlı iyileştirme faaliyetleri ve paydaşların katılımı gibi birden fazla ölçekli yaklaşım gerektiğini ortaya koymuştur.

Lescourret ve ark (2015), çalışmasında agro-ekosistemlerin yönetimi için sosyo-ekonomik bir çatı modeli amaçlamışlardır. Tarımsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin ekosistemi etkileyen bileşenlerin bir arada değerlendirileceği multi-disipliner bir çalışma gerektiğini ortaya koymaktadırlar. Bu çerçevede bir anahtar araştırma konusu olarak ekosistem işleyişi ve toplumsal dinamikler arasındaki sinerjiyi geliştirmek için paydaş kurum ve araçların birlikte değerlendirildiği çoklu yönetim anlayışının gerekliliğini belirtmişlerdir.

Loh ve ark (1998), Güneydoğu Selangor'da bir Agroekolojik zonlama çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada uzaktan algılama ve CBS'nin entegrasyonunu sağlamışlardır. Çalışmada dört adet bitki (kauçuk, oil palm, kakao ve çeltik) için tarımsal elverişliliğin belirlenmesi amacıyla beş adet değişkeni (arazi örtüsü ve kullanımı, arazi formu, toprak, topografya ve iklim) ele almışlardır. Topografik verileri SYM (Sayısal Yükseklik Modeli)'lerden ve iklim verilerini de 16

meteoroloji istasyonundan elde etmişlerdir. Bu katmanları ArcView-Spatial Analysis yardımıyla çakıştırma işlemi sonucu agro-ekolojik zon haritalarını üretmişlerdir. Tarım alanlarının elverişlilik haritalarını; şimdiki arazi kullanım tipi, arazi karakterleri ve bitki isteklerini birlikte değerlendirmek suretiyle üretmişlerdir. Sonuçta dör bitkiye özel elverişli zonlar belirlenmiştir.

Ölgen ve ark (2009), yaptıkları çalışmada CBS yardımıyla Orta Gediz Havzası'nda topografya, toprak, iklim gibi doğal ve sosyo-ekonomik koşullara bağlı olarak tarımsal amaçlı ekolojik zonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece mevcut tarımsal faaliyetler ile belirlenen zonlar karşılaştırılmış, uygun olmayan yerler için optimal kullanımın belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç için farklı veri setlerinden oluşan bir veri tabanı tasarlanmıştır. Tasarlanan veritabanı toprak, topoğrafya, bitki örtüsü, iklim ve toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları katmanlarından oluşmaktadır. Ardından her bir katmanın değerlendirilmesinde ağırlık puan analizi kullanılmıştır. Öncelikli olarak tarımsal üretim açısından önemli olan özellikler saptanmış ve her birine önem derecesine göre etki katsayıları verilmiştir. Sonuç olarak her bir ağırlıklı değer toplanarak sınıflandırılmış ve sonuç agroekolojik zon haritası oluşturulmuştur.

Özel ve ark (1999), Samsun İli'nde bitki yetiştiriciliği bakımından önemli agro-ekolojik zonların uzaktan algılama ve CBS yardımı ile belirlenmesine yönelik 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 ederek ArcView programı ile çakıştırılmış ve sonuçta yedi adet zon belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bu zonlara yönelik bitki yetiştiriciliği bakımından tavsiyelerde bulunulmuştur.

Quiroz ve ark (1999), Güney Amerika kıtasında yer alan Andean Plato Bölgesi'nin yüksek bölgelerindeki Huenque Havzası'nda bir agro-ekolojik

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 SYM, meteoroloji istasyonlardan alınan minimum, maksimum sıcaklıklar ve ortalama yağış değerleri ile biomass değerlerini kullanmışlardır. Bütün bu veriler CBS ortamında bir katman olarak ele alınmış ve çakıştırılarak analiz edilmiştir. Sonuçta elde edilen katman sınıflandırılarak dört adet zon oluşturulmuştur. Her bir zon potansiyel üretim kapasitesi bakımından yorumlanmış, tarım ve hayvancılık yönünden öneriler geliştirilmiştir.

SEO ve ark (2009), bu çalışmada iklim değişikliğinin Afrikanın 16 agro-ekolojik bölgesindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu bölgeler özelinde canlı hayvan, ürün ve iklim değişikliğinin; toprak ve sosyo-ekonomik faktörleri birlikte değerlendirerek ülkenin net gelirine etkisini araştırmışlardır. İklim değişikliğinin Afrika'daki farklı agro-ekolojik zonlar üzerinde farklı etikleri olacağını ortaya koymuşlardır. İklim değişikliği senaryolarına göre günümüzde üretken olan kuru/nemli bölgelerin iklim değişikliği sonrası üretkenliğinin azalacağı ve nemli/yarı nemli olan alanların ilerde daha üretken bölgeler haline geleceğini öngörmektedirler.

Wezel ve Soldat (2009), tarım ekolojisi ve agro-ekoloji terimleri içeren 711 yayını inceleyerek bilimsel bir disiplin olarak agro-ekolojinin tarihsel evrimini araştırmışlardır. Tarım ekolojisi 1930'larda ortaya çıkmış ve 1960'lara kadar agro-ekolojinin ilk aşaması olarak kabul edilmiştir. 1970 ve 1980'lerde bir bilim olarak tarım ekolojisi genişletilmiş ve 1990'larda kurumsallaşmıştır. 2000'li yıllarda farklı tanımlamalar agro-ekolojiye yeni boyutlar kazandırmıştır. Tarım ekolojisiyle ilgili yayın oranı son 10 yıl içinde çok hızlı bir artış göstermiştir. Agro-ekolojiyi konu lan bilimsel araştırmalar pilot ve tarla ölçeğinden agro-ekoloji ve gıda sistemi ölçeğine kadar son 80 yılda değişmiştir. Günümüzde üç yaklaşım vardır: (1) Parsel/arazi ölçeği, (2) agro-ekosistem/çiflik ölçeği ve (3) gıda sistemi. Agro-

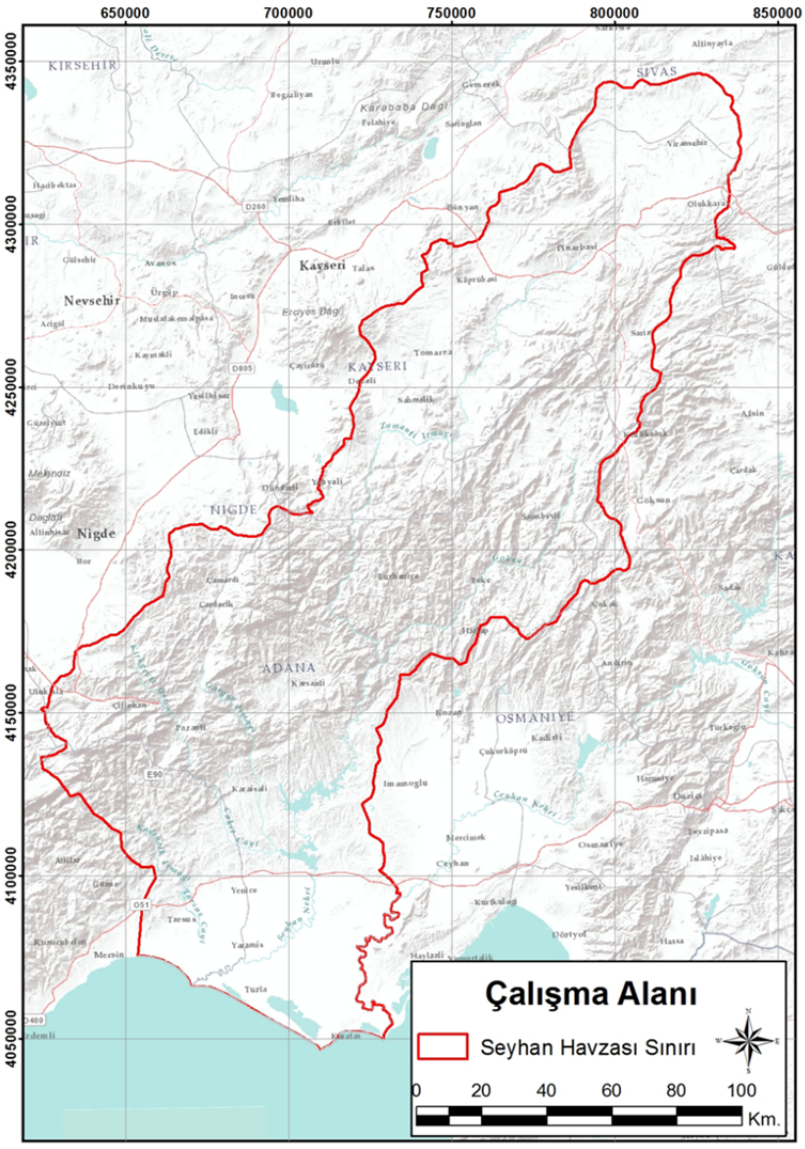
ekoloji üzerine farklı yaklaşımlara rağmen agro-ekoloji; sürdürülebilir tarım, küresel arazi kullanımı, iklim değişikliği ve gıda güvenliği konularını artık sistematik ve disiplinlerarası araştırma yaklaşımı uygulamalarından biri olarak kabul edilmektedir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışma Alanı

Seyhan Havzası Türkiye'deki 25 hidrolojik havzadan biridir. Havza 24.000 km^2 alana sahip olup Türkiye'nin %2.8'sini oluşturur (Şekil 3.1). Seyhan Nehri Akdeniz'e dökülen akarsularımızın en büyüğü ve uzunudur. Uzunluğu 560 km'dir. Seyhan Havzası, Göksu ve Zamantı kollarının su toplama havzalarını da içine alır. Havza, ülkemizin %2.8'ini kaplar ve 36° 33'-39° 12' kuzey ile 34° 24 '-36° 56' doğu enlem ve boylamları arasındadır (Altan ve ark, 2004). Özellikle sınırları içerisinde barındırdığı bitki türlerinin çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan Seyhan Havzası, Toros Dağlarının yamaçlarından, Akdeniz'e kadar verimli tarım topraklarının bulunduğu alana, Doğuda Ceyhan Havzası, Batıda Berdan Nehri, Kuzeyde Kayseri sınırları içinde bulunan Develi'ye kadar uzanmakta ve tüm havza yaklaşık 24774km^2'lik bir alanı kapsamaktadır (Berberoğlu ve ark, 2007).

Havzadaki tarım alanlarının büyük çoğunluğu çok eğimli arazilerde bulunmaktadır. Çukurova dışında düşük eğime sahip tarım alanları çok sınırlı olup bu nedenle mevcut tarım alanları erozyona oldukça duyarlıdır (Altan ve ark, 2007). Bu mevcut ve kısıtlı su kaynakları yörenin tarımsal yapısını etkilemektedir. Alanda tarımsal çalışmalar, dere yatakları ve vadiler boyunca, yaygın olarak bahçe tarımı şeklindedir. Köy yerleşimleri yakınındaki bahçelerde meyve ve sebze üretimi sınırlı ölçekte olmaktadır. Bahçe tarımının yapılmadığı alanlarda buğday ve arpa üretimi tarla tarımının ana hatlarını belirler. Sulu alanlarda sebze yetiştiriciliği (fasulye, domates, biber, kabak, salatalık), sulanmayan alanlarda ise tahıl ve baklagil (buğday, arpa, nohut) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sulanabilen yerlerde, yem bitkileri üretimi özellikle, yonca yetiştiriciliği yerel ahır hayvancılığının gelişmesinde önemli bir yer alır (Meydan, 2008).



Şekil 3.1. Çalışma alanı

Seyhan Havzası oluşturan Seyhan Nehri, Türkiye'nin Akdeniz'e dökülen en önemli nehirlerinden birisidir. Uzunluğu 560 km olan nehrin iki önemli kolu vardır: Zamantı kolu, Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinden, 1500 metre yükseklikteki Uzun Yayla'dan doğup Kayseri'nin Pınarbaşı, Tomarza, Develi ve Yahyalı

ilçelerinden geçer. Orta Toroslar'ın (Tahtalı Dağları) uzanış doğrultusunda akar, Çukurova'ya inmeden önce Adana'nın 80 km kuzeyinde Aladağ ilçesinin Akinek Dağı yamaçlarında diğer önemli kolu olan Göksu ile birleşir. Göksu kolu kaynağı Kayseri-Pınarbaşı'ndaki Tahtalı Dağları'ndan çıkar. Adana'ya 80 km kala Aladağ İlçesi'nin Akinek Dağı yamaçlarında Zamantı suyuyla birleşerek Seyhan Nehri'ni oluşturur. Adana Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde Seyhan ve Yüreğir ilçelerinin sınırlarını çizerek Çukurova'nın en batı kesiminde, Adana-İçel sınırında Deli Burnu'nda Akdeniz'e dökülür (Anonim, 2017).

Seyhan Havzası'nda akarsu sistemleri ile tanımlı üç sektörel alt havza bulunmaktadır: Zamantı Irmağı kolunun belirlediği, Zamantı Sektörel Alt Havzası (8.769 km²), Göksu Irmağı kolunun belirlediği Göksu Sektörel Alt Havzası (4.393 km²), Zamantı ve Göksu Irmaklarının birleşme noktasından itibaren Seyhan Irmağı'nın belirlediği Seyhan Sektörel Alt Havzası'dır (8.873km²) (Anonim, 2017).

Toplam yağış alanı 20 731 km^2 olan Seyhan Havzası'nın yıllık ortalama yağış miktarı 624 mm; yıllık ortalama akışı ise 211.07 m^3/sn'dir. Yıllık ortalama verimi 10.18 L/s/km^3 olan havzadaki akışın yağışa oranı 0.51 iken; iştirak oranı %3.62'dir (TÜBİTAK-MAM ve ÇOB 2010).

Havza çeşitli büyük toprak gruplarından oluşmuştur. Alanda büyük toprak gruplarının yanı sıra çıplak arazi tipleri de görülmektedir. Havzada alüvyal tabandan kuzeye doğru gidildiğinde, ilk önce bitişik şekillerde, kireç taşı ve konglomera üzerinde, kurak-sıcak yazlı nemli kışlı Akdeniz iklimi etkisinde, kırmızı renkli Akdeniz topraklarının oluştuğu görülür. Daha kuzeye doğru yağış artarken sıcaklık düşer ve yıkanma etkinleşir. Organik madde birikimi kolaylaşır. Orman örtüsü çayır ve çalının yerini alır. Burada Toroslar'ın alçak yamaçlarında Kahverengi Orman toprağı, yükseltilerde daha yoğun yıkanma koşullarında Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları oluşmuştur. Eğimin dik ve sarp oluşu, orman kuşağında, daha ileri toprak oluşumunu önlemektedir (TÜBİTAK-MAM ve ÇOB 2010).

Havza güneyinde geniş 4. zaman alüvyal taban vardır. Buradan Toroslar'ın sırtlarına kadar olan geniş şerit Orta Miosen, kuzey kesim Neosen kalker, marn, kumtaşı ve konglomeralarından oluşmuştur. Andezitik dış püskürükler ve iç püskürükler havza kuzeybatı bölümünü kaplar (TÜBİTAK-MAM ve ÇOB 2010).
Havza Akdeniz ve karasal iklim etksi altındadır. Akdeniz iklimin görüldüğü yerlerde kış ayları yağmurlu ve ılık geçmektedir. Karasal iklimin hakim olduğu bölgelerde kış aylarında genellikle kar yağışına rastlanılmaktadır. Seyhan Havzası'nın alt bölümlerinde sıcaklık ortalama değerleri yüksektir. Üst Havza yükseltinin artması ile sıcaklık değerleri gittikçe düşmektedir.

Seyhan Havzası'nda iklim, yer şekli ve toprak özelliklerine göre farklı üç kesimde arazi kullanım şekilleri de değişmektedir. Güneyde Çukurova'da ve buradan yükseltilere geçişteki eteklerde yoğun tarım yapılmaktadır. Alüvyal ovada mısır, buğday, soya ve pamuk tarımı yaygındır. Pamuk alanında tahıllar, baklagiller arada ekim nöbetine girer. Ayrıca ovada ve eteklerde sebze ve meyve yetiştirilir.

Kuzeydeki kurak, dağlık, tepelik arazide kuru tarım ve otlak kullanışı yaygındır. Tahıllar en çok yetiştirilen bitkilerdir. Sulanabilen kısımlarda meyve, şeker pancarı, ayçiçeği, patates vb. yetiştirilir. Kurak kuzey kesimle Çukurova arasında yer alan yüksek dağlık arazi niteliği bakımından işlemeli tarıma elverişli değildir. Burada ormanlar önemli yer tutar ve alanın büyük bir kısmında otlatma yapılır. Havzanın önemli bir kısmı tarla bitkileri, sebze, bağ, meyve ve yem bitkileri yetiştiriciliğine ayrılmıştır. Geriye kalan kısım otlak, orman ve fundalıktır. Bu nedenle havzada hayvan yetiştiriciliği de önemlidir (TÜBİTAK-MAM ve ÇOB 2010).

3.2. Materyal

Seyhan Havzası için agro-ekolojik zonların oluşturulabilmesi kapsamında ihtiyaç duyulan materyal, alanın fiziksel durumunu ve çevresel riskleri ortaya koyan faktörlere ait işlenmemiş verilerdir. Kullanılan materyal genelde konumsal olarak ifade edilmiş, konumsal olmayan veriler ise CBS ortamında

sayısallaştırılarak konuma bağlı hale getirilmiştir. Bu kapsamda çalışma için temin edilen temel girdi materyalleri raster, vektör veya tablo fomatında verilerdir. Çalışma kapsamında temin edilen ana ve yardımcı materyaller aşağıda verilmiştir.

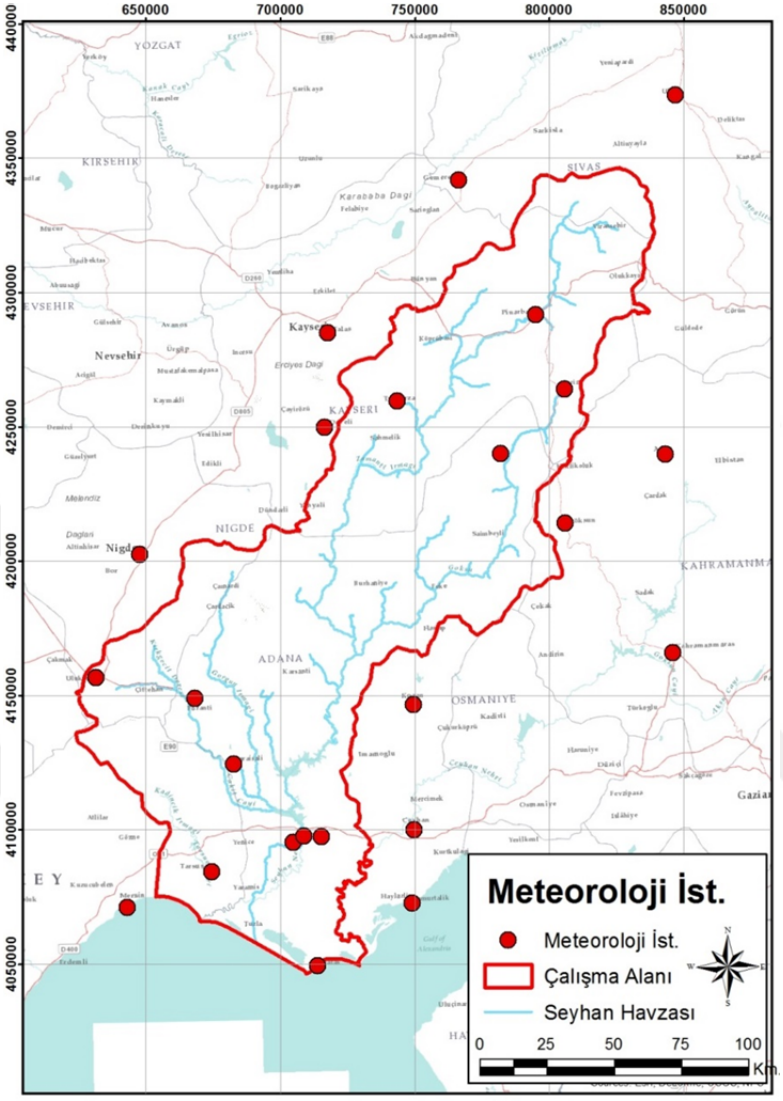
3.2.1. İklim Verileri

2010-2015 yılları için çalışma alanı ve yakın çevresinde yer alan 23 adet gözlem istasyonuna ait maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı verileri Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Şekil 3.2). Erozyon modelleme ve ürün su bütçe modelinde kullanılmak üzere düzenlenmiştir.

3.2.2. CORINE Arazi Örtüsü

CORINE (Coordination of Information on the Environment), AB (Avrupa Birliği) ülkeleri kapsamında 1980'lerin ortalarından buyana, belirli periyodlarla tüm üye ülkeleri kapsayacak şekilde arazi örtüsü ve alan kullanımı belirleme amaçlı olarak uygulanan bir sistemdir (Disperati ve Virdis, 2015). AB'ye üye ülkeler tarafından kullanılması zorunlu olan CORINE arazi sınıflandırma sistemi, AB ülkelerinin tamamına ait bir arazi kullanım haritası üretmek, standart bir veri tabanı oluşturmak ve çevresel politikaların belirlenmesi gibi temel amaçlarla tasarlanmıştır (Başayiğit, 2004; Güre, 2009).

Çalışma kapsamında 2012 yılına ait Corine arazi örtüsü verisi Seyhan havzası sınırlarına göre hazırlandı. Peyzaj birimlerinin oluşturulmasında 250 metre çözünürlüklü CORINE arazi örtüsü kullanıldı. CORINE 2. seviye sınıfları kullanılarak vektörel formata dönüştürüldü ve peyzaj birimlerinin oluşturulmasında kullanılan ara veri olarak hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.2. Seyhan Havzası ve çevresi iklim gözlem istasyonları

3.2.3. Ürün Bilgisi

Seyhan havzası genelinde yetiştirilen 47 ürün, 2009 yılında TAGEM ve DSİ tarafından ortaklaşa hazırlanan "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi" isimli çalışmadan temin edilmiştir. Her ürün grubu için ekim

dönemi ve ürün döngüsü değerleri, aynı çalışmadan her ürün için iklim bölgeleri kapsamında ürün grupları için ortalamaları alınarak hesaplanmıştır.

3.2.4. Sayısal Yükseklik Modeli

Bir arazi yüzeyini üç boyutlu (3B) olarak tanımlayan ve araziye ait yükseklik verilerinden elde edilmiş bir sayısal modeldir.

Topografya ile ilgili yükseklik, eğim ve bakı gibi faktörlerin hesaplanması için temel girdi verisi olan DEM görüntüsü için ASTER GDEM görüntüsü kullanılmıştır. ASTER GDEM, Japonya Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (METI) ve ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) ortaklaş bir projesi olup ASTER (Advanced Spacebome Thenıal Emission and Reflection Radiometer) uydusundan elde edilen verilerden üretilmektedir (Erdoğan, 2012).

Bu çalışma kapsamında Seyhan Havzası eşyükselti eğrileri kullanılarak coğrafi bilgi sistemleri araçları yardımıyla alanın 30 metre çözünürlü sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

3.2.5. Uydu Verileri Temini

LANDSAT uydusu güneşe senkronize, kutuplara-yakın (near-polar) yörüngeye sahip olup bu özellikleri sayesinde 81°N ve 81°S arasında görüntüleme yapabilmektedir. Alglayıcı ekvatorda 172 km genişliğinde bir tarama alanına sahip olup komşu tarama hatları arasında %7.6'lık bindirme bulunmaktadır. Bu bindirme kutuplara doğru yaklaştıkça daha da artmaktadır ve 60° boylamda %54 olmaktadır. LANDSAT 16 günlük yeniden ziyaret süresi ile çalışmaktadır.

LANDSAT 7 Enhanced Thematic Mapper Tarayıcısı taşımaktadır. Standart yedi banda ek olarak 15 m çözünürlüğe sahip pankromatik band (0.50- 0.90pm) da bulunmaktadır. Bunlara ek olarak Termal bandın çözünürlüğü de 60 m'ye indirilmiştir. Üzerinde bulunan kayıt ünitesi sayesinde alıcı istasyonun olmadığı bölgelerde de görüntü çekebilmektedir (Çizelge 3.1).

LANDSAT 8 (LANDSAT Veri Devam Görevi - LDCM), LANDSAT 7'nin yörüngesine katılmıştır. LANDSAT 8 uydusu, görünür, yakın-kızılötesi, kısa dalga kızılötesi ve termal kızılötesi aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir orta uzamsal çözünürlüğe sahiptir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. LANDSAT 7 ve LANDSAT 8 uydu görüntüleri özellikleri (Li vd., 2014)

Landsat-8 OLI and TIRS		**Landsat-7 ETM+**		**Çözünürlük (m)**
Bandlar	**Dalgaboyu (μm)**	**Bandlar**	**Dalgaboyu (μm)**	
Band 1-Kıyısal aerosol	0.43–0.45	NA	--	30
Band 2-Mavi	0.45–0.51	Band 1	0.45–0.52	30
Band 3-Yeşil	0.53–0.59	Band 2	0.52–0.60	30
Band 4-Kırmızı	0.64–0.67	Band 3	0.63–0.69	30
Band 5-Yakın Kızılötesi (NIR)	0.85–0.88	Band 4	0.77–0.90	30
Band 6-Orta Kızılötesi (SWIR 1)	1.57–1.65	Band 5	1.55–1.75	30
Band 7-Orta Kızılötesi (SWIR 2)	2.11–2.29	Band 7	2.09–2.35	30
Band 8-Pankromatik	0.50–0.68	Band 8	0.52–0.90	15
Band 9-Cirrus	1.36–1.38	NA	--	30
Band 10-Thermal Kızılötesi (TIRS) 1	10.60–11.19	Band 6	10.40–12.50	TIRS/ETM+:
Band 11-Thermal Kızılötesi (TIRS) 2	11.50–12.51			100/60 * (30)

Landsat 8 iki farklı algılayıcı taşımaktadır: (i) OLI (Operational Land Imager), daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için mavi bandı, sirrus bulutlarının tespiti için kısa dalga yakın kızılötesi band içermektedir, (ii) TIRS (Thermal Infared Sensor) sensörü iki adet termal banda sahiptir. Bu algılayıcılar sinyal-gürültü radyometrik performası 12 bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8 bit 256 gri seviye parlaklığa göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır. Ürünler 16-bit olarak teslim edilmektedir.

Tez kapsamında çalışma alanına ait bulutluluk yönünden uygun olan LANDSAT görüntüleri USGS (United States Geological Survey) kurumunun ücretsiz internet ortamından indirme seçeneği sunan GLOVIS veri tabanı üzerinden 2013-2017 tarihleri arasındaki tüm uydu görüntüleri taranmış ve uygun olanlarının indirilme işlemi gerçekleştirilmiş ve analizler için düzenlenmiştir.

3.2.6. Diğer Veriler

Çalışmada kullanılan diğer verilerin türü, ölçeği, kullanım amacı ve temin edildiği kaynak Çizelge 3.2'de verilmiştir.

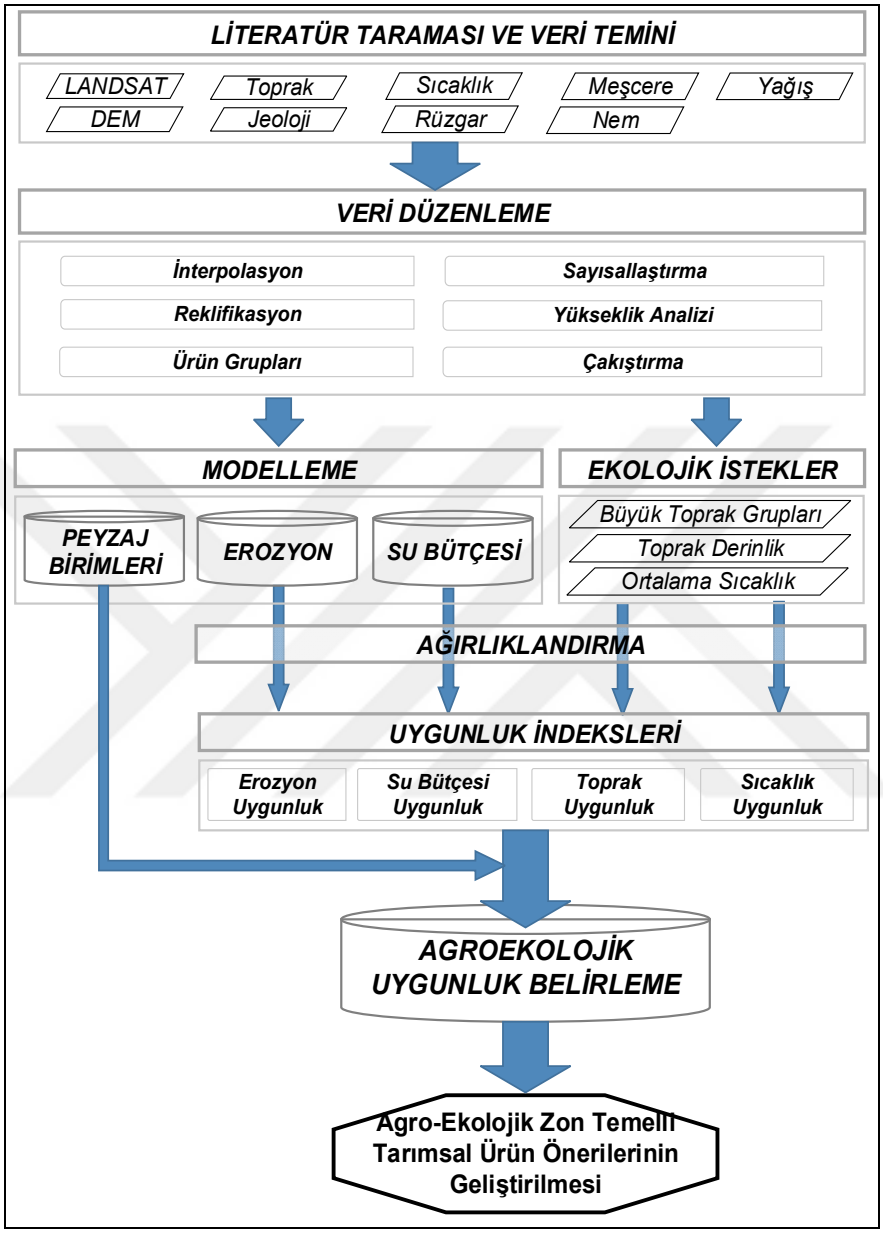
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan diğer veriler

Veri	Veri Türü	Ölçek/ Detay	Kullanım		Kaynak
			Yeri	Amacı	
Toprak Haritası	Vektörel	1/25000	Peyzaj birimlerinin oluşturulması	Büyük toprak gruplan	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
			Erozyon Modelleme	Toprak tekstür	Toprak Bölümü
Jeoloji Haritası	Vektörel	1/25000	Peyzaj birimlerinin oluşturulması	Jeolojik gruplama	Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

3.3. Metot

Fiziksel faktörlerin ve çevresel faktörlerin birlikte değerlendirildiği optimal alan kullanımını sağlayan agro-ekolojik zonlama çalışması beş temel aşamadan oluşaktadır (Şekil 3.3). Yöntemin ilk aşaması çalışmanın amacına bağlı olarak literatür taramasının yapılması ve örnek çalışmaların değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci aşamasında veriler düzenlenmiştir. Bu bölümde verilerin standardizasyon işlemi yapılarak, ilgili ara veriler modellerde ve gerekli analizlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Çalışmanın üçüncü aşaması kendi içinde üç temel analizi kapsamaktadır. Bunlar alandaki mevcut erozyonun tespitini sağlayan erozyon analizi, ürünlerin su ihtiyacını tespit eden su bütçesi analizi ve alanın daha detaylı analiz edilmesini sağlayan peyzaj birimlerinin oluşturulması sürecinden oluşmaktadır. Çalışmanın dördüncü aşaması analizler sonucu agro-

ekolojik uygunluğun belirlenmesini kapsamaktadır. Bu bölümde her bir peyzaj birimi için uygunluk değerlendirilmesi yapılmaktadır. Çalışmanın beşinci ve son aşaması agro-ekolojik zon temelli tarımsal ürün önerilerinin geliştirilmesidir. Bu aşamada yapılan çalışma sonuçları kendi içinde değerlendirilerek her bir peyzaj birimi için en ugun kullanım önerisi getirilmiştir.



Şekil 3.3. Çalışma yöntemi akış diyagramı

3.3.1. Literatür Taraması ve Veri Temini

Yöntemin ilk aşaması olan literatür tarama ve veri temini aşamasında konuyla ilgili yüksek lisans, doktora tezleri, ulusal ve uluslararası projeler, kitap, makale ve dergiler, yayınlar araştırılmış ve bu kaynaklardan yararlanılmıştır.

3.3.2. Veri Düzenleme ve Hazırlama

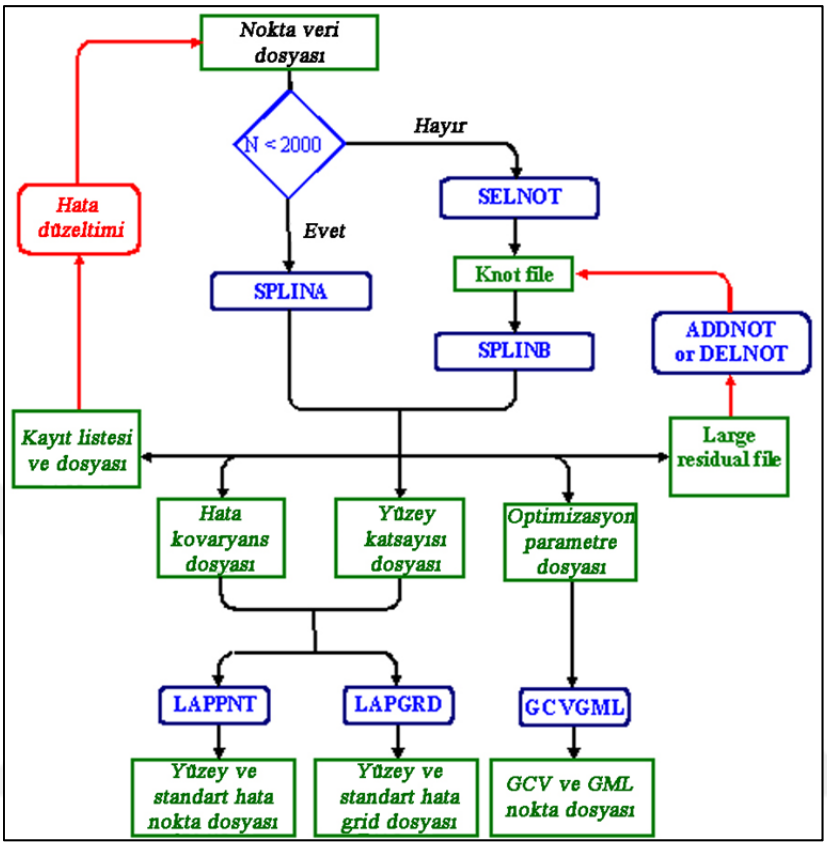
Çalışmanın veri düzenleme ve hazırlama aşamasında uydu görüntüleri, iklim verileri, toprak, jeoloji, meşcere verileri düzenlenmiş. İklim verileri interpole edilerek aylık ve günlük olarak düzenlenmiştir. Toprak, jeoloji ve meşcere verileri ise literatür taraması yapılarak kendi içinde gruplanmıştır. Bu veriler modelleme çalışmasında kullanılmak üzere standardize edilerek hazır hale getirilmiştir.

DEM verilerinden eğim, bakı gibi toporafik değişkenler yükseklik analizleri ile elde edilmiştir.

Elde edilen iklim verileri ilk olarak düzenlenmiş ve interpolasyon için uygun formata getirilmiştir. Söz konusu iklim verileri; ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, toplam yağışdır. İklim verilerinin interpolasyon işlemi ANUSPLIN programı kullanılarak yapılmıştır.

ANUSPLIN, özellikle iklim verileri için eş zamanlı olarak çeşitli yüzeylerin işlenmesinde uygundur. Yüzeyden yüzeye sistematik bir şekilde bağımsız değişkenleri uyumlaştırmak için ‘yüzey bağımsız değişkenler’ kavramı ortaya koyulmuştur. Hem nokta hem de grid biçimde yüzeylerin standart hatasını ve sistematik sorgulamalarına izin vermektedir (Hutchinson, 2007).

ANUSPLIN, eksik veriler ile veri işlemine, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin dönüşümlerine izin verir. Bir dönüşüm bağımlı değişkene uygulandığında uygun yüzeylerin geri dönüşümüne izin verilir, ilgili standart hatalar hesaplanır ve bu dönüşümlerin sebep olduğu küçük sapmalar düzeltilir. Bu düzeltmenin özellikle yağış verileri veya doğal olarak pozitif veya negatif olmayan diğer verilerde de uygun olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.4) (Hutchinson, 2007).



Şekil 3.4. ANUSPLIN temel akış şeması (Hutchinson, 2007)

3.3.3. Modelleme

Çalışma kapsamında agro-ekolojik zonların oluşturulması için peyzaj birimleri yaklaşımı temel alınmıştır. Oluşturulan peyzaj birimleri baz alınarak mevcut erozyon durumunun tespitinde RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) erozyon modeli ve ürün özel su bütçesi tespitinde Agrometshell modelleme yaklaşımı temel alınmıştır.

3.3.3.1. Peyzaj Birimlerinin Oluşturulması

Peyzaj değerlendirmelerinde her bir ögenin, bütün içinde diğer ögelerle olan etkileşimi çerçevesinde ele alınması gereklidir. Diğer bir anlatımla, bir peyzajı

tanımlayabilmek için, onu oluşturan her bir ögeyi bütün bağlamında ifade etmek gereklidir (Şahin ve ark, 2014).

Peyzaj Karakteri, bir peyzajı diğer peyzajdan ayırt edici farklı ve algılanabilir ögeler ve/veya bu ögelerin oluşturduğu deseni ifade eden bir terimdir. Kayaç yapısı, toprak özellikleri, iklim, alan kullanımı, arazi örtüsü, vb. peyzaja ilişkin yapısal ögelerin farklı mekânsal kombinasyonlarını yansıtmaktadır (Şahin ve ark, 2014).

Ulusal ve uluslararası çalışmalara bakıldığı zaman peyzajın en doğru kullanım kararının belirlenebilmesi için agro-ekolojik zonlama yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında agroekolojik zonların oluşturulması için peyzaj birimleri oluşturulması hedeflenmiştir.

Peyzaj birimi belirli peyzaj ögelerinin/veri katmanlarının çakıştırılması ile belirlenen farklı ve homojen en küçük alanlardır. Bu ayırt edilebilen en küçük mekânlar, aynı kullanım uygunluğunu, aynı dayanma gücünü, aynı gelişim olanak ve bakım gereksinimini gösteren diğer bir deyişle doğal potansiyelin güvenliği ve dayanıklılığı açısından benzer önlemlere gereksinim duyulan birimleridir (Koç ve Şahin, 1999).

Seyhan Havzası'nın tarımsal uygunluk potansiyelini belirleyebilmek ve havzayı daha detaylı, doğru analiz edebilmek için peyzaj birimleri oluşturulmuştur. Peyzaj birimlerini oluştururken iklim, sayısal yüksek modeli, bakı, toprak derinliğie, toprak arazi kullanım kabiliyeti, CORINE arazi örtüsü, jeoloji verileri temin edilip her bir faktör öncelikle kendi içinde derecelendirilmiştir. İklim verisi iso cluster aracı ile yağış, ortalama sıcaklık ve nem'e göre yedi gruba ayrılmıştr. Sayısal Yükseklik Modeli 0-100 m., 100-500 m., 500-1000 m., 1000-1500 m., 1500-2000 m., 2000-3700 m. olarak altı gruba ayrılmıştır. Eğim verisi ise 0-2 düz, 2-6 hafif meyil, 6-12 orta, 12-20 dik meyil, 20-30 çok dik meyil, > 30 arızalı olarak kendi içinde altı gruba ayrılmıştır. Arazi öertüsü olarak CORİNE 2. Seviye sınıfları kullanılmıştır. Bakı kendi içinde kuzey, doğu, güney, batı ve düz alanlar olarak beş sınıf altında gruplanmıştır. Toprak derinliği faktörü ise 0-2 düz, 2-6 hafif meyil, 6-

12 orta, 12-20 dik meyil, 20-30 çok dik meyil, > 30 arızalı olarak altı grup olarak ayrılmıştır. Daha sonra tüm faktörler aynı çözünürlüğe getirilip birleştirilerek peyzaj birimleri oluşturulmuştur.

3.3.3.2. Erozyon modelleme

Erozyonun niceliksel olarak ortaya konulabilmesi için öncelikle oluşum sürecinin ve yapısının iyi bilinmesi gerekmektedir. Su kaynaklı toprak erozyonu rölyef geometrisine ve yüzey özelliklerine bağlı olarak konumsal olarak çok dinamik bir yapı sergilemektedir (Jaroslav ve ark, 1996). Genelde erozyonu etkileyen beş temel etken vardır: yağış, toprak yapısı, bitki örtüsü, alan kullanımı ve topoğrafyadır (Erdoğan, 2012).

Erozyon ve su ile tortulaşma, toprak parçacıklarının ayrılması, taşınması ve depolanması işlemlerini içerir (Foster, 1982). Erozyona etkisi olan en büyük güç yağmur damlalarının etkisinden ve kara yüzeyinden akan sudan gelmektedir. Yoğunlaşmış yağmur akışına bağlı olarak eğime sahip topraklarda erozyon daha şiddetli olmaktadır (Renard ve Foster, 1983).

Erozyonu etkileyen iklimsel faktörler çoğunlukla yağışın türü, miktarı, şiddeti, süresi ve mevsimlere göre dağılışı bakımından dikkate alınmalıdır. Yağış şiddetinin ve süresinin artması toprak aşınımının artmasına neden olurken, yılın bütün aylarına dağılmış yağışlar, bir mevsimde toplanan yağışlardan daha az etkilidir. Toprak kaybı, toprak yüzeyine çarpan yağmur damlalarının yarattığı kuvvet ve yüzey akışının etkilerine bağlı olarak yağışla direk etkileşimlidir (Mkhonta, 2000; Çilek, 2013).

Erozyon risk faktörünün araştırılması ve izlenmesi sürdürülebilir arazi yönetimi için oldukça önemlidir. Bu kapsamda uzun süreç, yüksek maliyet ve iş gücü gerektiren geleneksel yöntemlerle erozyona karşı duyarlı alanların belirlenmesine yönelik bir çok çalışma yapılmıştır. Erozyonun dinamik karakteri ve büyük miktarda mekânsal veri gerektirmesinden dolayı CBS teknikleri erozyon çalışmalarında önemli bir konuma gelmiştir. Erozyonun konumsal ve niceliksel

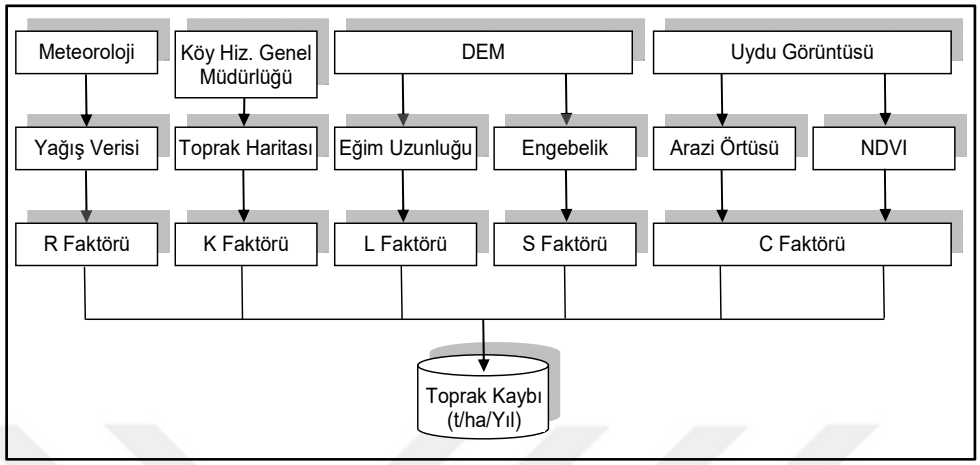
olarak analiz edilmesi, izlenmesi ve haritalanmasında CBS; büyük miktardaki veri ile etkin bir şekilde çalışılmasına imkân sağlayabilmesi bakımından etkin bir çalışma ortamı sunmaktadır (Suri ve Hofierka, 1994).

Toprak kaybı tahmini için dünya çapında uygulanan baskın model, uygulama kolaylığı ve CBS ile uyumluluk özelliği nedeniyle RUSLE'dir (Millward and Mersey, 1999; Jain ve ark, 2001; Lu ve ark, 2004; Jasrotia and Singh, 2006; Dabral ve ark, 2008; Pandey ve ark, 2009; Bonilla ve ark, 2010). RUSLE deneysel bir model olup akarsu havzalarının erozyon miktarlarını birim zamanda birim alanda oluşan toprak kayıp miktarını niceliksel ve konumsal olarak fiziki karakteristikler ve hidroklimatik koşullara ait bilgileri kullanarak geleneksel yöntemlere göre daha büyük alanlarda daha düşük maliyetlerle tahmin etmektedir (Angima ve ark, 2003; Wischmeier ve Smith, 1978; Renard ve ark, 1997).

RUSLE'ın CBS ortamında uygulanmasıyla her pikselde birim zamandaki toprak kaybını miktar olarak veren raster (grid) veri türünde bir çıktı üretilmektedir (Fernandez ve ark, 2003). RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) yöntemi erozyonu t/ha/yıl birimi cinsinden altı temel faktörden oluşan bir denklem (Denklem 1) yardımıyla tahmin etmektedir (Renard ve ark, 1997) (Şekil 3.5).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Burada;
A : Erozyon miktarı (t/ha/yıl),
R : Yağmur aşındırma faktörü,
K : Toprak aşınabilirlik faktörü,
L : Eğim uzunluk faktörü,
S : Eğim engebelik faktörü,
C : Arazi örtüsü ve alan kullanım faktörü,
P : Erozyon kontrol faktörüdür.



Şekil 3.5. RUSLE Yöntemi akış diyagramı (Erdoğan, 2012).

3.3.3.2.(1). Yağmur Aşındırma (R) Faktörü

Yağmur aşındırma (R) faktörü yağmur yağışının toprağı aşındırma oranının bir ölçümünü vermektedir. RUSLE modeli kapsamında R faktörü doğrudan hesaplanması için uzun dönemli yağış miktarı ve yoğunluğu verilerine gereksinim vardır (Kalambukattu ve Kumar, 2017). Fakat R faktörü ülkemizde de olduğu gibi yağmur yoğunluğunun meteoroloji istasyonlarınca ölçülmediği sahalarda deneysel eşitlikler ile hesaplanebilmektedir. R faktörü toplam aylık ve yıllık yağış arasındaki istatistiksel ilişkileri içeren aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir (Fournier, 1960; Amoldus, 1977; Renard ve Freidmund, 1994).

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times 10^{1.5 Logpi^2 / P - 0.8188}$$

Burada; p_i: Aylık toplam yağış,

P: Yıllık toplam yağıştır.

3.3.3.2.(2). Toprak Aşınabilirlik (K) Faktörü

K faktörü; yağış, yüzey akışı ve infilitrasyon ile toprağın ana kütleden partiküller halinde koparak hareket etme miktarının toprak karakteristiklerine bağlı

olarak hesaplanmasını içermektedir (Renard ve ark, 1997). Toprak aşınabilirlik faktörü temel olarak toprağın organik madde içeriği, tekstürü ve geçirgenliğinin bir fonksiyonudur (Wischmeier ve ark, 1971). Tekstür ve organik madde araziden elde edilen toprak örnekleri üzerinden laboratuvar ölçümleri kullanılarak belirlenebilirken, geçirgenlik ise sahada yapılan gözlem ve ölçümünden elde edilebilmektedir. Bu veriler mevcut olduğunda K faktörü aşağıdaki denklem ile tespit edilebilmektedir. (Renard ve ark, 1997).

$$K = 27.66 \times m^{1.14} \times 10^{-8} \times (12 - a) + 0.0043 \times (b - 2) + 0.0033 \times (c - 3)$$

Burada:

K: Toprak aşınabilirlik faktörü

m: Tekstür katsayısı ((Silt yüzdesi + Kum yüzdesi) x (100 - Kil yüzdesi))

a: Organik madde yüzdesi

b: Partikül yapısı ((1) yüksek, (2) orta, (3) az, (4) katı)

c: Geçirgenlik ((1) çok hızlı, (2) hızlı, (3) orta, (4) yavaş, (5) çok yavaş, (6) yok)

Çalışma alanı için bu verinin hazırlanması yüksek maliyet ve iş gücü gerektirdiğinden K faktörü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Türkiye Büyük Toprak Grupları "K" Faktörleri raporundan (Doğan ve ark, 2000) faydalanılarak elde edilmiştir. Her il için köyler bazında alınan toprak örneklerinin laboratuar analizleri sonucunda tespit edilen K faktör değerleri çalışma alanı ve çevresindeki yerleşimler baz alınarak bir veri tabanında toplanmıştır. Google Earth ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) kaynaklarından yararlanılarak söz konusu yerleşimlerin koordinatları tespit edilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Nihai yüzeysel K faktörü verisi, yerleşimler bazında oluşturulan noktasal K faktörü değerlerinin kriging yöntemiyle interpole edilmesiyle elde edilmiştir.

3.3.3.2.(3). Topografik Faktörler

Eğim, erozyon şiddetini belirleyen faktörlerin başında gelmektedir. Yüzey akışına geçen yağış ile toprak kaybı arasındaki ilişkide belirleyici olan unsur eğimdir. Toprak parçacıkları çok düşük eğimli yamaçlarda bile eğim yönünde taşınmaya uğrar (Atalay, 2011).

Bir havzadan toplam erozyon yalnızca eğim uzunluğuna değil, aynı zamanda da dikliğe bağlıdır. Eğim uzunluk faktörü (L) ve eğim engebelik faktörü (S) topografyanın toprak erozyon hızı üzerindeki etkisini ifade eder ve hem eğim uzunluğunun hem de eğim dikliğinin etkilerini niceliksel olarak ifade etmektedir (Renard ve ark, 1997).

Eğim uzunluk faktörü (L) ve eğim engebelik faktörü (S) RUSLE yönteminde topografik etkileri yansıtmaktadır. Eğim uzunluğu eğimin değişmeden sabit bir aralıkta kaldığı bölgelerin eğim yönünde sahip olduğu maksimum mesafeyi (Wishmeier ve Smith, 1978), eğim engebelik faktörü ise eğimin erozyon üzerindeki etkisini vermektedir (Lu ve diğ., 2004). RUSLE eğim için engebelik ve uzunluk faktörünü aşağıdaki eşitliklerle hesaplamaktadır (Erdoğan, 2012).

$$S = 10.8\sin\theta + 0.03 \text{ (Eğim < \%9)}$$

$$S = 16.8\sin\theta - 0.50 \text{ (Eğim} \geq \text{\%9)}$$

$$L = \left(\lambda / 22.12\right)^{m}$$

$$m = \beta/(1+\beta) \quad \beta = \left(Sin\,\theta/0.0896\right)/\left(3.0\left(Sin\,\theta\right)^{0.8} + 0.56\right)$$

Burada;

λ : Eğim uzunluğu (m),

θ : Eğimdir (derece).

Eğim değerleri CBS ortamında eğim analizi ile DEM görüntüsü kullanılarak elde edilmiştir. Eğim uzunluğu (λ) ve eğim verisi CBS ortamında doğal kırılma noktaları yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Eğim uzunluk (L) faktörünü hesaplamak için ise yukarıdaki formül uygulanmıştır. Eğim engebelik (S) faktörü eğimin %9 altında ve üstünde olma durumuna göre yukarıdaki formüller uygulanarak tespit edilmektedir.

3.3.3.2.(4). Arazi Örtüsü ve Alan Kullanım (C) Faktörü

C faktörü, bitki örtüsünün toprak erozyonu üzerindeki etkilerini temsil etmektedir (Renard ve ark, 1997). Bitki örtüsü, kök varlığı ve yapısı veya toprak erozyonuna direnecek diğer yüzey örtüsünün bulunma sıklığı ve bolluğuna bağlı olarak C faktörü, 0 (su gövdeleri) ile 1 (çorak araziler) arasında en düşük değerleri alırken kapalılık arttıkça aldığı değer büyümektedir. Bu nedenle, çıplak alan üzerindeki toprak erozyonu ile belirli bir yüzey örtüsü altında gözlemlenen erozyon arasındaki ilişkiyi ifade eden C faktörü Normalize Edilmiş Vejatasyon İndeksi (NDVI) olarak bilinen ve yeryüzünde örtülülük gösteren bitki örtüsünün varlığını niceliksel olarak veren uzaktan algılama verisi baz alınarak tahmin edilebilmektedir (Van Leeuwen and Sammons, 2004; Kalambukattu ve Kumar, 2017).

$$C = e^{(-\alpha(NDVI/(\beta - NDVI)))}$$

Burada; α ve β, NDVI ve C faktörüne ait eğriyi tanımlayan parametreler. Van der Knijff ve ark. (2000) yapmış oldukları çeşitli denemeler sonunda α ve β için en uygun değerleri sırasıyla 2 ve 1 olarak bulmuşlardır.

3.3.3.2.(5). Erozyon Kontrol Faktörü

Erozyon kontrol faktörü (P) çalışma alanı kapsamında, çeşitli koruma ve destek uygulamalarının toprak erozyonu üzerindeki etkisini temsil eder. Çeşitli uygulamalar normalde drenaj kalıplarını, akış konsantrasyonunu, akış hızını ve

akıştan kaynaklanan hidrolik kuvvetleri etkileyerek akış suyunun miktarını ve oranını düşürür (Hyeon ve Julien, 2011). Küçük ölçekli çalışmalarda bu bilgilerin tespit edilebilmesi mümkün olabilmektedir. Fakat büyük ölçekli çalışmalarda bunun tespiti mümkün değildir. Bu durumun gözlemlendiği benzer çalışmalarda bu faktörün etkisini ortadan kaldırmak için bu faktörün değeri tüm alanlar için 1 olarak alınmaktadır (Wachal ve ark, 2007; Erdoğan, 2012).

3.3.3.3. Ürün Su Bütçesi Modeli

Bitki-iklim modellerinin amacı bitki gelişim evrelerinin detaylı olarak incelenmesi ve tanınması, verimin tahmini, toprak, bitki ve atmosfer parametrelerinin bitki gelişimine olan etkilerinin belirlenmesiyle birlikte tarımsal politik kararların alınması için yol gösterici içerik sunmaktır (Koç, 2011).

Bitki gelişimi ve veriminin izlenmesinde ve ortaya konulmasında toprak-bitki-atmosfer yapısının bir sistem olarak ele alınması gerektiği, bu amaçla kullanılan bitki-iklim modellerinin de yine sistematik ve karşılıklı kullanılarak sonuçların yorumlanmasının önemli olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Squire ve Unswortlı, 1988; Poiter, 1990; Şayian ve Çaldağ, 1999; Çaldağ, 2000: Koç ve ark, 2011).

AgroMetShell, ürüne özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, hava, toprak ve iklim verilerinin üzerine inşa edilmiş ola ve bitki ekolojik koşullarını değerlendirmek için ihtiyaç duyulan bazı tarımsal meteorolojik değişkenleri üreten bir bitli-iklim modelidir (Anonymous, 2004). Model FAO tarafından geliştirilmiş olup istatistik ve bitki modelleme yaklaşımlarını kullanarak hava koşullarının bitki üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir.

AgroMetShell'in başlıca fonksiyonları aşağıda verilmiştir (Şimşek ve Çakmak, 2010).

- Veri tabanı fonksiyonları (yapılandırma, girdi, çıktı, veri yönetimi),
- Ürünleri izlemek ve risk analizlerini yapmak için 10 günlük ürüne özel toprak su bütçesi ölçümleri,
- Agro-klimatik değişkenler ve diğer indikatörler ile bunların grid formattaki çıktılarının konumsal interpolasyonu,
- Gıda Güvenliği Bilgisi ve Erken Uyarı Sistemi operasyonel zirai meteorolojistler tarafından yapılan, bitki su tüketimi (potansiyel evapotranspirasyon), yağış ihtimalleri, büyüme sezonu karakteristikleri ve istatistiksel analizler gibi bir dizi genel hesaplamaların yapılması.

Bu çalışmada tarımsal ürünlere ait su kullanımı AgroMetShell kapsamında FAO Ürün Su Bütçesi Modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Ürün Su Bütçesi Modeli (ÜSBM) iklim koşullarının ürün üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan bir toprak su bütçesi modelidir (Frere ve Popov,1979; Gommes, 1993). Bu yöntemde belirli bir ürünün su bütçesi, 10 günlük zaman aralıklarından oluşan periyotlar (dekad) üzerinden hesaplanır. Su bütçesinin denklemi şu şekildedir.

$$W_t = W_t - 1 + R - ET_m - (r + i)$$

Burada:

Wt : Belirli bir zamanda toprakta depolanan su miktarı

$Wt - 1$: Bir önceki dönemin sonunda toprakta depolanan su miktarı

R : t periyodu boyunca birikmiş yağış miktarı

ET_m : t periyodunda maksimum evapotranspirasyon

r : t periyodundaki su akışından kaynaklanan su kaybı

i : t periyodunda derin sızıntı nedeniyle su kaybı

ÜSBM genellikle etkili yağış oranı hesaba katılmaz, çünkü derin süzülme ve akışın başlangıçta sıfıra eşit olduğu varsayılır. Ancak, bitkinin kök bölgesi su tutma kapasitesine ulaştıktan sonra, kalan yağışlar akım veya derin sızma olarak

kabul edilir. Bu nedenle, etkili yağış genellikle gerçek yağışın %100'ü olarak kabul edilir ve aşağıdaki gibi kabul edilebilir.

$$W_t = W_t - 1 + R - ET_m$$

Bu denklemde yer alan maksimum evapotranspirasyon ise aşağıda verilen denklemdeki gibi ürün katsayısı (K_c) ile potansiyel evapotranspirasyonun çarpımı ile elde edilmektedir. Ürün katsayısı (K_c) ise standart koşullardaki bitki su tüketiminin referans bitki su tüketimine oranı olup ilgili referanslardan ürüne özel temin edilerek kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu eşitlik ürün bazlı su gereksinimine (WR) de eşittir.

$$ET_m = K_c \times PET$$

Buarada potansiyel evapotranspirasyon (PET), bitkiden buharlaşan maksimum su miktarıdır (Penman, 1948). PET, Penman-Monteith'in formülünü kullanan ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) model çıktılarından hesaplanmaktadır. Ürün katsayı değerleri, Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından tanımlanan AgroMetShell yöntemiyle döngü uzunluğunun yüzdesi olarak tahmin edilmektedir. W_t ve W_{t-1} denklemindeki (Doorenbos ve Kassam,1979) toprak nem içeriği, bitkinin kök bölgesinde depolanan sudur. Sezon öncesi K_c, başlangıçtaki toprak nemini hesaplamak için kullanılan ürün katsayısıdır. Dikim dekadından itibaren ürüne özgü katsayılar kullanılır. Algoritma sezon öncesi K_c değerini başlangıç için sıfır kabul etmektedir. Topraktaki su miktarı (W_t) toprağın su tutma kapasitesinden fazla ise o toprakta su fazlalığı olduğu söylenebilir. Eğer topraktaki su miktarı (W_t) 0'dan küçük ise toprakta su eksikliği olduğu söylenebilir.

ÜSBM modelinin iki ana çıktısının olan Gerçek evapotranspirasyon (ETa) ve Su Yeterlilik İndeksinin (SYİ) ürün verimi ile pozitif korelasyon gösterdiği kanıtlanmıştır:. ETa, alandaki ürün verimini etkileyecek önemli bir iklimsel değişken olan radyasyonu dahil ederek etkin kullanım sağlamaktadır. Su baskını,

güçlü rüzgarlar tarafından üretilen mekanik hasarlar veya çekirgeler, kuşlar, böcekler veya bitki hastalıkları gibi ürün verimini düşüren su stresi dışındaki biyolojik faktörlerin etkisi ÜSBM modeli tarafından dikkate alınmamaktadır.

Su Yeterlilik İndeksi, mevsimin herhangi bir döneminde ürün tarafından alınan su miktarını değerlendirmek için kullanılan ÜSBM modelinin bir çıktısıdır. Normal olarak, SYİ derecelendirilmiş verim sınıflarını da (iyi, orta, zayıf) göreceli olarak (ürününün optimal verim yüzdesi) tanımlamak için kullanılır. SYİ, karşılanmış olan ürün su gereksiniminin yüzdesini ifade eder ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$SY\dot{I} = 100(1 - (\sum ID_t I \div WR_t))$$

Burada:

SYİ : Su yeterlilik indeksi (%)

D_t : Toprak su eksikliği (mm/dekad)

WR_t : Maksimum bitki su gereksinimi (mm/dekad)

Nokta tabanlı çalışan bir modeldir. İstasyon noktaları üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Çalışma alanının agro-ekolojik zonlarının en doğru ve detaylı şekilde belirlenebilmesi için alan iklim, sayısal yüksek modeli, bakı, toprak derinliği, toprak arazi kullanım kabiliyeti, CORINE arazi örtüsü, jeoloji verileri doğrultusunda peyzaj birimleri oluşturulmuştur. AgroMetShell modeli çalışma yöntemine göre her bir peyzaj biriminin merkezine nokta verilerek bu birimlere ait veriler bir veri tabanı dahilinde oluşturulmuştur.

3.3.4. Ekolojik İstekler

Tüm canlılar gibi, bitkilerin yaşamını oluşturan büyüme ve gelişme ile ilgili olaylar genetik yapı ve çevre koşulları tarafından yönlendirilmektedir. Her hangi bir alanda genetik yapıları farklı olan bitkilerden o alanın çevre yani ekolojik koşullarına uyum sağlayabilenler yaşama şansına kavuşmaktadırlar yani bitkisel

üretimin çeşitliliği büyük ölçüde çevreyi (ekoloji) oluşturan iklim ve toprak koşulları tarafından belirlenmektedir (Anonim, 2018).

Bitkilerin iklim istekleri ve bu iklim istekleri içerisinde büyük öneme sahip olan sıcaklık ve de toprak istekleri bitkilerin gelişimi için hayati öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında belirlenen 23 ürün grubu için sıcaklık ve toprak istekleri literatür taraması ile tespit edilerek hedef ürün grupları olarak çalışmada yer almıştır.

3.3.5. Uygunluk Analizi

Her peyzaj birimi için ideal tarım ürünü önerisi geliştirilmesi için her ürün grubunun ekolojik isteklerine ek olarak su bütçesi ve erozyon durumun nicel olarak değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla söz konusu faktörler uzman görüşleri ve ilgili literatür çerçevesinde derecelendirilerek ağırlıklandırma çalışması gerçekleştirilmiştir.

Ağırlıklandırma sonucunda her bir faktör için belirlenen uygunluk indeksleri çok kriterli analiz yaklaşımı ile birleştirilerek her bir ürün için ortalama uygunluk indeksi bulunmuştur. Daha sonra her bir peyzaj birimi için ortalma uygunluk indeks değerine bakılarak öncelikli kullanım önerisi ortaya koyulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında uygulanılan model girdi verileri ve çalışma alanının genel durumunu ifade eden temel verilerin düzenlenmiş hali ile elde edilen sonuçlar bu bölümde sunulmuştur.

4.1. Veri Düzenleme

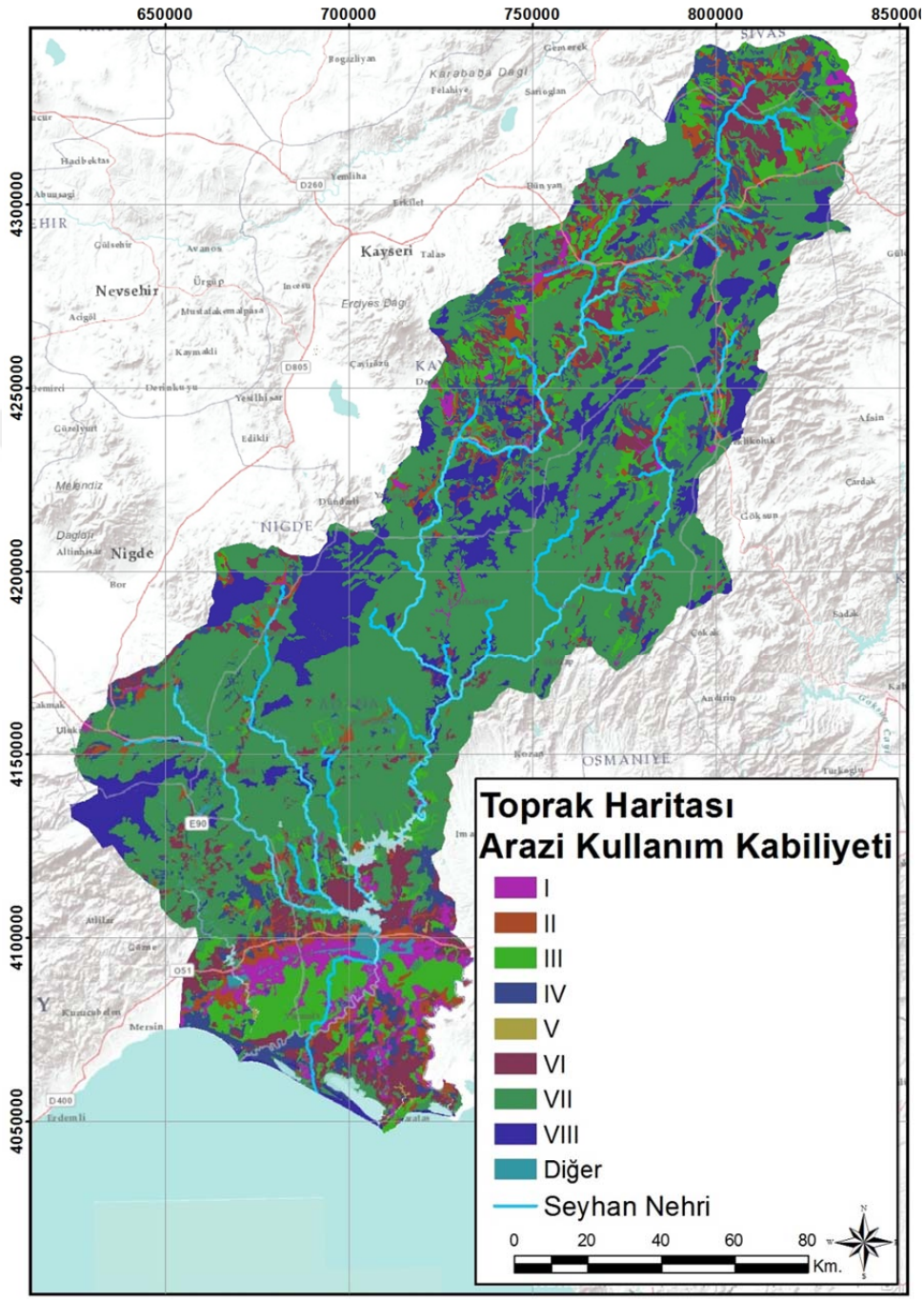
CBS birçok alanda olduğu gibi daha fazla veriyi aynı anda değerlendiren, veriler arasındaki ilişkinin tespiti, analizi ve sonuçlandırılmasıyla ilgili en etkin ve en hızlı araçlardan biridir. Peyzajlar birçok faktörün etkili olduğu ve multi disipliner çalışma gerektirdiği bir çalışma alanıdır. Coğrafi bilgi sistemlerinin ekolojik sistemleri, fiziksel özellikleri ve çevresel risklerin birarada değerlendirilmesinde etkin bir yöntemlerden biridir. Seyhan Havzasında agro-ekolojik zonlama yapılabilmesi için öncelikle alanın fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla alanın toprak haritası, topoğrafik haritası, jeoloji haritası ve orman amenajman haritası ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir.

4.1.1. Toprak Haritasının Düzenlemesi

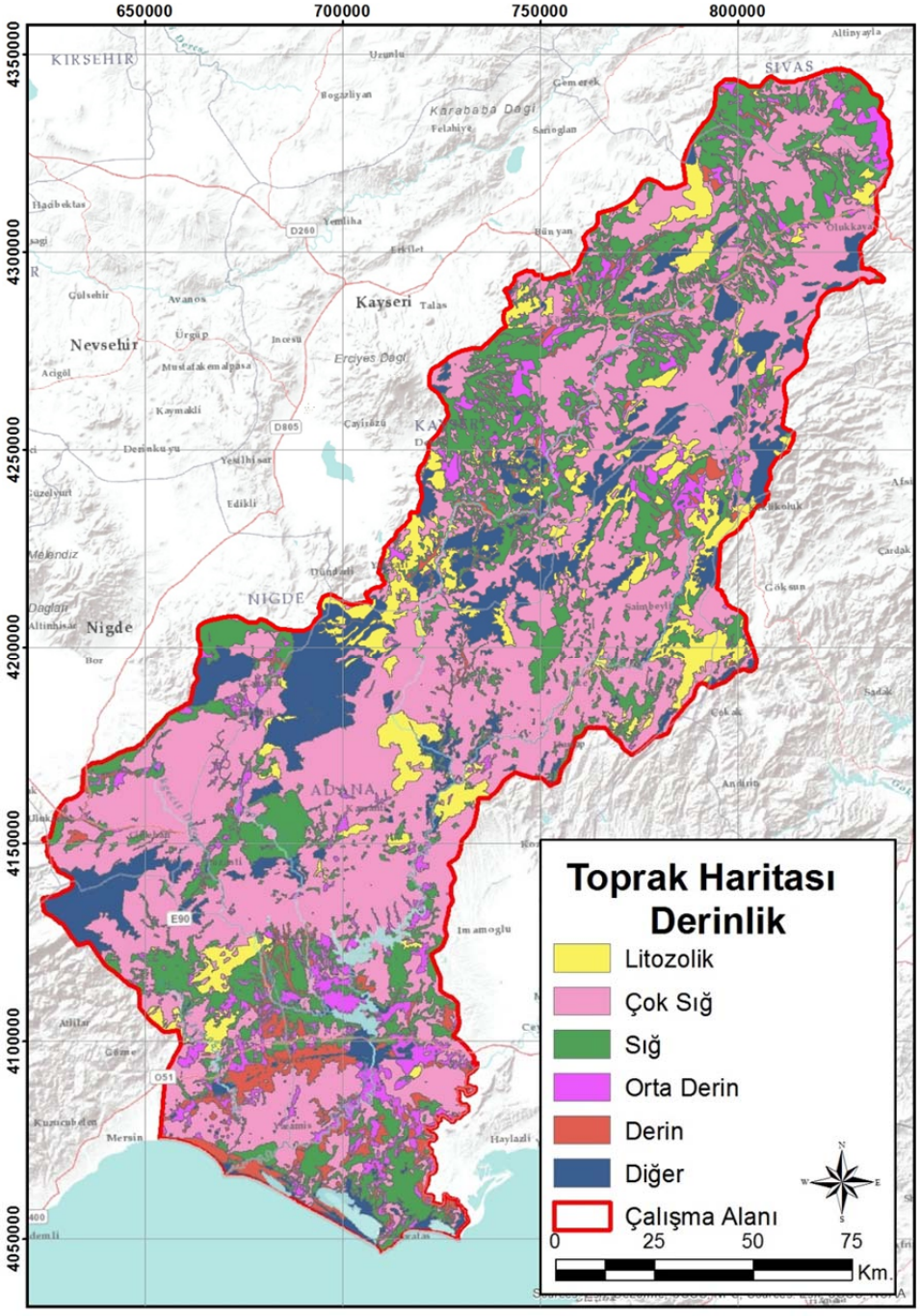
Toprak haritasından arazi kullanım kabiliyeti, drenaj, erozyon, büyük toprak grupları bilgisi Seyhan Havzası sınırlarına göre çıkarılmış ve her bir kategori kendi içinde değerlendirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3). Toprak haritasından arazi kullanım kabiliyet sınıflarına ait alan miktarları Çizelge 4.1'de tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.Toprak Haritası /Arazi kullanım kabiliyeti

Arazi Kullanım Kabiliyeti	Alan (km^2)	Alan (%)
I	916	3,70
II	1081	4,37
III	2525	10,21
IV	1757	7,10
V	11	0,04
VI	2468	9,98
VII	12933	52,30
VIII	2685	10,86
Diğer	354	1,43



Şekil 4.1. Seyhan Havzası Toprak Haritası Arazi Kullanım Kabiliyeti Haritası

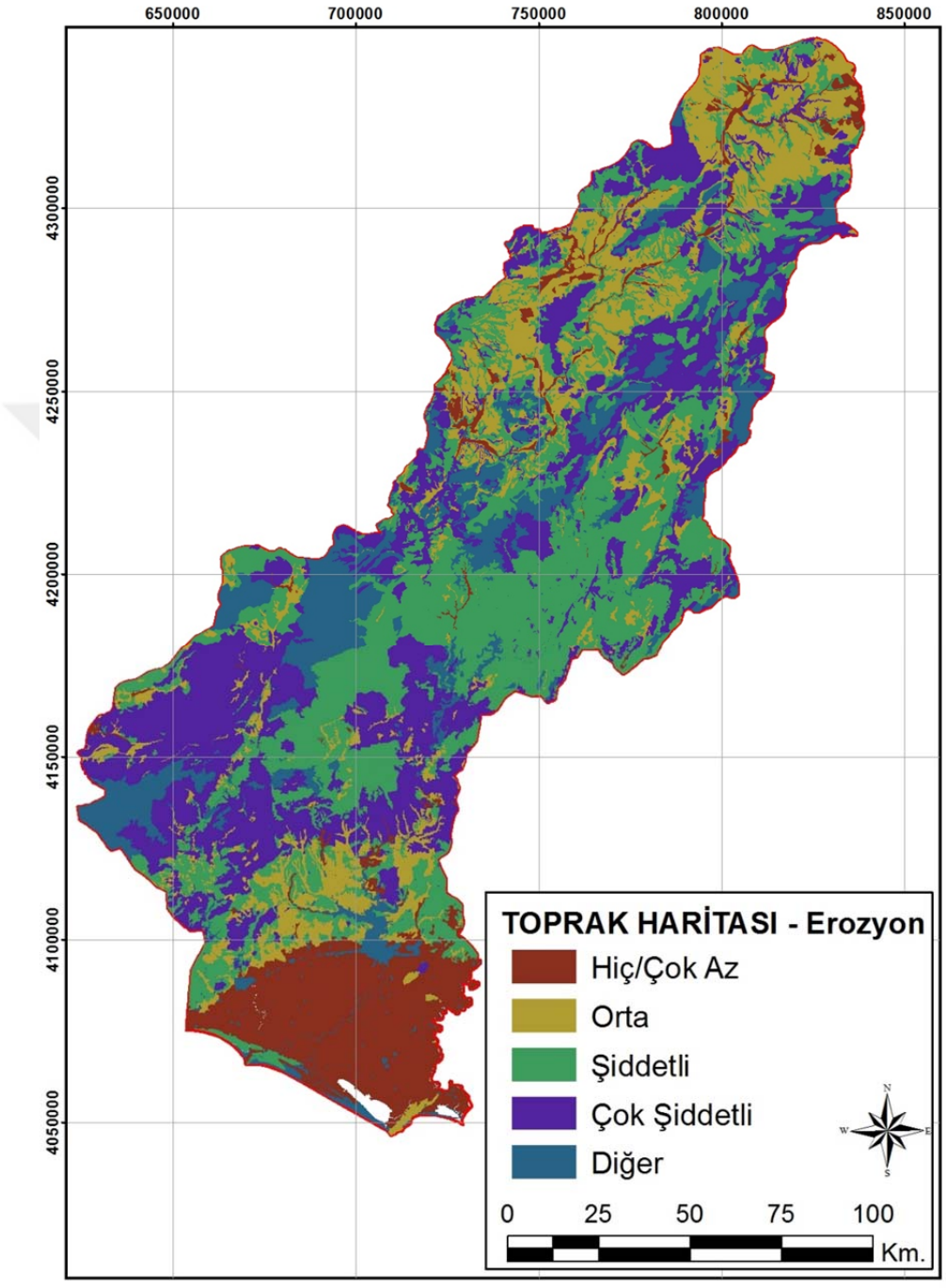


Şekil 4.2. Seyhan Havzası Toprak Derinlik Haritası

Toprak derinlik haritasından Litozolik alanlar 1906.41 km^2, çok sığ alanlar 12167.30 km^2, sığ 4920,46 km^2, Orta derinlik 1607,40 km^2 ve derin alanlar 981,06 km^2 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Toprak Haritası / Derinlik

Toprak Derinliği	cm	Alan (km)	Alan (%)
Litozolik	yok	1906	7,71
Çok Sığ	0-20	12167	49,20
Sığ	20-50	4920	19,90
Orta Derin	50-90	1607	6,50
Derin	90+	981	3,97
Diğer	-	3148	12,73



Şekil 4.3. Seyhan Havzası Toprak Haritası/ Erozyon Haritası

Toprak Haritası erozyon çok şiddetli erozyonun görüldüğü alanlar 6810,69 km^2, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Toprak Haritası / Erozyon

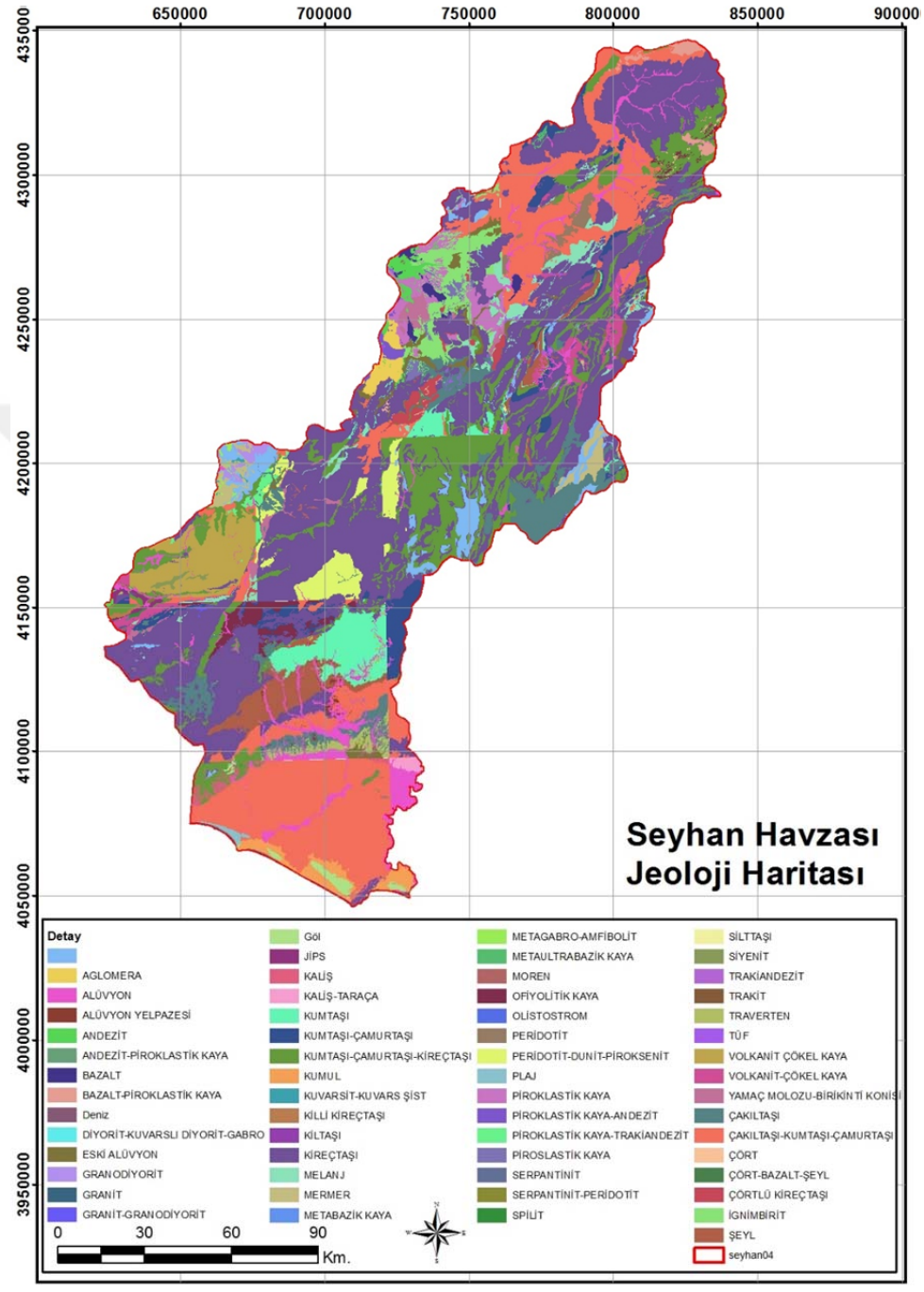
Erozyon	Alan (km^2)	Alan (%)
Hiç yok/Çokaz	2775	11,22
Orta	4134	16,72
Şiddetli	7980	32,27
Çok Şiddetli	6811	27,54
Diğer	3031	12,26

4.1.2. Jeoloji Haritasının Düzenlenmesi

Yeryüzü çok farklı yaş ve farklı özellikteki kayaçlardan oluşmaktadır. Jeoloji haritaları bu kayaçların yeryüzündeki dağılımını gösterir. Bu haritalar jeoloji mühendisleri için temel araç olup, harita üzerinde yer alan çizgiler ve simgeler kayaçlar arasındaki ilişkiyi yer altında üçboyutlu düzenlemeyi gösterir. Böylece kayaçların yüzeydeki dağılımları belirlenerek, yeraltına yönelik kestirimler yapılır (Anonim, 2008).

Ülkemizin jeolojik özelliklerinin ve yeraltı kaynaklarının kuşak ve havza bazında bir bütün olarak görülebilmesi ve izlenebilmesine hizmet edecek olan bu haritalar, aynı zamanda yeni metalik madenler, endüstriyel hammaddeler, kömür, petrol ve doğalgaz, jeotermal enerji vb. yeraltı kaynaklarının aranıp bulunmasına yönelik araştırmalarda; baraj, tünel, otoyol, hava limanı gibi mühendislik projelerinin büyük ölçekteki planlanmasında, yeni kent alanları ile sanayi tesisleri için yer seçiminde, afete maruz kalabilecek alanların belirlenmesinde, doğal sit alanlarının tespitinde, kayaçların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin araştırılmasında ve askeri amaçlarda kullanılan çok önemli bir başvuru kaynağıdır (Anonim, 2008).

Seyhan havzası jeoloji haritası hedeflenen amaç doğrultusunda kendi içinde kategorik hale getirilmiş ve analizlerde kullanılmıştır (Şekil 4.4). Jeolojik oluşumların alan bilgisi Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Seyhan Havzası Jeoloji Haritası

Çizelge 4.4. Jeolojik yapı

DETAY	ALAN(km^2)	DETAY	ALAN(km^2)
Diğer	519,35	Kumul	223,92
Aglomera	133,64	Kuvarsit-Kuvars Şist	7,05
Alüvyon	862,89	Melanj	357,87
Alüvyon Yelpazesi	28,62	Mermer	207,66
Andezit	118,21	Metabazik Kaya	0,2
Andezit-Piroklastik Kaya	0,59	Metagabro-Amfibolit	14,92
Bazalt	80,21	Metaultrabazik Kaya	13,61
Bazalt-Piroklastik Kaya	89,33	Moren	12,14
Çakıltaşı	1098,2	Ofiyolitik Kaya	254,07
Çakıltaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı	4226,66	Olistostrom	0,98
Çört	18,99	Peridotit	123,95
Çört-Bazalt-Şeyl	1,31	Peridotit-Dunit-Piroksenit	455,23
Çörtlü Kireçtaşı	157,01	Piroklastik Kaya	332,64
Deniz	14,22	Piroklastik Kaya-Andezit	41,01
Diyorit-Kuvarslı Diyorit-Gabro	0,36	Piroklastik Kaya-Trakiandezit	66,01
Eski Alüvyon	269,3	Piroslastik Kaya	71,02
Göl	81,52	Plaj	29,51
Granit	0,29	Serpantinit	5,29
Granit-Granodiyorit	4,93	Serpantinit-Peridotit	2,19
Granodiyorit	59,91	Silttaşı	2,18
İgnimbirit	479,19	Siyenit	26,64
Jips	36,8	Spilit	6,96
Kaliş	76,61	Şeyl	563,91
Kaliş-Taraça	43,75	Trakiandezit	1,52
Killi Kireçtaşı	14,44	Trakit	0,83
Kiltaşı	2,19	Traverten	142,6
Kireçtaşı	8160,44	Tüf	42,09
Kumtaşı	730,73	Volkanit-Çökel Kaya	254,11
Kumtaşı-Çamurtaşı	568	Volkanit Çökel Kaya	704,33
Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	2809,23	Yamaç Molozu-Birikinti Konisi	170,9

4.1.3. Topoğrafik Veriler

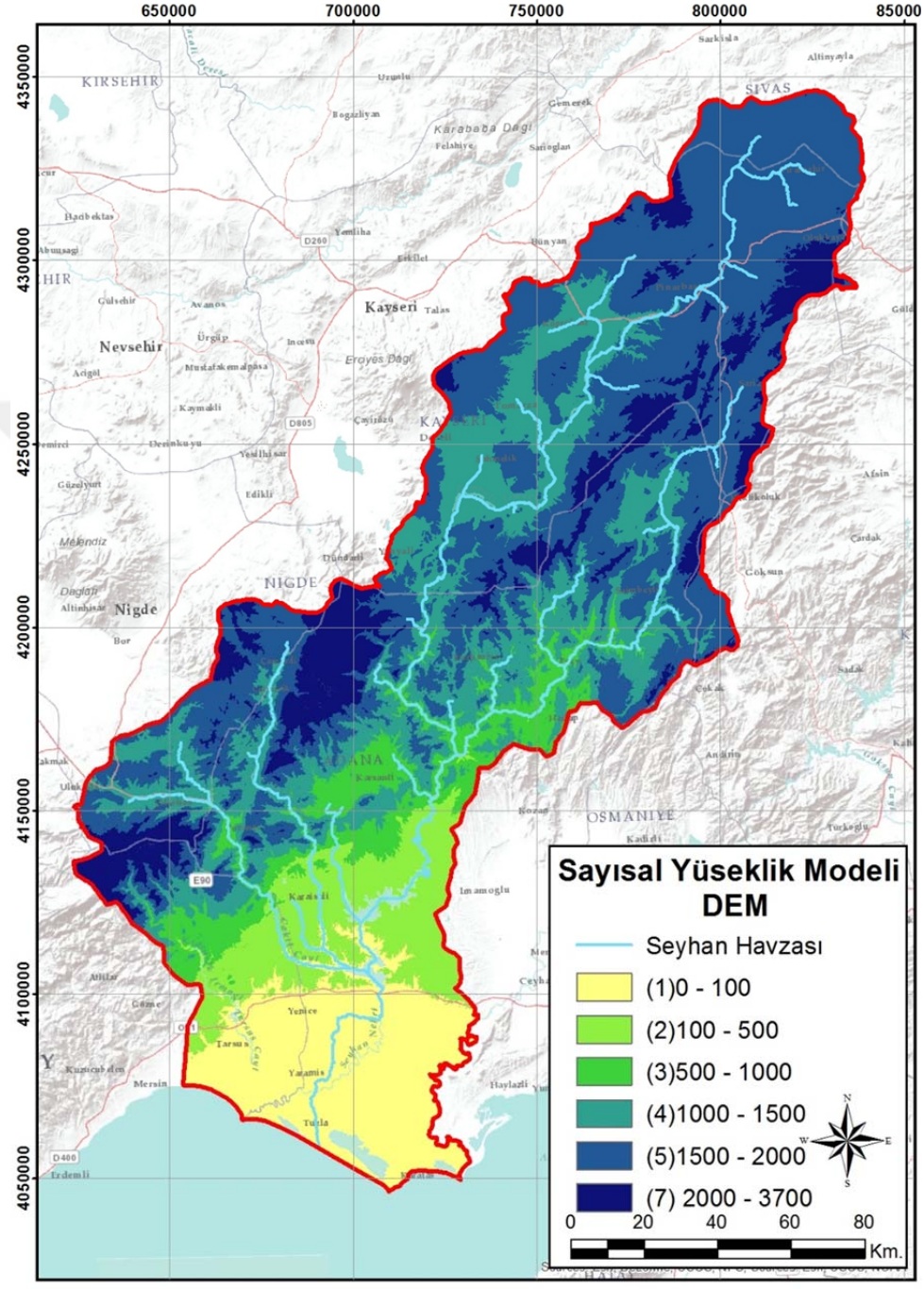
Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) bir kaç farklı yöntem kullanılarak elde edilebilen coğrafi bir bölgenin yükseklik bilgisini veren bir modeldir. SYM, Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve Sayısal Yüzey Modelleri (SYM) olarak ikiye ayrılır.

Bunlar arasındaki fark: Sayısal yüzey modeli yeryüzünde bulunan binalar, ağaçlar da dahil olmak üzere atmosfere en yakın noktanın yükseklik bilgisini verir. Sayısal arazi modeli ise topoğrafyanın yükseklik bilgisini verir.

Öncelikle sayısal yükseklik modeli veri yapısı üçe ayrılır.

- Grid (Hücrelerden oluşur her noktanın yükseklik bilgisi ile ele alınır.)
- Düzensiz Üçgen Ağı (TIN) (Noktaların bir üçgen yapısı ile bağlanarak keskin geçişli fiziksel bir yapısıdır.)
- Konturler

Sayısal yükseklik modelinden eğim, bakı ve yükseklik ara verileri ArcGIS 10.2 prograı ile üretilmiş ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Sayısal yükseklik modelinden (Şekil 4.5) eğim ve bakı haritları üretilmiş ve analizlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.6, Şekil 4.7).

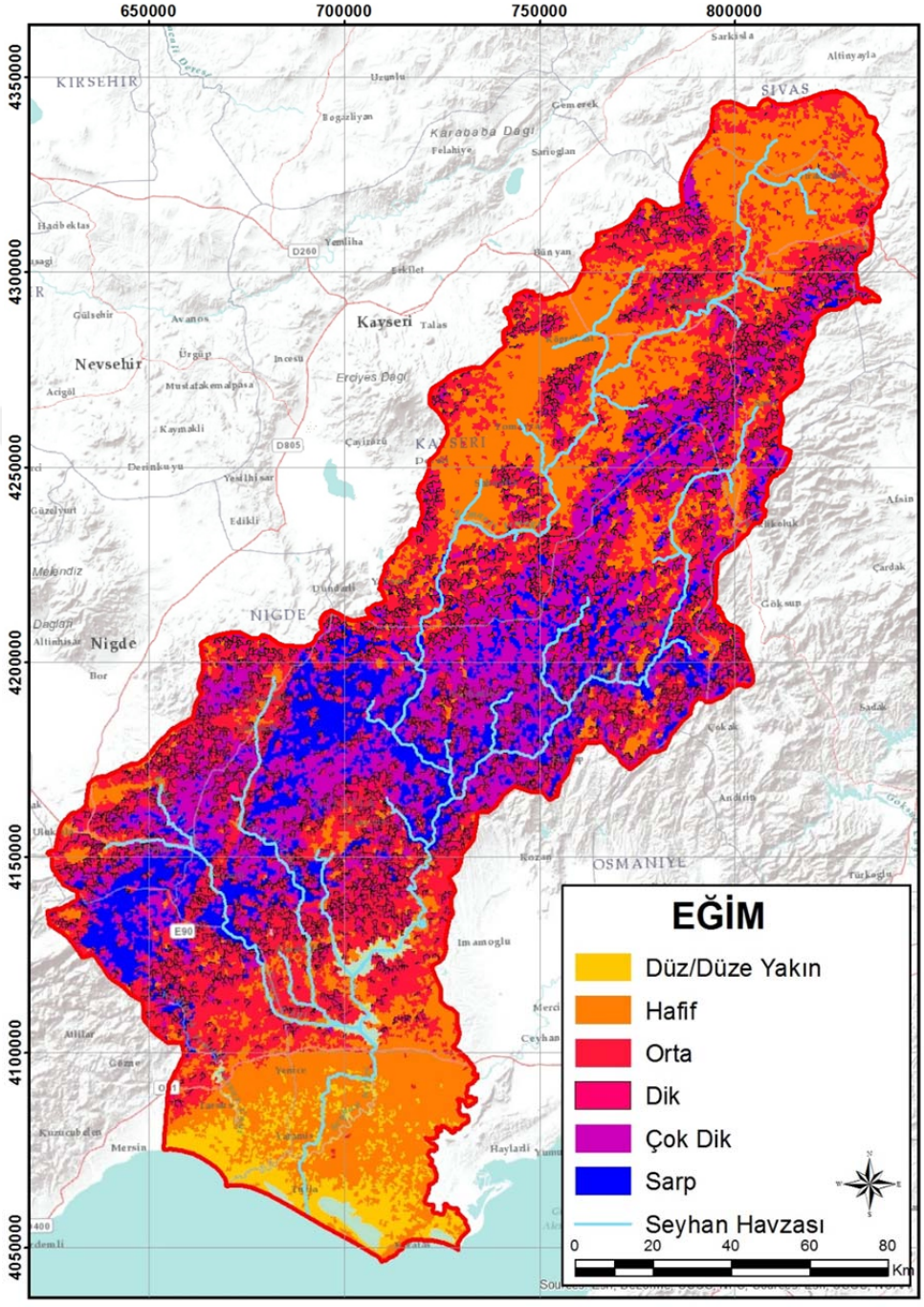


Şekil 4.5. Sayısal Yükseklik Modeli

Sayısal Yükseklik Modeline göre çalışma alanı içindeki en geniş alanı 9384 km^2 ile 1500 ila 2000 yükseklik değeri aralığında olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Seyhan Havzası Sayısal Yükseklik Modeli alan ve yüzde değerleri.

Yükseklik	Alan (km^2)	Alan (%)
0 - 100	3100	12,50
100 - 500	2192	8,84
500 - 1000	1911	7,70
1000 - 1500	5546	22,36
1500 - 2000	9384	37,83
2000 - 3700	2673	10,77

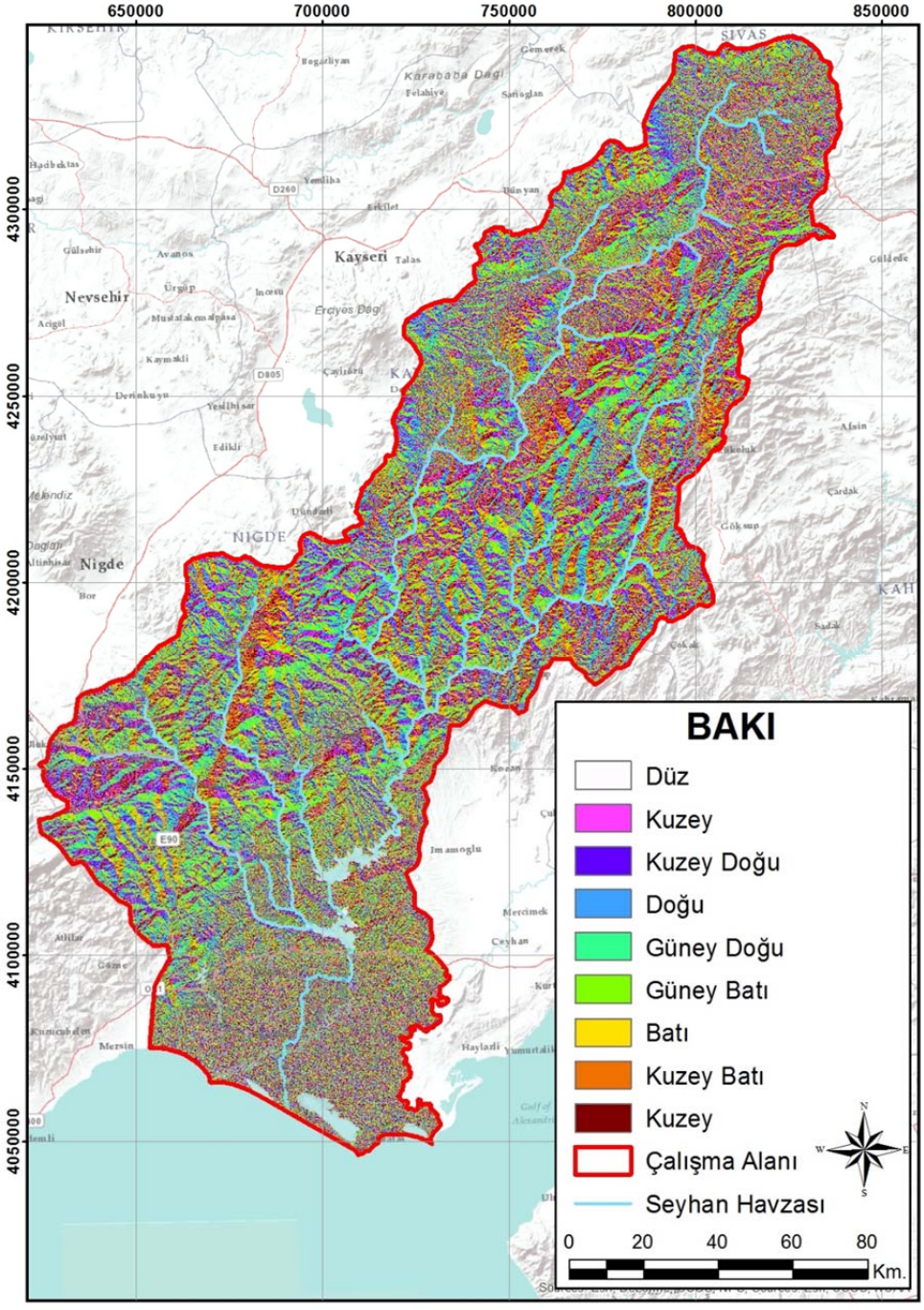


Şekil 4.6. Seyhan Havzası Eğim Haritası

Seyhan Havzası eğim değerleri Sayısal Yükseklik Modelinden üretilmiştir. Çizelge 4.6'da bakıldığında eğim değerlerinin 6 grupta toplandığı görülmektedir. Düz ve düze yakın alanlar 1153 km^2 alan kaplamakta ve bu alan tüm çalışma alanının %4,57'sini karşılık gelmektedir. Hafif eğime sahip alanlar 6868 km^2 olup tüm alanın %27,20 sini, orta eğime sahip alanlar 5647 km^2, dik alanlar 4717 km^2, çok dik olan alanlar 4210 km^2, sarp alanlar ise 2651 km^2 alan kaplamaktadırlar.

Çizelge 4.6. Seyhan havzası eğim grupları alansal dağılımı

Eğim	**Aralık (derece)**	**Alan (km^2)**	**Alan (%)**
Düz/Düze Yakın	0-2	1153	4,57
Hafif	2-6	6868	27,20
Orta	6-12	5647	22,37
Dik	12-20	4717	18,68
Çok Dik	20-30	4210	16,68
Sarp	>30	2651	10,50



Şekil 4.7. Seyhan Havzası Bakı Haritası

Seyhan Havzası bakı haritası sayısal yükseklik modelinden üretilmiştir. Düz, kuzey, kuzey doğu, doğu, güney doğu, güney batı, batı, kuzey batı, kuzey olarak gruplanmıştır. Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere düz alanlar 214 km^2 olarak tespitedilmiştir.

Çizelge 4.7. Seyhan Havzası bakı grupları ve alanları

Bakı	Alan (km^2)	Alan (%)
Düz	214	0,86
Kuzey	2843	11,46
Kuzey Doğu	2805	11,31
Doğu	3234	13,04
Güney Doğu	3322	13,39
Güney Batı	3291	13,27
Batı	2995	12,07
Kuzey Kuzey Batı	3149	12,69
Kuzey	2953	11,90

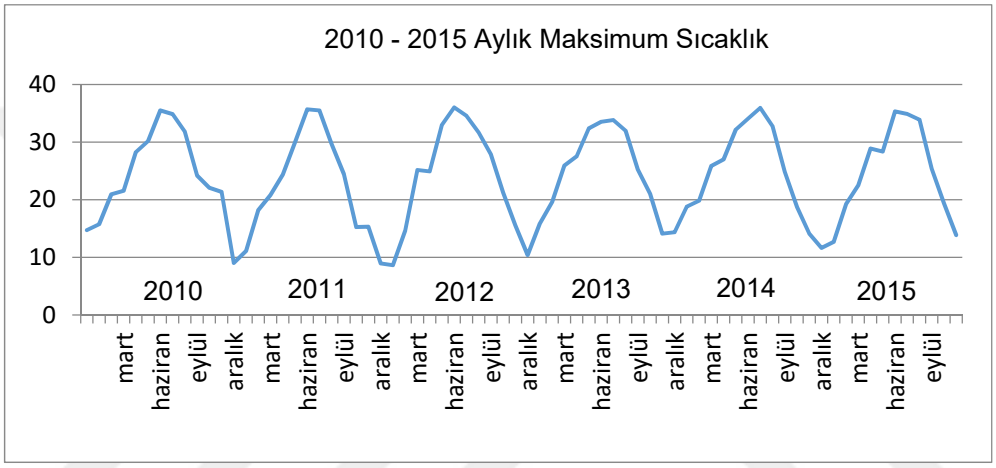
4.1.4. İklim Verilerinin İnterpolasyonu

2010-2015 yılları için çalışma alanı ve yakın çevresinde yer alan gözlem istasyonlarına ait veriler (maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı) meteoroloji genel müdürlüğünden temin edilmiştir. Temin edilen veriler erozyon ve ürün su bütçesi modelinde girdi verileri olarak kullanılmak üzere aylık ve 10'ar günlük olarak ANUSPLIN yazılımı kapsamında splin B yöntemiyle interpole edilmiştir. İnterpole edilen iklim verileri detaylı olarak aşağıda sunulmuştur.

4.1.4.1. Maksimum Sıcaklık

2010-2015 yılları için istasyonlardan alınan maksimum sıcaklık verilerinin interpolasyonu yapılmış ve tüm alan için maksimum sıcaklık verisi üretilmiştir.

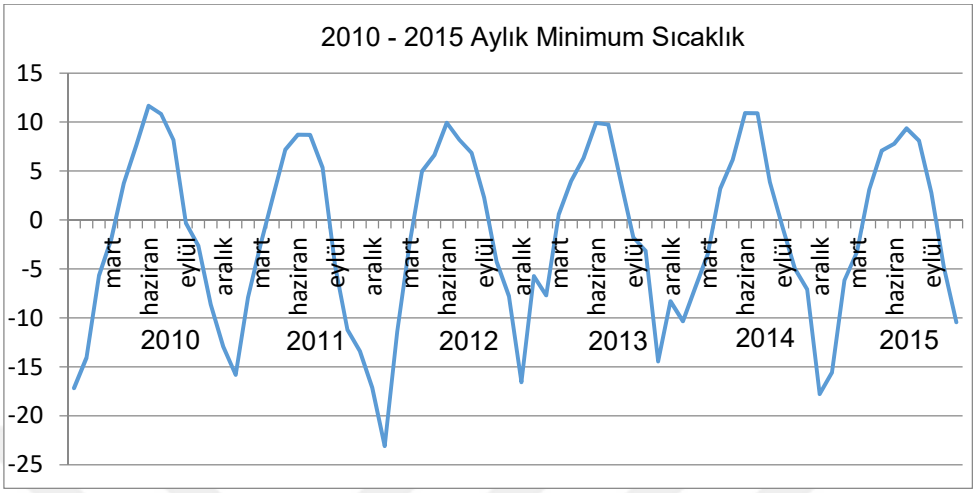
Grafiğe bakıldığı zaman genel olarak her yıl için ocak ayı maksimum sıcaklık değeri en düşük haziran- temmuz ayı değeri en yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.8). Yıllar arasındaki durum incelediğinde genel olarak eğilimin benzer olduğu sadece 2013 yılı maksimum sıcaklık değerinin diğer yılara göre daha düşük olduğu görülmektedir (Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5, Ek 6).



Şekil 4.8. 2010-2015 Aylık Maksimum Sıcaklık

4.1.4.2. Minimum Sıcaklık

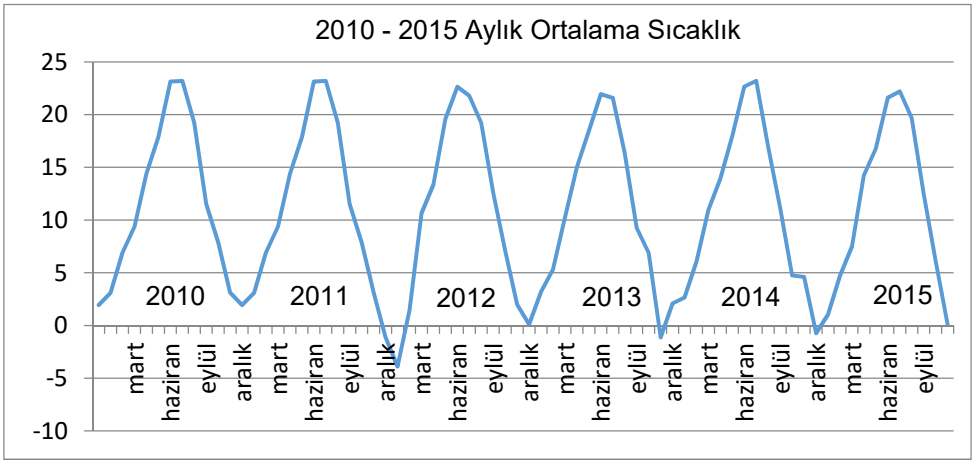
2010-2015 yılları için istasyonlardan alınan minimum sıcaklık verilerinin interpolasyonu yapılmış ve tüm alan için minimum sıcaklık verisi üretilmiştir. Genel olarak her yıl için ocak ayı minimum sıcaklık değeri ortalama -15 derece olduğu görülmektedir. Yıllar arasındaki durum incelediğinde eğilimin benzer olduğu fakat 2012 yılı minimum sıcaklık değerinin diğer yıllara kıyasla daha düşük (-25^{o}C) olduğu görülmektedir (Ek 7, Ek 8, Ek 9, Ek 10, Ek11, Ek 12, Şekil 4.9).



Şekil 4.9. 2010 - 2015 Aylık Minimum Sıcaklık

4.1.4.3. Ortalama Sıcaklık

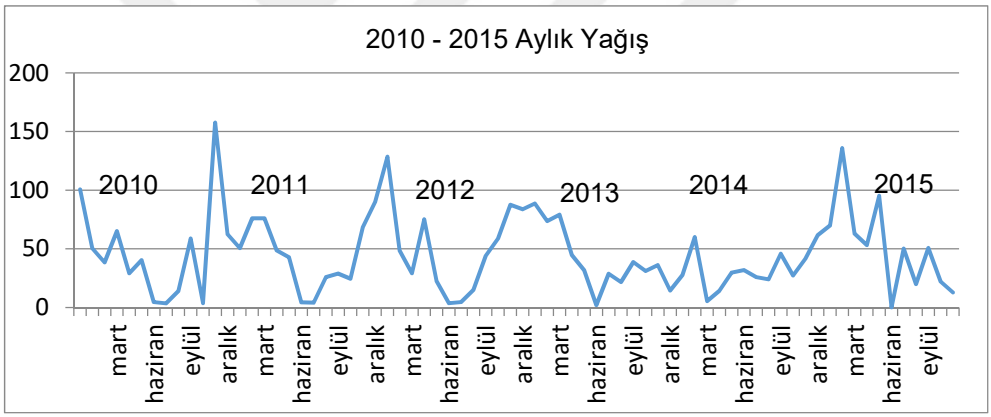
2010 – 2015 yılları için ortalama sıcaklığa bakıldığı zaman 0°C ile 23°C arasında olduğu görülmektedir. Diğer yıllardan farklı olarak 2012 yılı ocak ayındaki ortalama sıcaklık -3°C olarak ekstrem bir değer göstermektedir (Ek 13, Ek 14, Ek 15, Ek 16, Ek 17, Ek 18, Şekil 4.10).



Şekil 4.10. 2010 - 2015 Aylık Ortalama Sıcaklık

4.1.4.4. Yağış

Bitkiler için yüksek düzeyde öneme sahip olan yağış agroekolojik zonlama yapılırken kullanılacak en önemli iklim verilerindendir. Yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu veriler düzenlenerek Seyhan Havzası içindeki ve yakın çevresindeki istasyonlara ait veriler kullanılarak tüm Seyhan Havzası için yağış verisi üretilmiştir. 2010- 2015 yılları aylık yağış verisi incelendiği zaman yıllar arasında çok değişkenlik olduğu görülmektedir. 2010 – 2015 yılları arasındaki yağış eğilimi benzer olmak birlikte yağışın en az olduğu yıl 2014 yılı olarak tespit edilmiştir (Ek 19, Ek 20, Ek 21, Ek 22, Ek 23, Ek 24, Şekil 4.11).



Şekil 4.11. 2010 - 2015 Aylık Yağış

4.2. Peyzaj Birimlerinin Oluşturulması

Seyhan havzasının tarımsal uygunluk potansiyelinin belirlenmesinde çalışma alanının daha detaylı analizini sağlayabilmek için tüm alanı fiziksel özelliklerini temsil edecek peyzaj birimleri oluşturulmuştur. Peyzaj birimlerini oluştururken çalışma alanına ait iklim, SYM, bakı, toprak derinlik, toprak arazi kullanım kabiliyeti, CORINE arazi örtüsü, jeoloji verileri kullanılmışır. Her veri için kendi içinde homojen sınıfları içeren zonlama yapılmıştır. Bir sonraki aşamada

tüm veriler aynı çözünürlüğe getirilerek birleştirilmiş ve peyzaj birimleri oluşturulmuştur (Şekil 4.12).

İklim zonlarının tespiti için ortalama sıcaklık, nem, yağış verileri kullanılarak Seyhan Havzası yedi ayrı iklim sınıfına ayrılmıştır. İklim zonları oluşturulduktan sonra 10 ha'dan küçük alanlar elimine edilerek benzer en yakın peyzaj birimlerine dahil edilmiştir.

Eş yükselti eğrilerinden oluşturulan sayısal yükseklik modeli 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3700 metre olarak altı sınıfa ayrılmıştır. Daha sonra raster SYM poligon formatına dönüştürülmüştür ve 10 ha'dan küçük alanlar en uzun kenara dahil edilmiştir.

Eğim verisi 0-2 düz, 2-6 hafif meyil, 6-12 orta meyil, 12-20 dik meyil, 12-30 çok dik meyil ve %30'dan büyük alanlar ise arızalı veya çok arızalı olarak 6 sınıf olarak belirlenmiştir.

Eğim verisinden üretilen bakı verisi -1-0 düz (1), 0-45 kuzey (2),45-135 doğu (3), 135-225 güney (4), 225-315 batı (5), 315-360 kuzey (2) olarak 5 sınıf olarak belirlenmiştir. Bakı versinde 50 ha'dan küçük alanlar en yakın sınıfa dâhil edilmiştir.

Arazi kullanım ve toprak derinlik verisi de peyzaj birimlerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Toprak derinliği 90 cm'den büyük alanlar derin (5), 90-50 cm arası orta derin (4), 50-20 cm arası sığ (3), 20-0 cm arası çok sığ (2) ve litozolik alanlar derinlik yok (1) olarak belirlenmiştir.

Arazi örtüsü verisi olarak 250 metre çözünürlüklü CORINE arazi örtüsü verisi temin edilmiş ve Seyhan Havza sınırlarına göre kesilerek koordinat dönüşümü yapılmıştır. Raster olan CORINE arazi örtüsü 2.seviye sınıfları kullanılarak poligona dönüştürülmüştür. CORINE arazi örtüsü sınıflarında 5 ha'dan küçük olan alanlar daha uzun kenarlara dâhil edilerek veri fazlalığından kaynaklanabilecek olası problemlerin önüne geçilmesi sağlanmıştır.

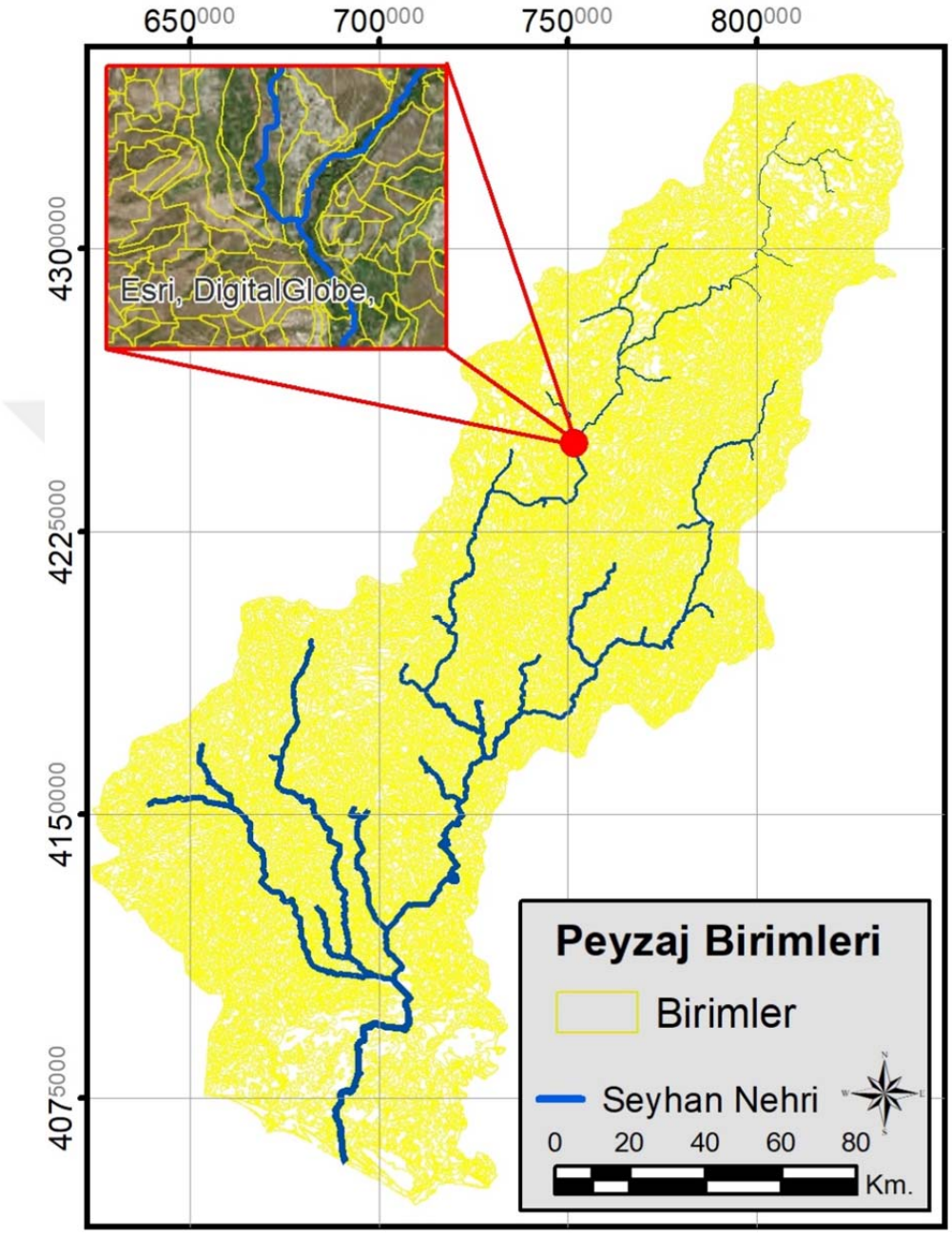
Jeoloji verisinde benzer sınıflar birleştirilmiştir. 50 ha'dan küçük alanlar en yakn birime dâhil edilmiştir. Birleşim yerlerindeki hatalar ve boşluklar manuel olarak düzeltilmiştir.

Peyzaj birimlerinin oluşturulması için yukarıda bahsettiğimiz iklim, sayısal yükseklik modeli, eğim, bakı, toprak arazi kullanım kabiliyeti, toprak derinlik, jeoloji, CORINE arazi örtüsü verileri düzenlenerek çakıştırılmıştır (Çizelge 4.8) Peyzaj birimlerinde 25 ha'dan küçük alanlar daha büyük komşu alanlara dâhil edilmiştir.

Çizelge 4.8. Peyzaj birimleri oluşturma faktörleri

İklim (7 Sınıf*)	**Eğim** (6 Sınıf)
Yükseklik (5 Sınıf)	0 - 2 derece
0 - 100 m	2 - 6 derece
100 - 500 m	6 - 12 derece
500 - 1000 m	12 - 20 derece
1500 - 2000 m	20 - 30 derece
2000 - 3700 m	> 30 derece
Toprak derinlik (5 Sınıf)	**CORINE Arazi örtüsü** (15 Sınıf)
Toprak yok (litozolik)	Yerleşim, endüstri, maden, kentsel
0 - 20 cm	yeşil alan, tarla tarımı, bahçe, mera,
20 - 50cm	karışık tarım, orman, çalı, çıplak alan,
90 - 50 cm	karasal sulak alan, kıyısal sulak alan,
> 90 cm	çöl, deniz
Bakı (5 Sınıf)	**Jeoloji** (20 Sınıf)
Kuzey	Alüviyal, aglomera, andezit, bazalt,
Doğu	çakıltaşı, çört, diyorit, ignimbirit, kaliş,
Güney	kireçtaşı, kumtaşı, mermer, melanj,
Batı	ofiyolitik kaya, peridotit, preklastik kaya,
Düz	şeyl, traverten, volkanik çökel kaya,
	yamaç molozu-birikinti konisi

*Yağış, ortalama sıcaklık ve nem verileri kullanılarak Iso-Cluster yöntemi ile yedi sınıf oluşturulmuştur.



Şekil 4.12. Peyzaj birimleri

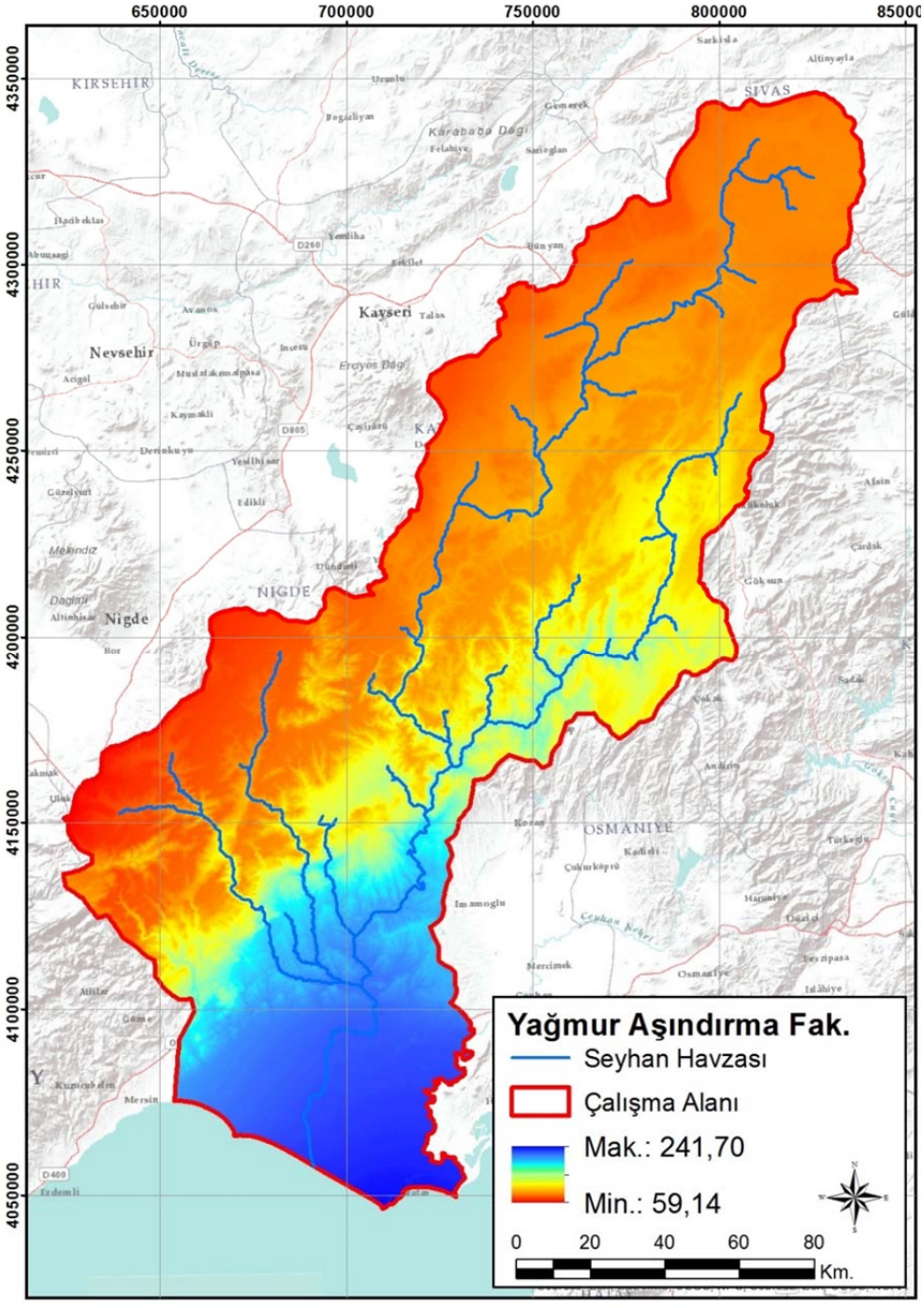
Seyhan Havzası için gerçekleştirilen peyzaj birimleri oluşturma süreci sonucunda havza toplam 31.367 birime ayrılmıştır. Bu birimlerin en küçüğü 25 ha yüzölçümüne sahipken en büyüğü 14.247 ha alana sahiptir. Ortalama birim alanı ise 78,6 ha'dır. Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında tespit edilen bu peyzaj birimleri temel alınarak bitki su indeksi hesaplama süreci gerçekleştirilmiştir.

4.3. Erozyon modelleme

Tarımsal üretimi ve ekolojik dengeyi etkileyen faktörlerden en önemlilerinden biri erozyondur. Erozyon için önlemler alınabilmesi için öncelikle alandaki erozyon miktarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında Seyhan havzası için erozyon miktarı RUSLE yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. RUSLE yöntemi ile t/ha/yıl birimi cinsinden altı temel faktörün üretilerek sonuç görüntülerinin birbirleriyle çarpılmasıyla erozyon miktarı tahmin edilmiştir.

4.3.1. Yağmur Aşındırma Faktörü

R faktörünün hesaplanabilmesi için öncelikle 2010–2015 yılları için aylık yağış toplamlarını bulunduktan sonra bu aylık toplamların ortalaması alınmıştır. Yukarıdaki formül uygulanarak Seyhan Havzası için 2010–2015 yılları ortalaması alınarak yağmur aşındırma faktörü tespit edilmiştir. Seyhan Havzası için maksimum yağmur aşındırma faktörü 241,70, minimum yağmur aşındırma faktörü ise 59,14 olarak tespit edilmiştir. Seyhan Havzası aşağı bölgelerinde yağmur aşındırma faktörü düşük olduğu fakat yukarı kesimlere doğru ise değerin arttığı görülmektedir (Şekil 4.13).

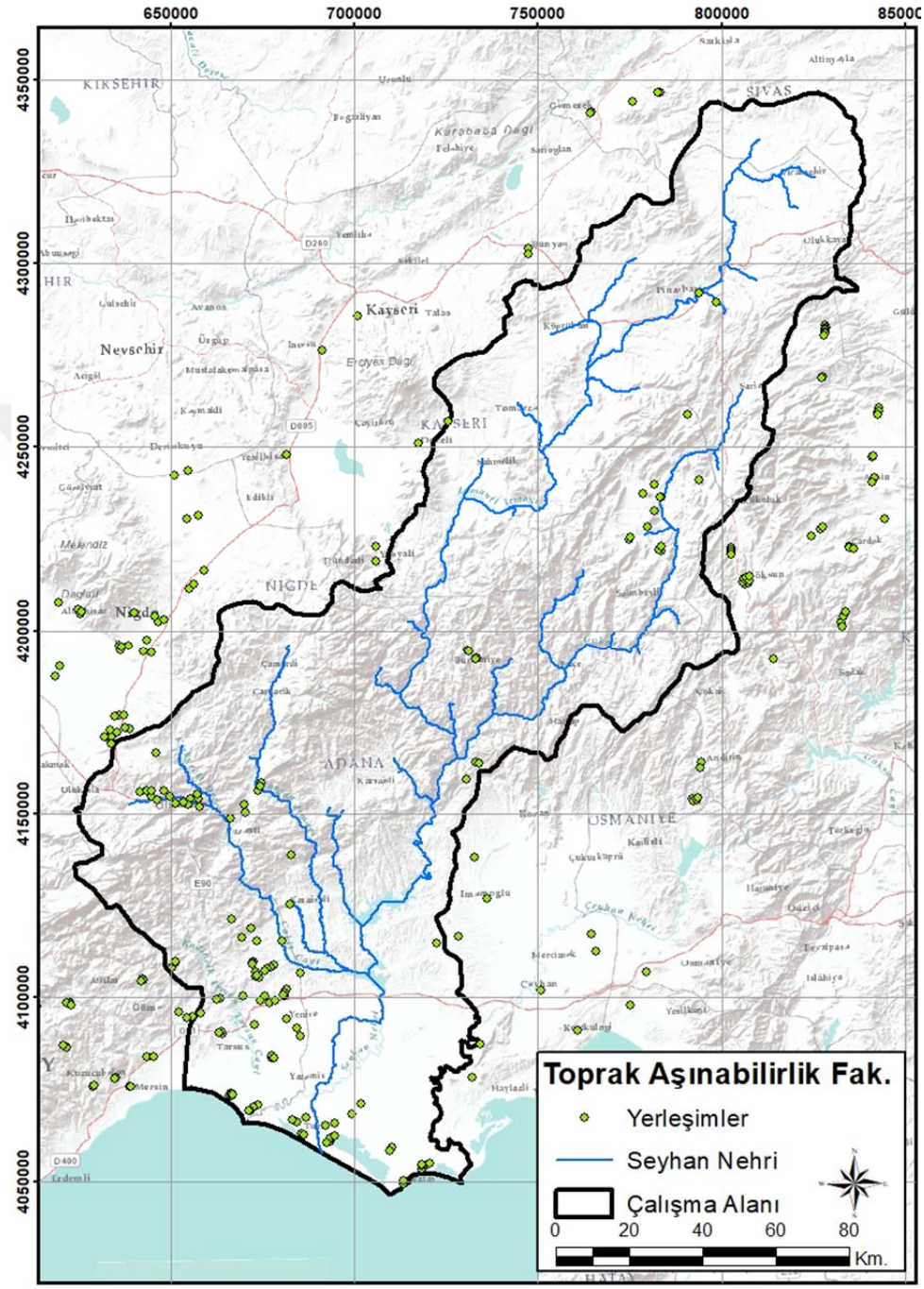


Şekil 4.13. Seyhan Havzası Yağmur Aşındırma Faktörü

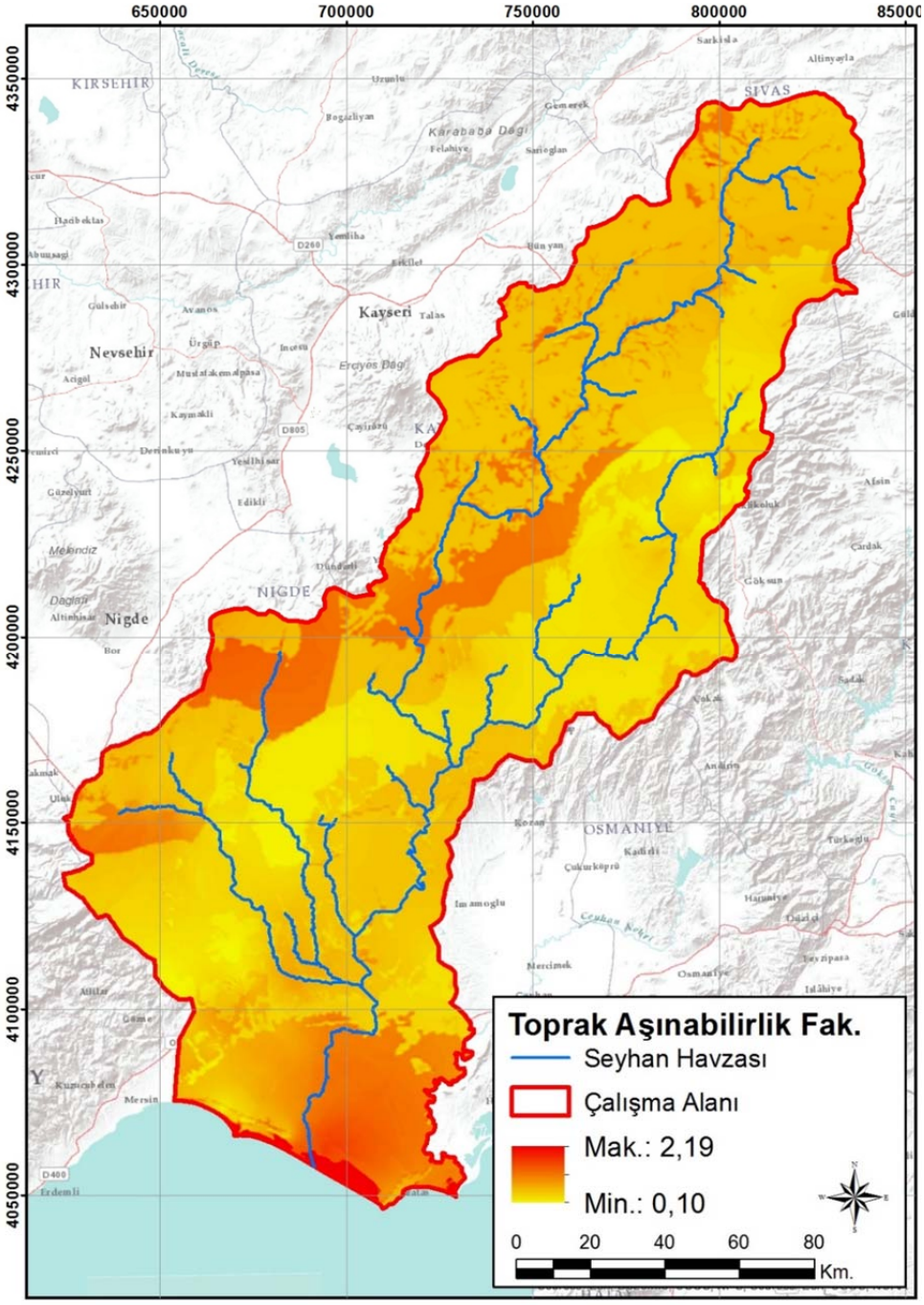
4.3.2. Toprak aşınabilirlik faktörü

Ülkemiz toprakları için üretilen toprak verileri arasında tekstür bilgisi bulunmamaktadır. Bu nedenle K faktörü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Türkiye Büyük Toprak Grupları "K" Faktörleri raporundan (Doğan ve ark, 2000) faydalanılarak elde edilmiştir. Her il için köyler bazında alınan toprak örneklerinin laboratuar analizleri sonucunda tespit edilen K faktör değerleri çalışma alanı ve çevresindeki yerleşimler baz alınarak bir veri tabanında toplanmıştır. Google Earth ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) kaynaklarından yararlanılarak söz konusu yerleşimlerin koordinatları tespit edilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Yerleşimler bazında oluşan noktasal K faktörü değerleri kriging yöntemiyle tüm alan için interpole edilerek K faktörü haritası elde edilmiştir (Şekil 4.14, Şekil 4.15).

Çalışma alanı içinde ve yakın çevresinde toplam 299 yerleşimler bazında oluşan noktasal K faktörü değerleri kriging yöntemiyle tüm alan için interpole edilerek K faktörü haritası elde edilmiştir (Şekil 4.14). K faktörü değerleri Seyhan Havzası genelinde en düşük 0.10, en yüksek 2.19 olmak üzere ortalama 0,25 değerini almaktadır. Seyhan Havzası aşağı kesimlerde toprak aşınabilirlik değeri yüksek olmakla birlikte yukarı kesimlere doğru azalmaktadır.



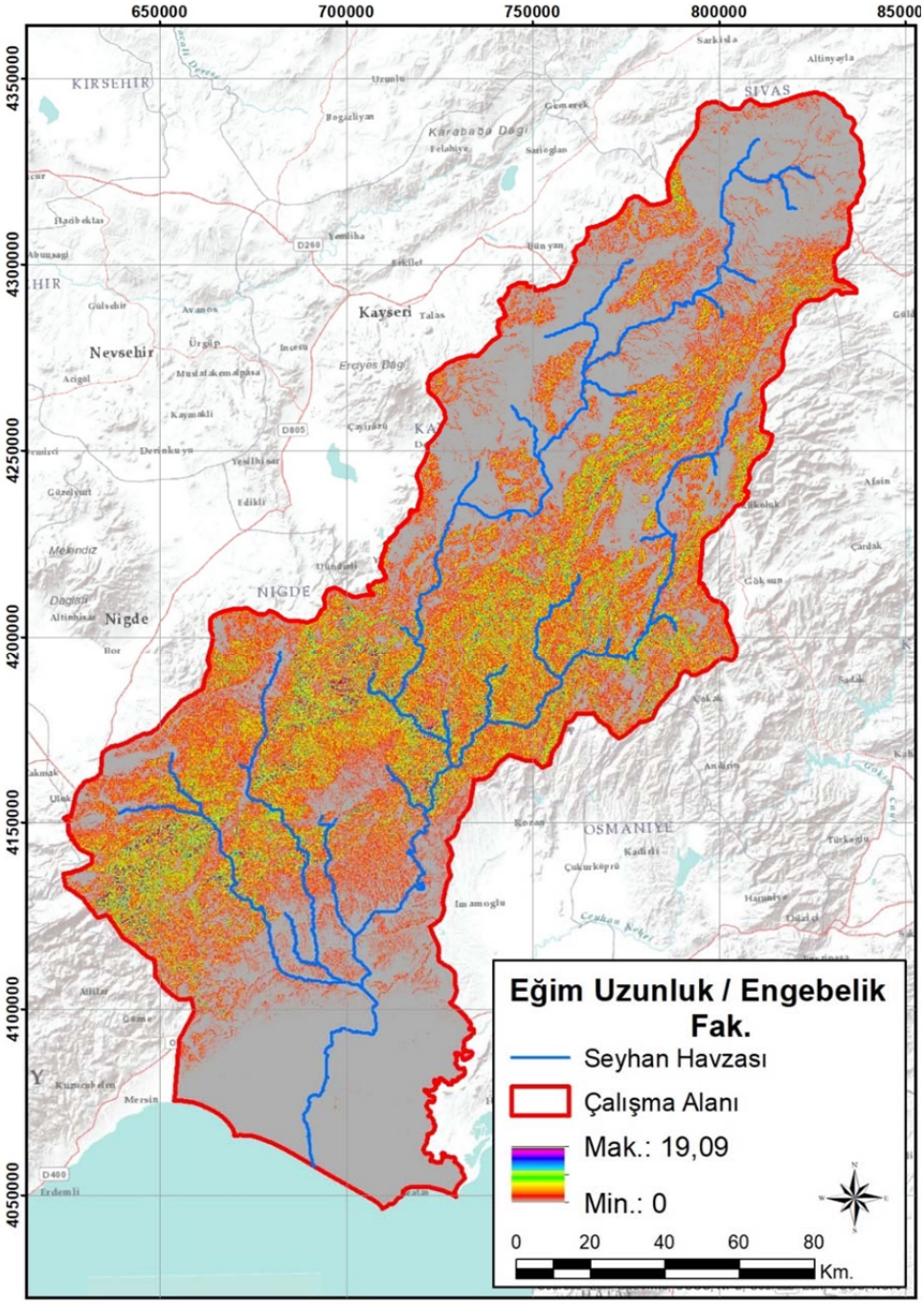
Şekil 4.14. Seyhan Havzası Toprak Aşınabilirlik (K) faktörü ölçülmüş yerleşimler.



Şekil 4.15. Seyhan Havzası Toprak Aşınabilirlik (K) faktörü görüntüsü.

4.3.3. Topografik faktörler

Eğim uzunluk ve engebelik formülleri yerine koyulup ayrı ayrı L ve S faktörleri bulunmuştur. L ve S değerinin çarpımı ile aşağıdaki, ls faktör görüntüsü elde edilmiştir. Bu sonuca göre eğim uzunluk ve engebelik faktörü maksimum 19.09 minimum ise 0 olarak tespit edilmiştir. Seyhan havzası aşağı ve yukarı kesimlerde eğim uzunluk engebelik faktörü düşük, orta kesimlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



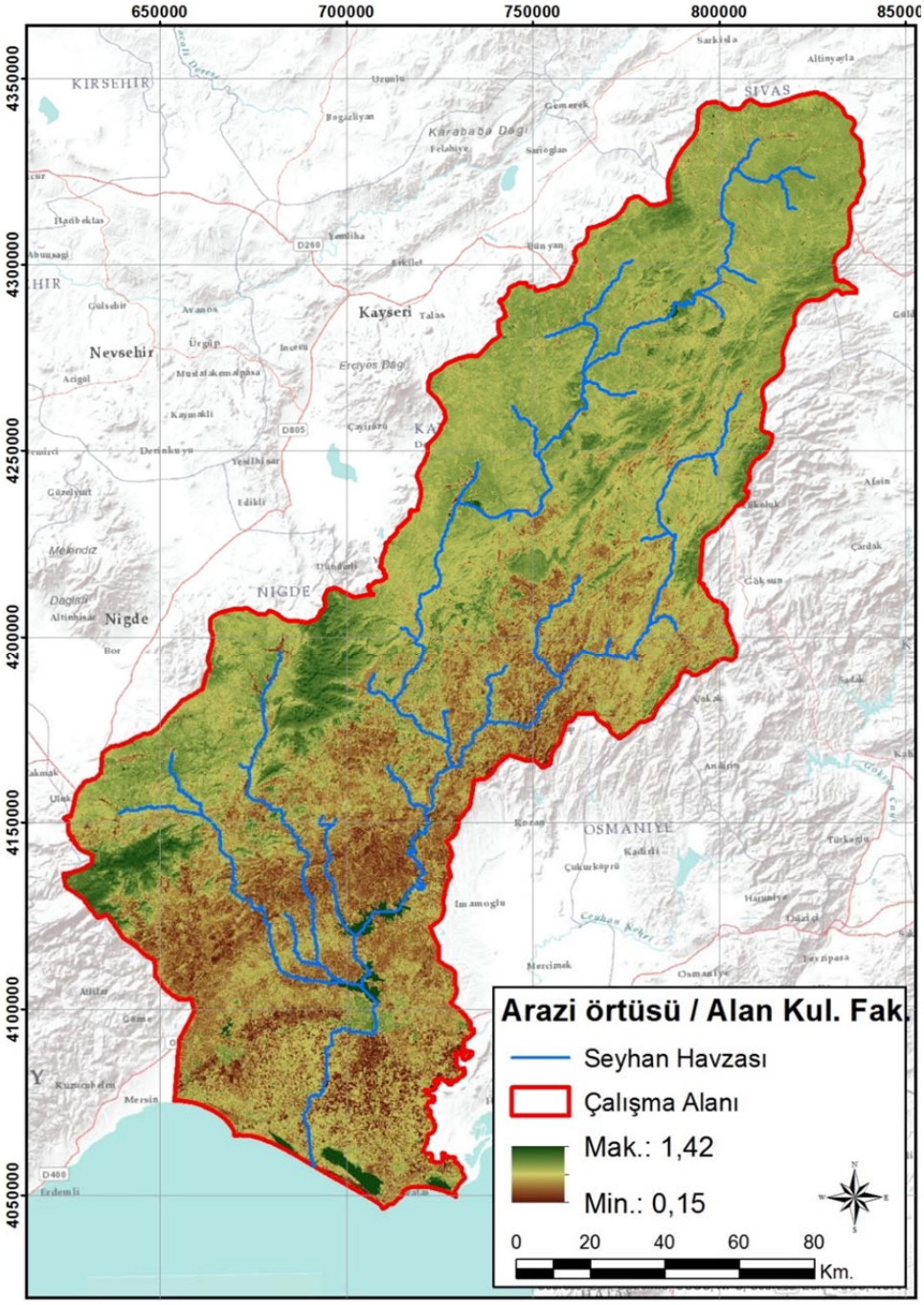
Şekil 4.16. Eğim Uzunluk/Engebelik Faktörü Haritası

4.3.4. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanım Faktörü

Seyhan Havzası'na ait yıllık ortalama NDVI görüntüsü kullanılarak arazi örtüsü ve alan kullanım (C) faktörü görüntüsü üretilmiştir (Şekil 4.17).

Havza dahilinde hesaplanan C faktör değerleri en düşük yaklaşık 0.15 ve en yüksek 1.42 olurken havza genelinde ortalama olarak 0.72 değerini almaktadır. Alan geneline bakıldığında C faktörü değerlerinin havzanın orta kesiminden başlayarak yukarı kesimlerine doğru yüksek değerler aldığı görülmektedir.

Su yüzeyleri, NDVI değerlerinin çok düşük olması nedeniyle C faktörü görüntüsünde en yüksek faktör değerlerini almaktadır. Bu durum sonuç görüntüsünde hatalı sonuçlara neden olmaktadır. Fakat bu ve benzeri hatalar, erozyon dışı alanlar olarak değerlendirilen alanların sonuç görüntüsünde maskelenmesiyle giderilmektedir.



Şekil 4.17. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanım Faktörü

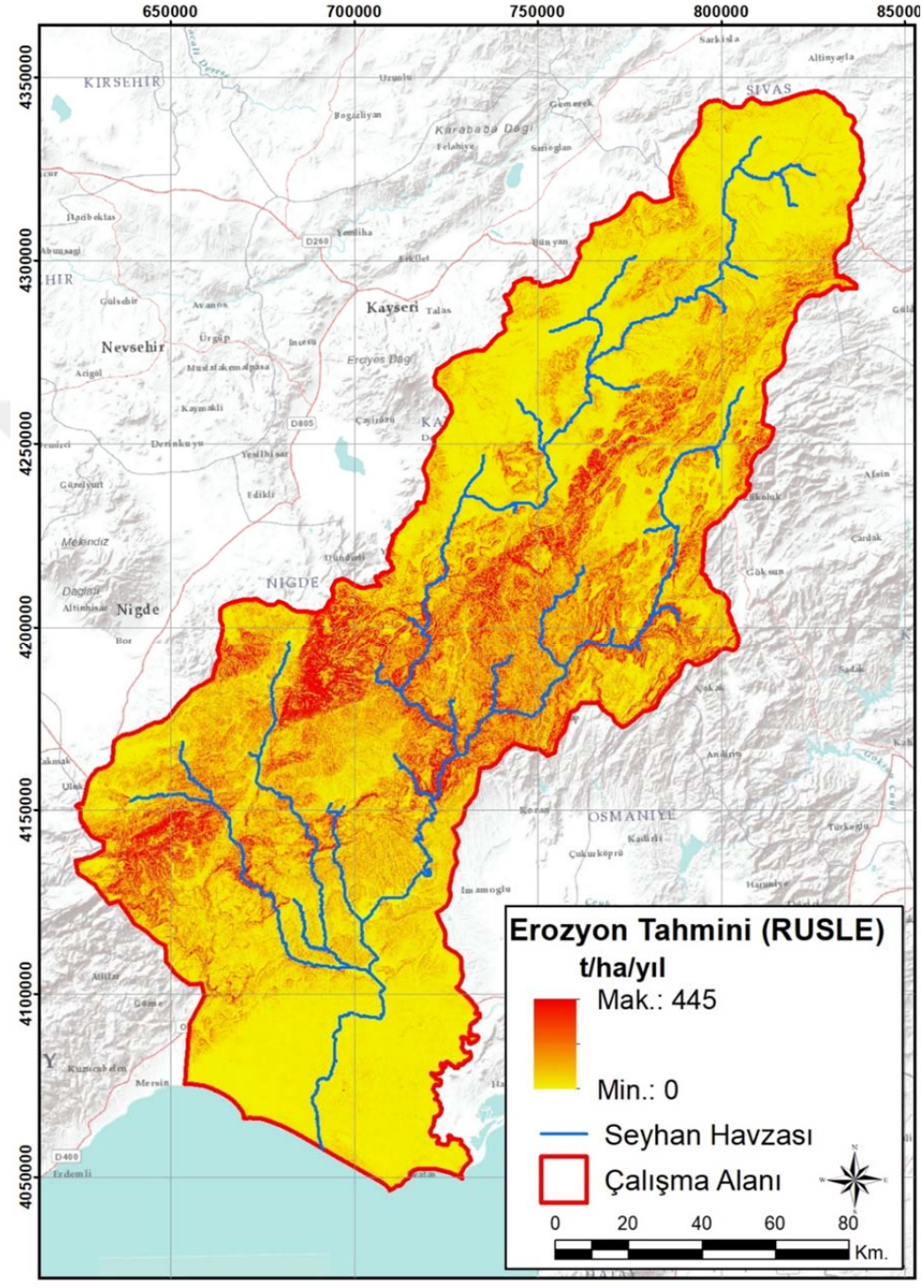
4.3.5. Erozyon Kontrol Faktörü

Erozyon kontrol faktörü (P) çalışma alanı kapsamında erozyon kontrolüne ve önlenmesine yönelik herhangi bir çalışmanın olup olmadığını ortaya koyar. Küçük ölçekli çalışmalarda bu bilgilerin tespit edilebilmesi mümkün olabilmektedir. Fakat Seyhan Havzası ölçeğindeki bir çalışma için tespit edilmesi mümkün olmamıştır. Bu durumun gözlemlendiği benzer çalışmalarda bu faktörün etkisini ortadan kaldırmak için bu faktörün değeri tüm alanlar için 1 olarak alınmıştır (Wachal ve ark, 2007).

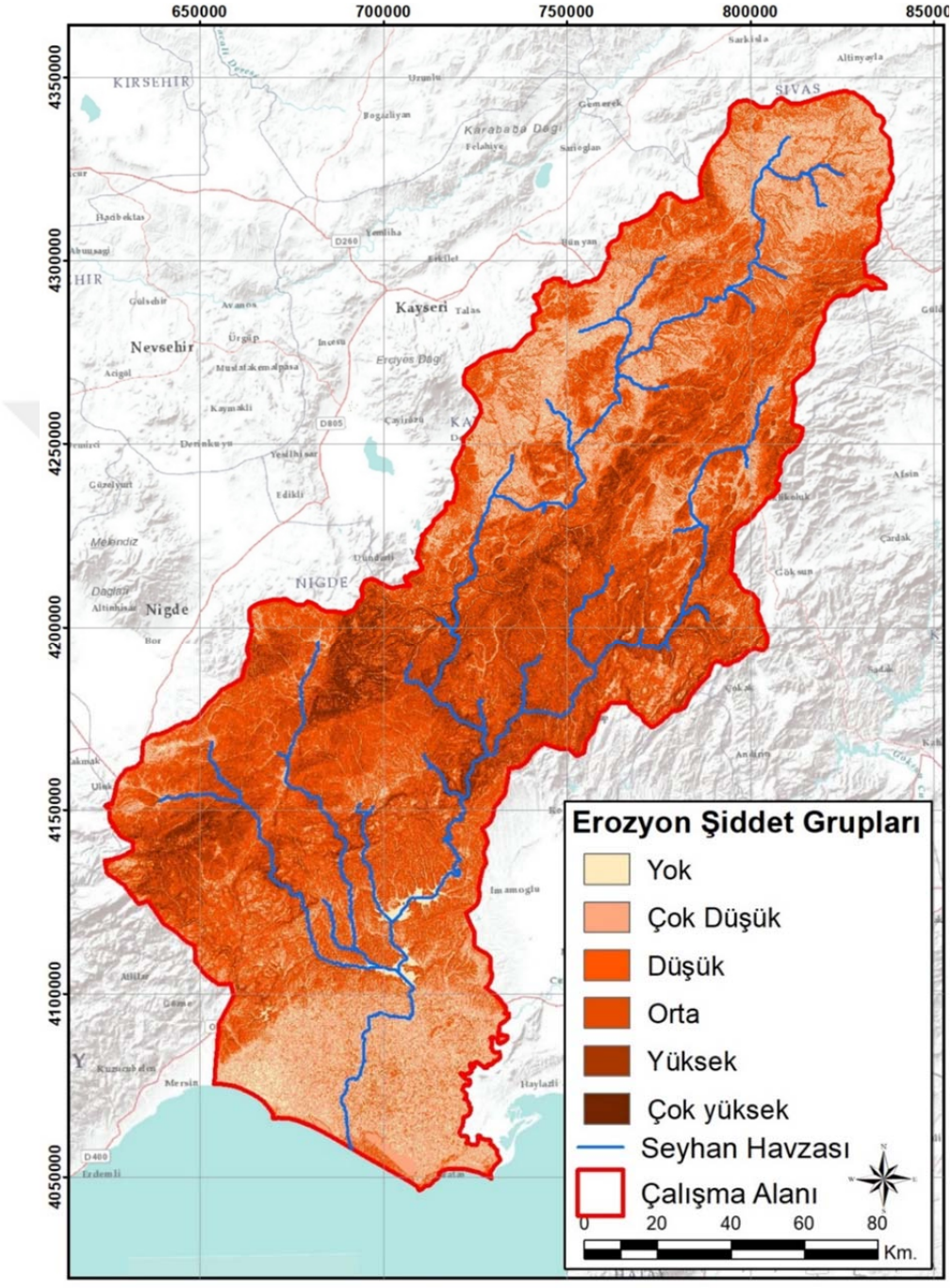
4.3.6. RUSLE ile Erozyon Tahmini

RUSLE yöntemi dahilinde ihtiyaç duyulan tüm faktörlerin Seyhan Havzası için hazır hale getirilmesiyle CBS ortamında yılda hektar başına düşen tahmini erozyon miktarı ton cinsinden (ton/hayıl) her piksel için tahmin edilmiştir (Şekil 4.18).

Seyhan Havzası kapsamında erozyon 0 ile 445 ton/ha/yıl arasında bulunmuştur. Bu sonuçlara göre tüm alan için birim alandaki ortalama erozyon 14,03 ton/ha/yıl değerine ulaşırken standart sapma ise 11,87 olarak tespit edilmiştir. Tahmin edilen erozyon miktarı yok, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olacak şekilde altı şiddet sınıfına ayrılmıştır (Şekil 4.19, Çizelge 4.9).



Şekil 4.18. Erozyon Tahmini (RUSLE)

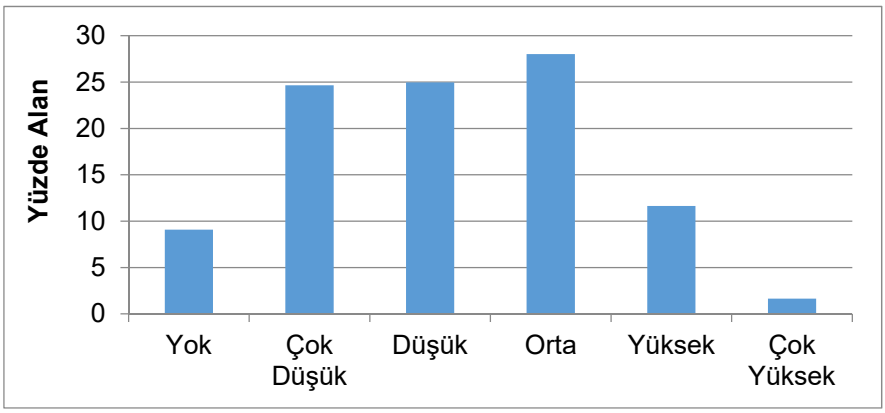


Şekil 4.19. Erozyon Şiddet Grupları

Çizelge 4.9. Erozyon şiddet sınıfları

Erozyon Şiddet Sınıfları	Aralık (ton/ha*yil)	Erozyon Alanları	
		km^2	%
Yok	0	2250	9,08
Çok Düşük	0-5	6109	24,66
Düşük	5-10	6183	24,96
Orta	10-20	6940	28,01
Yüksek	20-40	2883	11,64
Çok Yüksek	>40	408	1,65
Toplam		24774	100,00

Erozyon şiddet sınıfları erozyonun olmadığı alanlar, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar olarak 6 sınıfa ayrılmaktadır. En düşük erozyon oranına sahip alanlar tüm alanın yüzde 9'nu oluşturmaktadır ve 2250 km^2'dir. En yüksek erozyon sahaları ise 408 km^2 alan ile tüm alanın %1,7'sini oluşturmaktadır. Tüm Seyhan Havzası değerlendirildiğinde genel olarak orta derecede erozyona sahip olan alanların daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. RUSLE erozyon şiddet grupları detayları.

4.4. Ürün Su Bütçesi Modeli

Ürün su bütçesi modeli, ürün özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, hava, toprak ve iklim verilerinin üzerine inşa edilmiştir ve bitki

koşullarını değerlendirmek için kullanılan bazı zirai meteorolojik anlamlı değişkenleri üretmektedir (Anonymous, 2004). Çalışma alanı için uygun agro ekolojik zonlama yapılarak optimal ürün deseninin belirlenmesi amacı olan ürün su dengesi modeli girdi verileri ve tarımsal ürün grupları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

4.4.1. Tarımsal Ürün Gruplarının Oluşturulması

Çalışma kapsamında tarımsal ürün gruplarının belirlenmesinde 'Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi' (TAGEM ve DSİ, 2009) başlıklı çalışmadan faydalanılmıştır. Söz konusu yayında yer alan akdeniz bölgesinde yetişen ürünler Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof.Dr. Sebahattin Çürük'ün görüşü alınarak gruplandırılmıştır. Toplamda 23 ürün grubu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Ürünlerin gruplandırılması

Grup No	Ürün Grubu	Ürün
1	Serin İklim Tahılları	Arpa, Buğday
2	Sıcak İklim Tahılları	Mısır, Çeltik, Sorgum
3	Serin Mevsim Baklagiller	Bakla, Mercimek, Nohut
4	Sıcak Mevsim Baklagiller	Fasülye
5	Yağ Bitkileri	Ayçiçeği, Soya Fasülyesi, Susam, Yerfıstığı
6	Lif Bitkileri	Pamuk
7	Nişasta Bitkileri	Patates,
8	Şeker Bitkileri	Şekerpancarı
9	Maydanozgiller	Havuç, Maydanoz
10	Baklagil Yem Bitkiler	Fiğ (Adi), Korunga, Yonca
11	Yumuşak Çekirdekli Meyveler	Armut, Elma
12	Kabakgiller	Hıyar, Kabak, Karpuz, Kavun
13	Ebegümecigiller	Bamya
14	Bağcılık	Üzüm
15	Sert Kabuklu Meyveler	Badem, Ceviz
16	Sert Çekirdekli Meyveler	Erik, Kayısı, Kiraz, Şeftali
17	Subtropik meyveler	Nar, Zeytin
18	Üzümsü Meyveler	Çilek
19	Turunçgiller	Narenciye
20	Patlıcangiller	Biber, Domates, Patlıcan
21	Mera	Çayır, Mera
22	Turpgilller	Lahana (Beyaz)
23	Soğangiller	Soğan, Sarımsak

4.4.2. Ürün Su Bütçesi Girdi Verileri

Seyhan Havzasında peyzaj birimleri bazında su bütçesini hesaplayabilmek için agrometshell programı kullanılmıştır. Programın ihtiyaç duyduğu temel girdiler olan yağış, potansiyel evapotranspirasyon, su tutma kapasitesi ve sulama verileri hazırlanmış ve gerekli format dönüşümleri yapılmıştır. Temel girdi verilerine ek olarak ekim dönemi ve hasat döngüsü, bitki katsayısı ve diğer veriler düzenlenerek üretilmiştir. Bu veriler aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

4.4.2.1. Yağış

Ürün grupları bazında su yeterlilik indeksi üretmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 2010-2016 yıllarına ait günlük yağış verileri kullanılmıştır. Günlük yağış verileri öncelikle 10'ar günlük toplam yağış verisi olarak düzenlenmiş, daha sonra ANUSPLIN yöntemiyle interpolasyon yapılarak 10'ar günlük yüzey verisi elde edilmiştir. Bu yöntemle çalışma alanının tamamının yağış verisi elde edilmiştir. İklim verilerinin interpolasyonu bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

4.4.2.2. Potansiyel Evapotranspirasyon

CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research - Uluslararası Tarım Araştırmaları Danışma Grubu) yoksulluk ve açlığın azaltılması, insan sağlığının ve beslenmenin iyileştirilmesi ve tarımsal araştırma yoluyla ekosistemin esnekliğini artırmaya yönelik araştırma organizasyonlarının küresel bir ortaklığıdır. Mekansal Bilişim Konsorsiyumu (CGIAR-CSI), mekansal analiz, CBS ve uzaktan algılama kullanarak CGIAR'ın uluslararası tarımsal kalkınma araştırmalarını kolaylaştıran mekansal bilim topluluğudur.

CGIAR-CSI PET, aylık PET'i global olarak belirlemek için kullanılmaktadır (Hargreaves Yöntemi). Bu yöntem, FAO Penman-Monteith yöntemi kadar performans göstermekle birlikte, daha az parametre gerektirir ve daha detaylı mekansal çözünürlüklerdeki uygulamaları mümkün kılmaktadır.

Hargreaves aylık PET_m hesaplamak için ortalama aylık sıcaklık ($Tmean_m$), aydaki gün sayısı (N_m), ortalama aylık sıcaklık farkı (TD_m) ve karasal radyasyon (RA_m, atmosfer üzerine radyasyon) kullanılmaktadır (CGIARa, 2017).

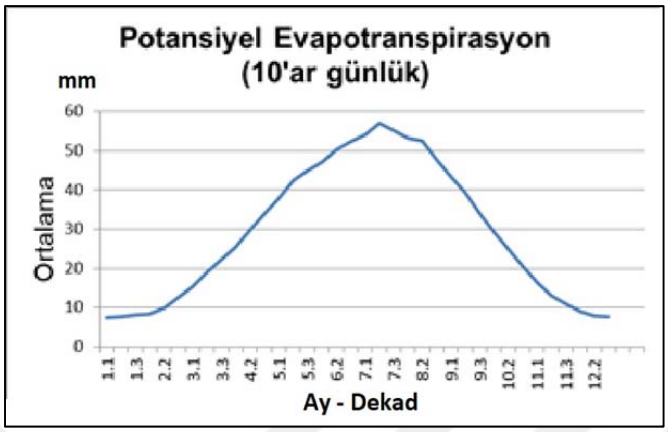
$$PET_m = 0.0023 \times RA_m \times (Tmean_m + 17.8) \times TD_m^{0.5} \times N_m$$

Aylık mm (mm/month) olarak hesaplamaktadır. TD, kara alanına ulaşan ekstra karasal radyasyon miktarı üzerine bulut örtüsünün etkisini tanımlamak için etkili bir yaklaşım olup, yüksek çözünürlükte kolayca erişilebilen iklim verileri ile daha karmaşık fiziksel süreçleri tanımlamaktadır.

Tmean'ın aylık uzamsal dağılımı WorldClim veri kümesinden edinilir. TD'nin aylık mekansal dağılımı, her ikisi de WorldClim veri kümesinden elde edilen aylık maksimum ve minimum sıcaklık arasındaki fark olarak hesaplanmaktadır. Aylık PET tahmini ortalama 1950-2000 dönemini temsil etmektedir.

Günlük RA (mm/gün eşdeğeri), Allen ve ark.'nın (1998) sunduğu yöntem kullanılarak hesaplanmaktadır. Aylık toplam RA (mm/ay eşdeğeri) ayın 15. günü için RA'nın günlük değeriyle aydaki gün sayısı çarpılarak hesaplanır.

Global-PET, girdi parametreleri olarak WorldClim Global Climate Data'dan (Hijmans ve ark, 2005) elde edilen verileri kullanarak modellenmiştir. Çok sayıda iklim gözlemine ve SRTM topografik verilerine dayanan WorldClim, aşağıdaki iklim parametreleri için aylık ortalama verilerin (1950-2015) yüksek çözünürlüklü bir küresel jeo-veritabanını (30 arc saniye veya - 1km ekvatora göre) oluşturmaktadır: Yağış, ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık (Şekil 4.21).

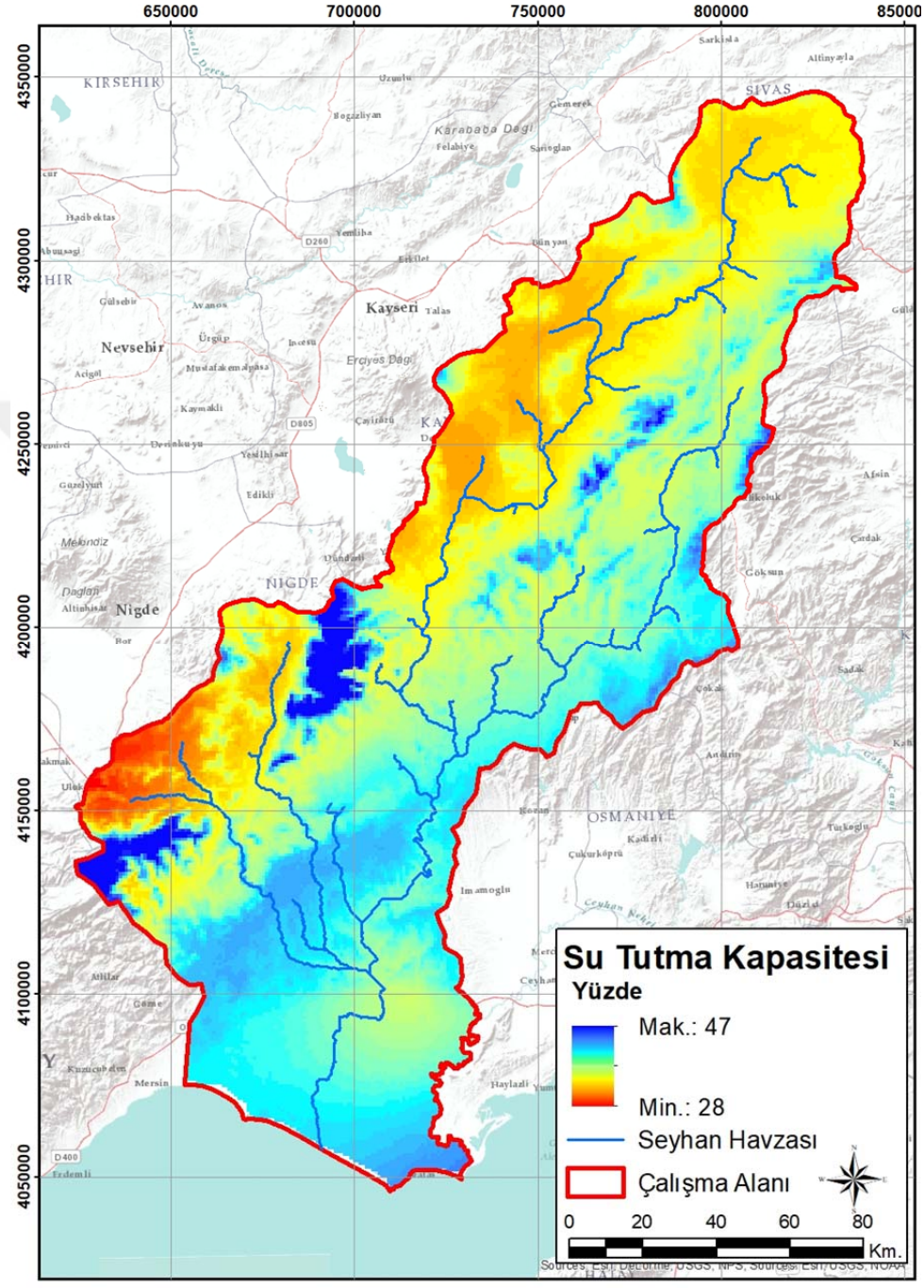


Şekil 4.21. Çalışma Alanı Potansiyel Evapotranpirasyon.

4.4.2.3. Su Tutma Kapasitesi

ISRIC (International Soil Reference and Information Centre – Uluslararası Toprak Kaynakları ve Bilgi Merkezi) birçok farklı ülkesel, bölgesel ve yerel kuruluşların sorumlu oldukları alanlardaki topraklara dair kendi standart ve kurallarına göre sağladıkları coğrafi bilgileri, küresel ölçekte toplayan, bağdaştıran ve yayımlayan bir kuruluştur (CGIAR(b), 2017).

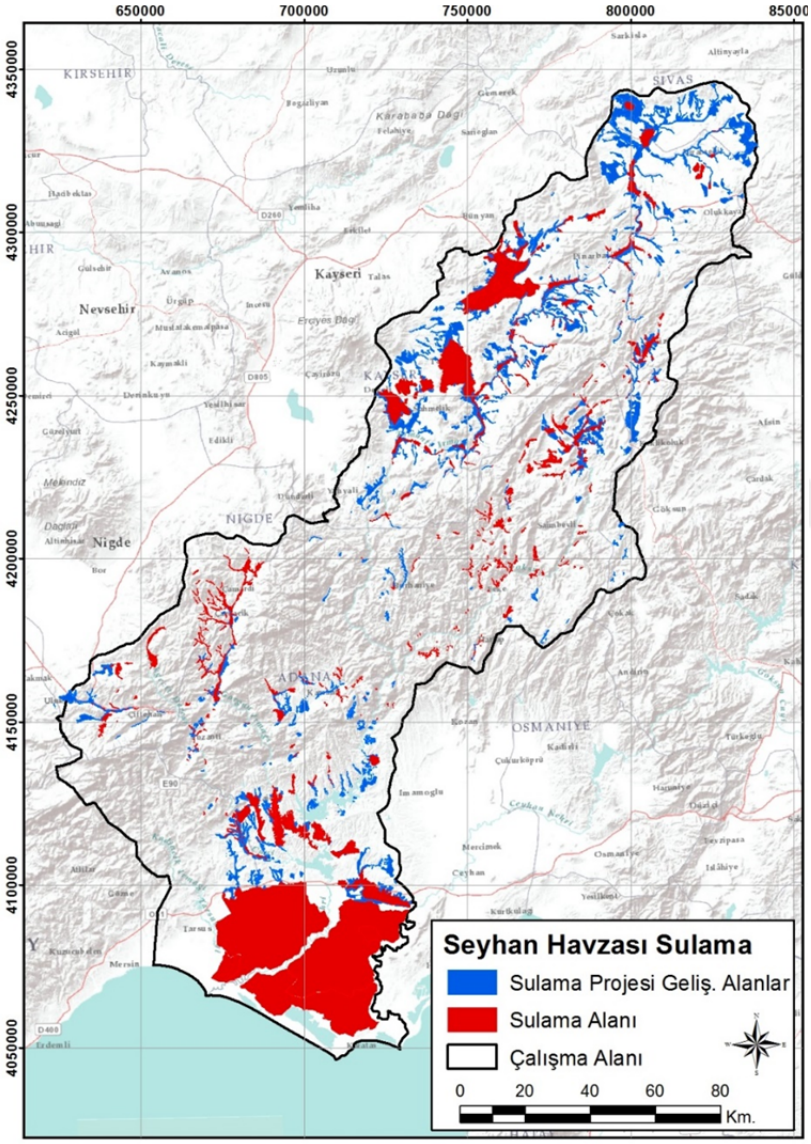
SoilGrid ise ISRIC tarafından oluşturulan toprak verisini ve çevresel faktörlere ait verileri kullanarak çalışan küresel modeller ile diğer toprak özelliklerini konumsal olarak tahmin eden bir sistemdir. Sistemin web sunucusu üzerinden; makine öğrenme algoritmaları temelli otomatik toprak haritalama yöntemleri ile üretilen, tüm dünyanın 1 km ile 250 m arasındaki yersel çözünürlüklere sahip, güncellenebilir toprak özellikleri ve sınıflarına ait haritaları sunmaktadır. Bu veri tabanında yer alan 30 cm derinlik için toprak su tutma kapasitesi verisi çalışma alanı için temin edilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Çalışma Alanı Su Tutma Kapasitesi

4.4.2.4. Sulama

Seyhan Havzası Toprak Kaynakları raporundan sulanan ve sulama projesi geliştirilen alanlar vektörel formatta alınmıştır. Bu alanlar modelde sulamanın var olduğu alanlar olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Sulama Olanağı Haritası

4.4.2.5. Ekim Dönemi ve Ürün Döngüsü

Model girdilerinden biri olan ekim dönemi ürünlerin ekiliş zamanını içeren yılın on günlük dönemini ifade ederken, ürün döngüsü ise ürünlerin ekilişinden hasadına kadar geçen sürenin onar günlük olarak kaç dönemden oluştuğunu ifade etmektedir.

Her ürün grubu için ekim dönemi ve ürün döngüsü değerleri, TAGEM ve DSİ tarafından 2009 yılında ortaklaşa hazırlanan "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi" isimli çalışmada yer alan ürün bazlı değerlerin iklim bölgeleri bazında ürün grupları için ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Seyhan Havzası iklim bölgeleri bazında ürün grupları ekim dönemleri

Grup No	Ürün Grubu	Akdeniz	Akdeniz Ardı	Akdeniz Gnyd. Geçit	Dağ Yamacı Doğu	Geçit	İç Anadolu
1	Serin İklim Tahılları	32	31	31	29	29	29
2	Sıcak İklim Tahılları	13	12	-	-	13	14
3	Serin Mevsim Baklagiller	10	11	11	13	12	13
4	Sıcak Mevsim Baklagiller	9	10	12	13	12	13
5	Yağ Bitkileri	12	12	12	13	13	13
6	Lif Bitkileri	10	6	2	-	11	-
7	Nişasta Bitkileri	10	9	10	2	10	11
8	Şeker Bitkileri	7	9	10	-	9	10
9	Maydanozgiller	1	4	7	11	9	9
10	Baklagil Yem Bitkiler	4	7	9	12	10	10
11	Yumuşak Çekirdekli Mey.	9	10	11	11	10	11
12	Kabakgiller	10	11	11	13	13	13
13	Ebegümecigiller	12	13	-	-	13	-
14	Bağcılık	7	8	8	1	9	10
15	Sert Kabuklu Meyveler	6	9	8	9	9	9
16	Sert Çekirdekli Meyveler	8	8	9	11	10	11
17	Subtropik meyveler	8	9	7		10	12
18	Üzümsü Meyveler	8	8	10	10	11	10
19	Turunçgiller	1	1	-	-	-	-
20	Patlıcangiller	11	12	12	14	13	14
21	Mera	-	-	-	10	-	10
22	Turpgilller	23	22	-	17	19	19
23	Soğangiller	7	7	9	10	10	10

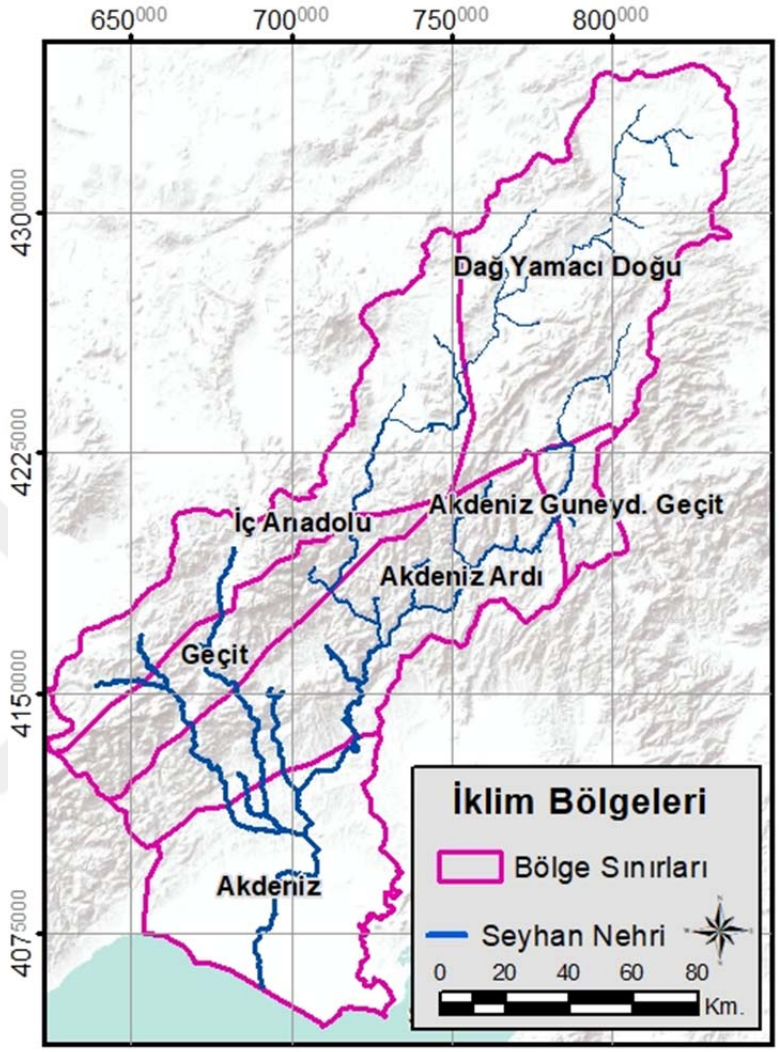
Çizelge 4.12. Seyhan Havzası iklim bölgeleri bazında ürün grupları döngüsü

Grup No	Ürün Grubu	Dönem	Akdeniz	Akdeniz Ardı	Akd. Gnyd. Geçit	Dağ Yam. Doğu	Geçit	İç Anadolu
1	Serin İklim Tahılları	Gelişim	14	15	16	20	19	20
		Olgunluk	4	4	4	4	4	4
		Hasat	3	3	3	3	3	3
2	Sıcak İklim Tahılları	Gelişim	6	6	-	-	6	6
		Olgunluk	5	7	-	-	8	6
		Hasat	3	3	-	-	4	3
3	Serin Mevsim Baklagiller	Gelişim	6	6	6	6	6	6
		Olgunluk	5	5	4	4	4	4
		Hasat	2	2	3	3	3	3
4	Sıcak Mevsim Baklagiller	Gelişim	5	6	7	6	5	6
		Olgunluk	5	5	6	4	5	5
		Hasat	2	2	3	3	2	2
5	Yağ Bitkileri	Gelişim	6	6	6	7	6	7
		Olgunluk	5	5	6	6	5	6
		Hasat	3	3	3	3	3	3
6	Lif Bitkileri	Gelişim	8	8	8	-	7	-
		Olgunluk	6	6	6	-	7	-
		Hasat	5	4	4	-	4	-
7	Nişasta Bitkileri	Gelişim	6	6	6	7	7	7
		Olgunluk	5	5	5	5	5	5
		Hasat	2	2	2	3	2	3
8	Şeker Bitkileri	Gelişim	8	-	8	8	8	8
		Olgunluk	7	-	7	7	7	7
		Hasat	4	-	4	4	4	4
9	Maydanozgiller	Gelişim	21	18	15	11	14	12
		Olgunluk	9	8	7	4	6	5
		Hasat	1	1	1	0	1	1
10	Baklagil Yem Bitkiler	Gelişim	15	13	11	8	10	10
		Olgunluk	8	7	6	4	6	5
		Hasat	5	5	4	3	4	3
11	Yumuşak Çekir. Meyveler	Gelişim	7	8	8	8	9	9
		Olgunluk	12	10	10	8	9	9
		Hasat	5	4	4	3	3	3
12	Kabakgiller	Gelişim	6	6	6	6	5	6
		Olgunluk	4	4	5	5	4	5
		Hasat	2	2	2	2	2	2
13	Ebegümecigiller	Gelişim	6	6	-	-	6	-
		Olgunluk	6	6	-	-	6	-
		Hasat	3	3	-	-	3	-
14	Bağcılık	Gelişim	8	8	8	6	7	7
		Olgunluk	8	8	8	9	8	7
		Hasat	7	8	7	4	6	6

Çizelge 4.12. devamı

Grup No	Ürün Grubu	Dönem	Akdeniz	Akdeniz Ardı	Akd. Gnyd. Geçit	Dağ Yam. Doğu	Geçit	İç Anadolu
15	Sert Kabuklu Meyveler	Gelişim	6	6	8	4	6	4
		Olgunluk	14	13	9	15	13	15
		Hasat	5	5	6	4	4	4
16	Sert Çekirdekli Meyveler	Gelişim	8	8	8	8	8	8
		Olgunluk	11	11	10	9	10	10
		Hasat	5	4	4	3	3	3
17	Subtropik meyveler	Gelişim	10	10	11	-	10	9
		Olgunluk	8	8	6	-	7	4
		Hasat	7	7	8	-	7	7
18	Üzümsü Meyveler	Gelişim	10	10	7	7	10	7
		Olgunluk	10	10	9	9	8	9
		Hasat	5	5	4	4	4	4
19	Turunçgiller	Gelişim	15	15	-	-	-	-
		Olgunluk	13	12	-	-	-	-
		Hasat	9	9	-	-	-	-
20	Patlıcangiller	Gelişim	6	6	6	6	6	6
		Olgunluk	6	7	6	5	6	5
		Hasat	3	3	3	3	3	3
21	Mera	Gelişim	-	-	-	4	-	5
		Olgunluk	-	-	-	11	-	11
		Hasat	-	-	-	5	-	5
22	Turpgillller	Gelişim	8	8		10	8	11
		Olgunluk	4	4		5	4	6
		Hasat	1	1		2	2	2
23	Soğangiller	Gelişim	6	6	7	5	6	5
		Olgunluk	6	6	6	7	6	7
		Hasat	4	4	4	4	3	4

İklim bölgeleri bazında her ürün grubu için üretilen ekim dönemi ve ürün döngüsü verileri CBS ortamına aktarılarak iklim bölgelerine ait vektörel veriye eşleştirilmiştir (Şekil 4.24). Elde edilen bu veri ile peyzaj birimlerine ait vektörel veri çakıştırılarak her peyzaj birimi için, içinde yer aldığı iklim bölgesine bağlı olarak tüm ürün grupları için ekim dönemi ve ürün döngüsü değerleri elde edilmiştir.

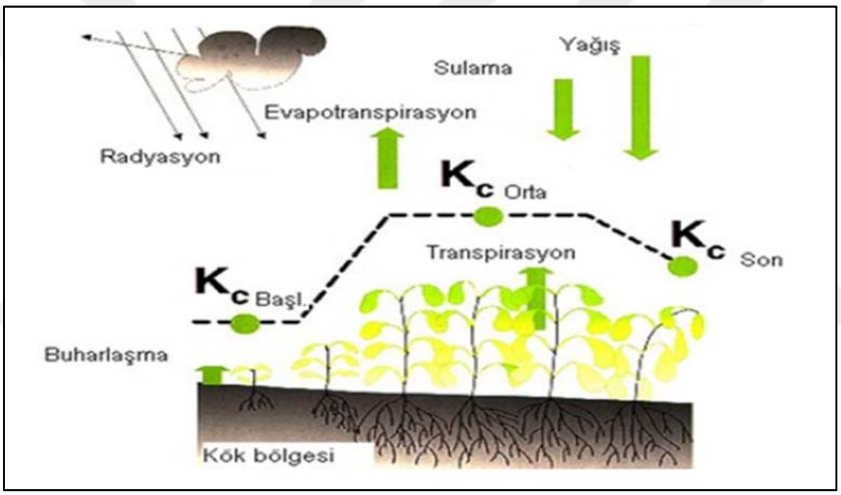


Şekil 4.24 Seyhan Havzası iklim bölgeleri

4.4.2.6. Ürün Gelişim Katsayıları (Kc)

Bitki katsayısı (Kc), standart koşullardaki bitki su tüketiminin (ETC) referans bitki su tüketimine (ETo) oranıdır. Bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde Kc kullanımı veya Kc yaklaşımı ilk olarak Jensen (1968) tarafından önerilmiştir. Daha sonra, diğer araştırıcılar bu yaklaşımı geliştirmiştir (Doorenbos ve Pruitt, 1975; Burman ve ark, 1980a; Burman ve ark, 1980b; Ailen ve ark, 1998).

FAO ve Dünya Meteroloji Teşkilatı, bitkinin farklı gelişme dönemleri ile ilgili olarak, bitki katsayısını tanımlamak için bitki katsayısı grafiğini geliştirmiştir. Bitki katsayını gösteren bu grafikte bitkinin başlangıç, orta ve son dönemleri esas alınmıştır (Tarantino ve Spano, 2001). Kc değerleri bitkinin ilk ekim-dikim zamanında en düşük düzeyde iken bitkinin tam geliştiği dönemde ise en yüksek düzeye ulaşır ve ardından gelişme dönemi sonuna doğru azalma gösterir. Bu azalma bitkinin özelliklerine ve son dönemindeki sulama yönetimine bağlı olarak değişir (Şekil 4.25) (Jensenetal, 1990; Ailen ve ark, 1998).



Şekil 4.25. Bitki katsayısının bitki gelişme dönemlerine göre değişimi (Ailen ve ark, 1998).

Bütün kaynaklarda Kc değerleri tam sulama koşulunda ve herhangi bir çevresel kısıt durumu olmayan standart koşullar altındaki sağlıklı bitkiler için verilmektedir. Hâlbuki uygulamada çoğu zaman bu standart veya ideal koşullar olmayabilir. Bu durumda Kc'nin mevcut su eksiliği koşuluna göre düzeltilmesi gerekir (TAGEM ve DSİ, 2009).

Her ürün grubuna ait Kc değerleri; TAGEM ve DSİ (2009)'da yer alan Türkiye'de iklim bölgeleri ve istasyonlar bazında tarımsal ürünlerin gelişme

dönemlerine göre bitki katsayıları başlıklı tablodan yararlanılarak hesaplanmıştır. Bu tablodan çalışma alanı içinde yer alan istasyonlar için üretilmiş her ürünün üç aşamasına (gelişim, olgunluk, hasat) ait bitki katsayıları alınarak ürün grupları bazında ortalamalar hesaplanmıştır. Böylelikle tüm çalışma alanı için her ürün grubu bazında temel üç gelişim aşamasında ürün katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ürün grupları Kc değerleri

Grup No	Ürün Grubu	Kc_1	Kc_2	Kc_3
1	Serin İklim Tahılları	0,77	1,16	0,28
2	Sıcak İklim Tahılları	0,30	1,22	0,74
3	Serin Mevsim Baklagiller	0,40	1,15	0,64
4	Sıcak Mevsim Baklagiller	0,39	1,08	0,73
5	Yağ Bitkileri	0,36	1,14	0,46
6	Lif Bitkileri	0,40	1,22	0,62
7	Nişasta Bitkileri	0,43	1,18	0,78
8	Şeker Bitkileri	0,46	1,23	0,72
9	Maydanozgiller	0,22	1,07	0,97
10	Baklagil Yem Bitkiler	0,23	1,22	1,17
11	Yumuşak Çekirdekli Meyveler	0,47	1,00	0,72
12	Kabakgiller	0,41	1,01	0,77
13	Ebegümecigiller	0,34	1,25	0,65
14	Bağcılık	0,52	0,81	0,48
15	Sert Kabuklu Meyveler	0,54	1,09	0,67
16	Sert Çekirdekli Meyveler	0,48	1,00	0,72
17	Subtropik meyveler	0,55	0,77	0,71
18	Üzümsü Meyveler	0,66	0,87	0,76
19	Turunçgiller	0,80	0,70	0,72
20	Patlıcangiller	0,34	1,12	0,89
21	Mera	0,41	0,97	0,91
22	Turpgilller	0,07	1,06	0,97
23	Soğangiller	0,36	1,05	0,76

Agrometshell programı, Kc değerlerini ürün gelişimini temsil eden ürün döngüsüne bağlı olarak dokuz ürün katsayısı ile kullanmaktadır. Bunlardan ilk altısı gelişim evresini, sonraki ikisi olgunluk evresini ve sonuncu ise hasat evresini temsil edecek şekilde ürünün gelişimini ortaya koyan bir grafiği ortaya koyacak şekilde hesaplanmıştır. Her ürün grubunun gelişimini temsil eden ürün döngüsüne bağlı Kc değerler grafiği Çizelge 4.13'teki değerler kullanılarak agrometshell kapsamında oluşturulmuştur (Ek 25, Ek 26, Ek 27, Ek 28).

4.4.2.7. Diğer Girdi Verileri

Yukarıda bahsedilen girdi verilerine ek olarak etkin yağış katsayısı, sulama set yüksekliği ve döngü öncesi Kc verilerine de ihtiyaç duyulmaktadır. İncelenen literatüre bağlı kalınarak tüm çalışma alanında bütün ürün grupları için etkin yağış katsayısı 100, sulama set yüksekliği 150 olarak alınmıştır. Ürün öncesi Kc verisi için ise her ürün grubu için üretilen ürün döngüsüne bağlı Kc değerler grafiğinin başlangıç değeri esas alınmıştır.

4.4.3. Ürün Su Bütçesi Tahmini

Her ürün grubu için üretilen girdi verileri kullanılarak Agrometshell programı için Çizelge 4'de bir kısmı örnek olarak verilen girdi veri formatına dönüştürülmüştür. Bu çerçevede konumsal dağılım gösteren girdi verileri (yükseklik (ALT), su tutma kapasitesi (WHC), ürün döngüsü (Cycle), ekim dönemi (Pldek), sulama (Irrig) ve sezon öncesi Kc (pre_kc)) zonal istatistik uygulanarak her peyzaj birimi için ortalama değerler şeklinde hesaplatılmıştır.

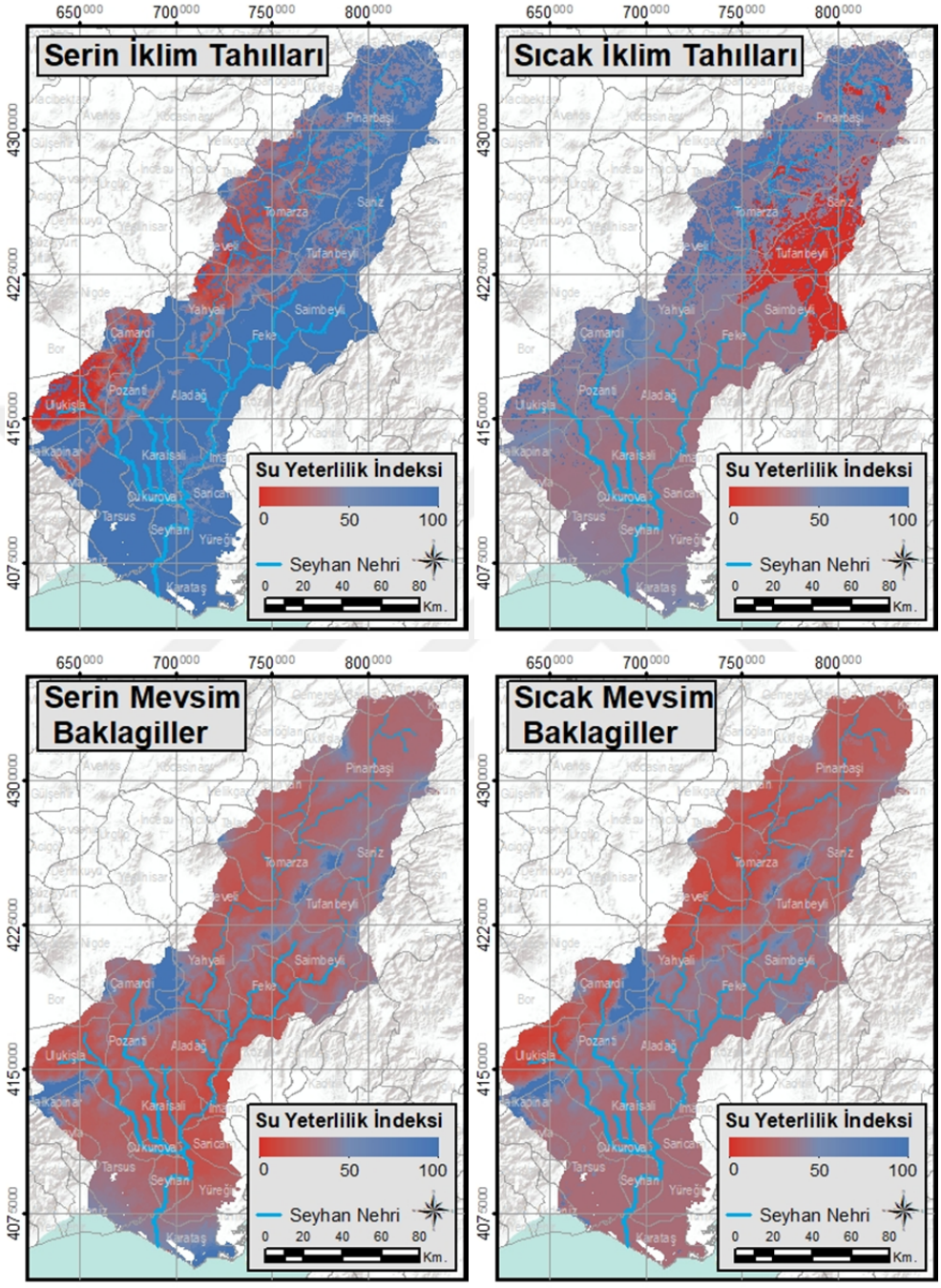
Oluşturulan veri setine peyzaj birimlerinin rumuzları (Name), boylam (LONG) ve enlem (LAT) bilgileri de eklenmiştir. Bunlara ek olarak tüm peyzaj birimleri için; etkin yağış katsayısı (Efrain) literatüre bağlı kalarak 100 ve sulama set yüksekliği ise 150 olarak kabul edilmiştir. Veri setinin hangi ürün grubuna ait olduğu ise ürün grup no (Crop_Id) sütununda tanımlanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Agrometshell programı girdi veri örneği

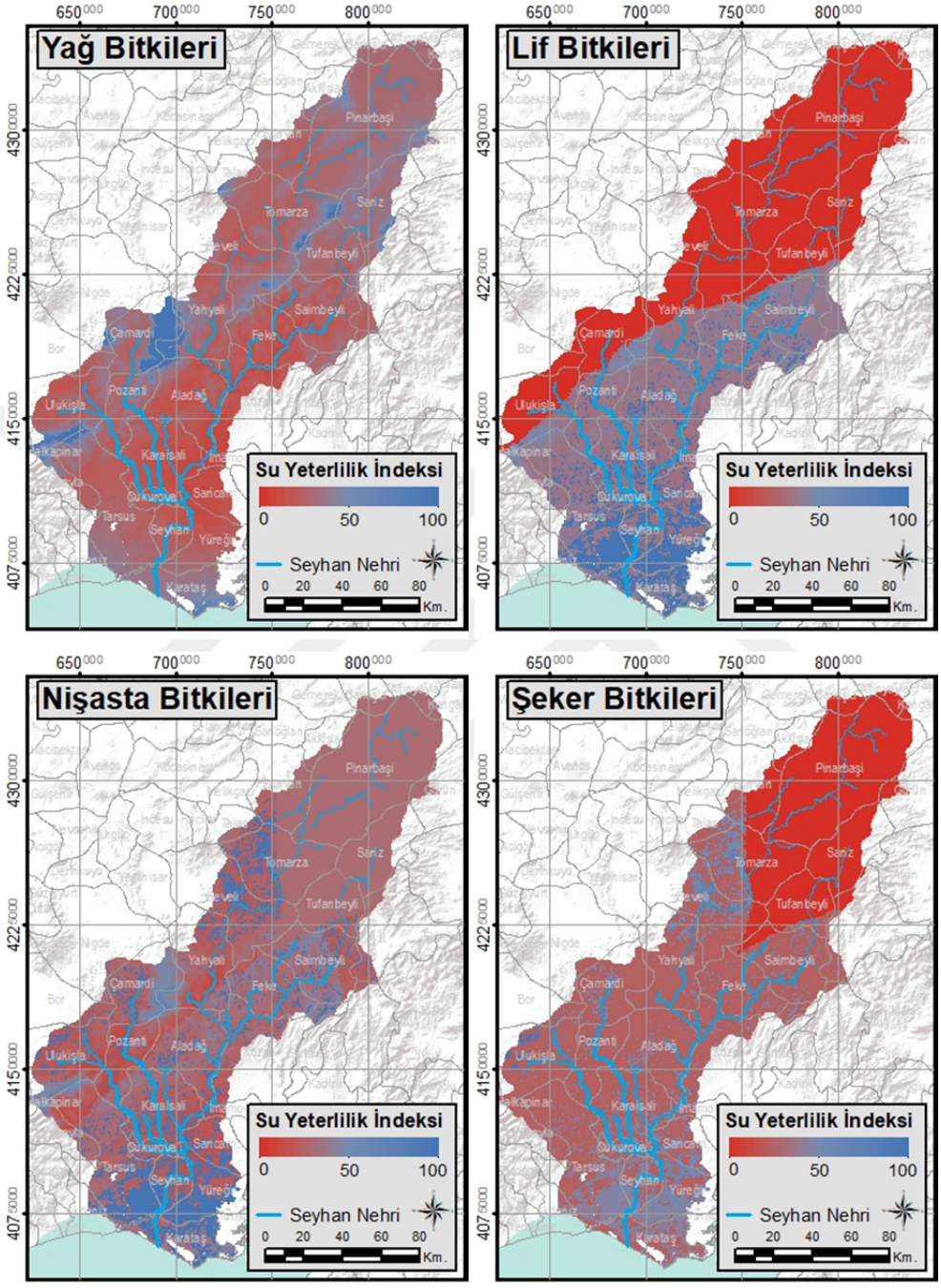
Name	LONG	LAT	ALT	WHC	Efrain	Crop_Id	Cycle	Pldek	Irrig	BundH	pre_kc
S00000	34.5414	37.5414	1388	30	100	1	27	29	1	150	0.09
S00001	34.4576	37.5439	1464	28	100	1	27	29	1	150	0.09
S00002	35.0694	37.9026	1530	38	100	1	27	29	1	150	0.09
S00003	35.8012	38.7006	1691	41	100	1	27	29	0	150	0.12
S00004	34.7405	37.3762	1698	44	100	1	26	29	0	150	0.10
S00005	34.8859	37.9674	1953	42	100	1	27	29	0	150	0.09
S00006	34.8750	37.9770	1959	41	100	1	27	29	0	150	0.09
S00007	35.0916	37.8854	1585	39	100	1	27	29	0	150	0.09
S00008	34.7080	37.6525	1325	32	100	1	27	29	0	150	0.09
S00009	35.0681	37.9050	1538	38	100	1	27	29	1	150	0.09
S00010	34.5761	37.4994	1323	32	100	1	27	29	1	150	0.09

Her ürün grubu için üretilen veri setindeki her bir satır bir peyzaj birimini ifade edecek şekilde 31.367 satırdan oluşmuştur. Agrometshell programı ise her çalışmasında en fazla 8192 satır veri ile çalışabilmektedir. Bu nedenle her ürün grubu için hazırlanan veri seti dört parçaya ayrılarak program her biri için ayrı olarak çalıştırılmıştır.

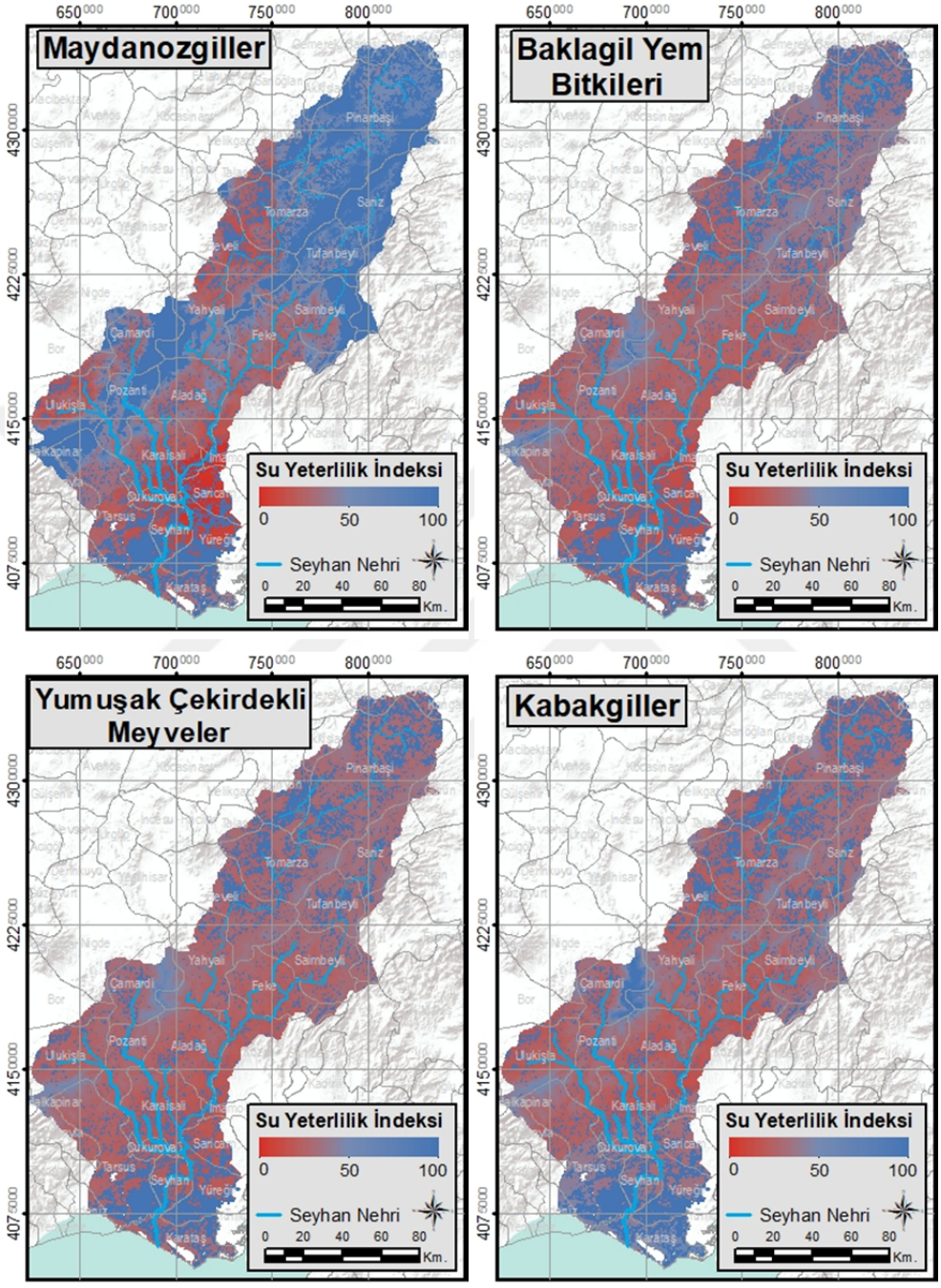
Her ürün grubunun her bir türü için çalıştırılarak sonuçlar metin formatında elde edilmiştir. Çıktı olarak 23 ürün grubu (serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, sıcak mevsim baklagiller, yağ bitkileri, lif bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, maydonoz, baklagil yem bitkileri, yumuşak çekirdekli meyveler, kabakgil, bağcılık, sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler, üzümsü meyveler, patlıcan, mera, soğangiller, ebegümecigiller, turpgiller, turunçgiller, subtropik meyveler) özelinde her peyzaj birimi için su yeterlilik indeksi, toplam su ihtiyacı, fazla su ve eksik su değerleri tahmin edilmiştir. Bu çıktılar her ürün grubu için ayrı vektörel dosyalar olarak peyzaj birimleri dosyası ile CBS ortamında eşleştirilerek konumsal hale getirilmişlerdir. Bu çıktı değişkenlerinden su yeterlilik indeksi her ürün grubu için görselleştirilmiştir (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31).



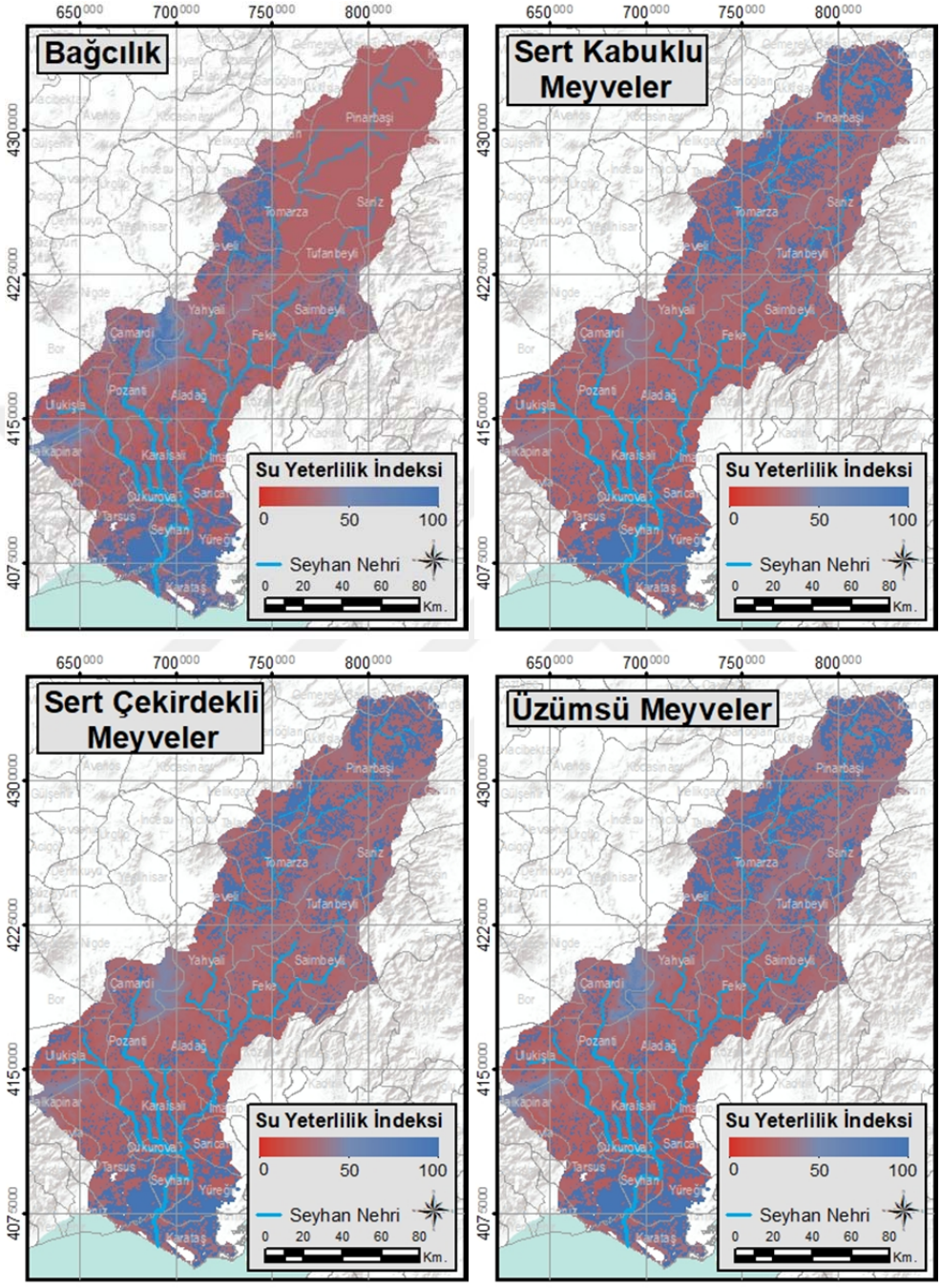
Şekil 4.26. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (a)



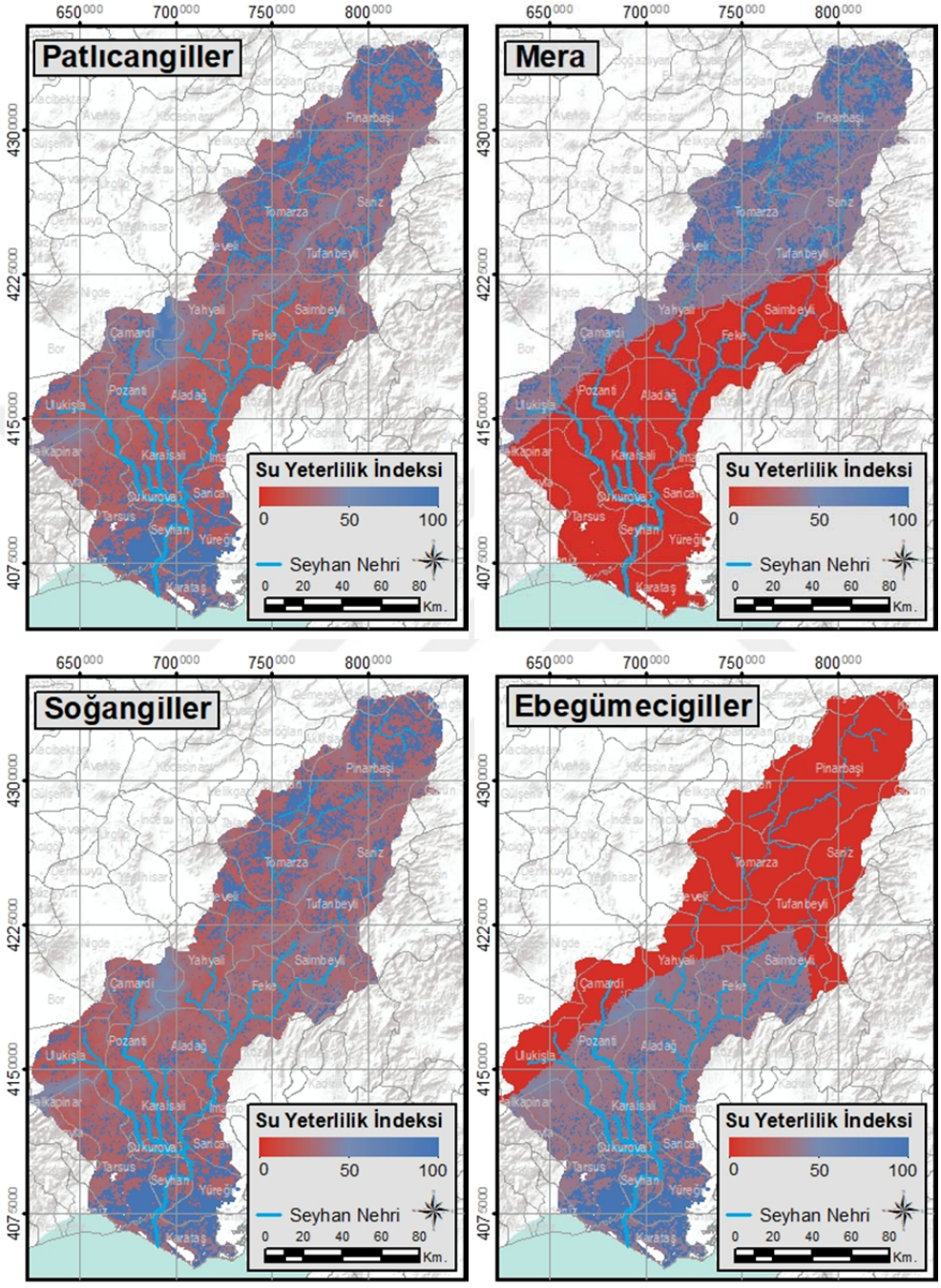
Şekil 4.27. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (b)



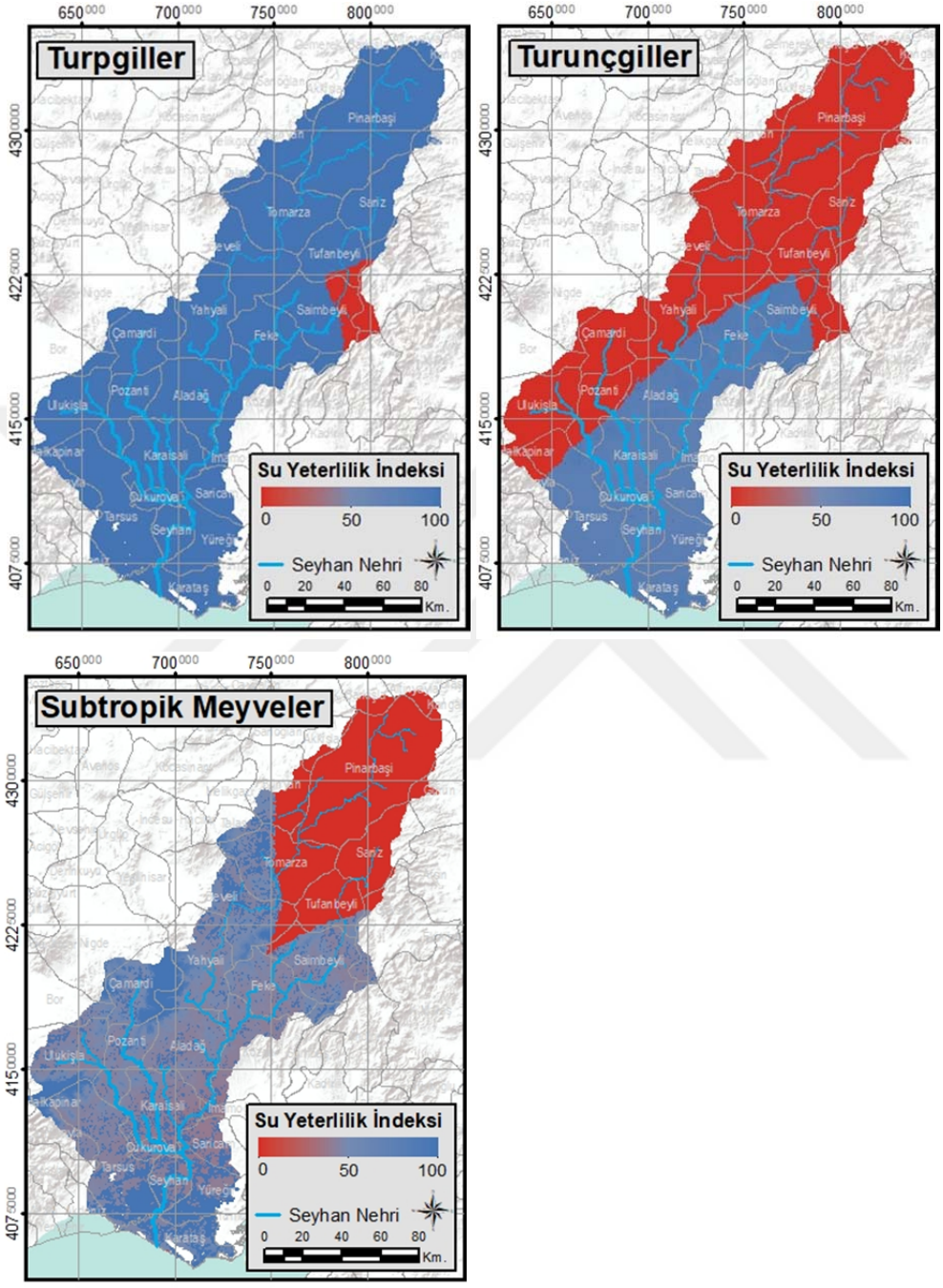
Şekil 4.28. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (c)



Şekil 4.29. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (d)



Şekil 4.30. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (e)



Şekil 4.31. Ürün grupları Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi haritaları (f)

23 ürün grubu için elde edilen su yeterlilik indeksi 0 ile 100 arasında değerler almaktadır. Sıfır değeri alan yerlerde su eksikliği olduğu, 100 değerine yaklaştıkça o ürün için su düzeyinin yeterli olduğundan söz edilebilir. Su yeterlilik haritalarının istatistiklerine bakılıdığında ortalama su yeterlilik yüzdesi en yüksek baklagil yem bitkileri ve turpgiller ve bağcılık'da olduğu tespit edilmiştir. Ortalama su yeterlilik yüzdesinin en düşük olduğu ürün grupları ise patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Seyhan Havzası Su Yeterlilik İndeksi

ÜRÜN GRUPLARI	Ort.	Std.Sap.	SU YETERLİLİK İNDEKSİ (Yüzde)					
			Çok Yük. (100-90)	Yüksek (90-80)	Orta (80-70)	Düşük (70-60)	Çok Düşük (60-50)	Değil (50-0)
BAKLAGİL YEM BİTKİLER (fiğ, korunga, yonca)	98,04	3,78	96	4	1	0	0	0
TURPGİLLLER (Lahana)	97,33	16,12	97	0	0	0	0	3
BAĞCILIK	92,07	8,11	59	32	9	0	0	0
TURUNÇGİLLER	80,86	13,54	31	4	39	25	0	0
MAYDANOZGİLLER (havuç, maydanoz)	79,83	13,68	31	1	42	27	0	0
SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	78,96	14,78	31	1	27	36	5	0
YAĞ BİTKİLERİ (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	78,75	14,47	31	0	26	43	0	0
SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER (Bakla, mercimek, nohut)	78,23	15,03	31	1	36	28	5	0
ÜZÜMSÜ MEYVELER (çilek)	78,20	14,79	31	0	18	51	0	0
KABAKGİLLER (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	77,62	15,39	31	1	19	47	3	0
NİŞASTA BİTKİLERİ (patates)	77,35	15,42	31	0	19	46	4	0
SOĞANGİLLER (soğan, sarımsak)	77,17	15,99	31	1	27	31	10	0
LİF BİTKİLERİ (pamuk)	76,87	16,01	31	0	22	35	13	0
ŞEKER BİTKİLERİ (şeker pancarı)	76,55	16,00	31	0	12	49	8	0
EBEGÜMECİGİLLER (bamya)	74,96	16,85	31	0	1	57	11	0
SERİN İKLİM TAHILLARI (arpa, buğday)	72,41	24,98	31	0	15	42	6	7
YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY. (elma, armut)	72,41	18,47	31	0	0	33	37	0
SUBTROPİK MEYVELER (nar, zeytin)	70,57	33,92	31	10	35	7	0	17
MERA	60,82	46,76	63	0	0	0	0	37
SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ (fasülye)	55,11	39,77	31	0	2	26	11	31
SICAK İKLİM TAHILLARI (mısır, çeltik, sorgum)	52,31	40,44	31	0	0	15	20	33
SERT KABUKLU MEYVELER (badem, ceviz)	50,87	42,55	31	0	0	30	0	39
PATLICANGİLLER (biber, domates, patlıcan)	45,27	37,74	31	0	0	0	0	69

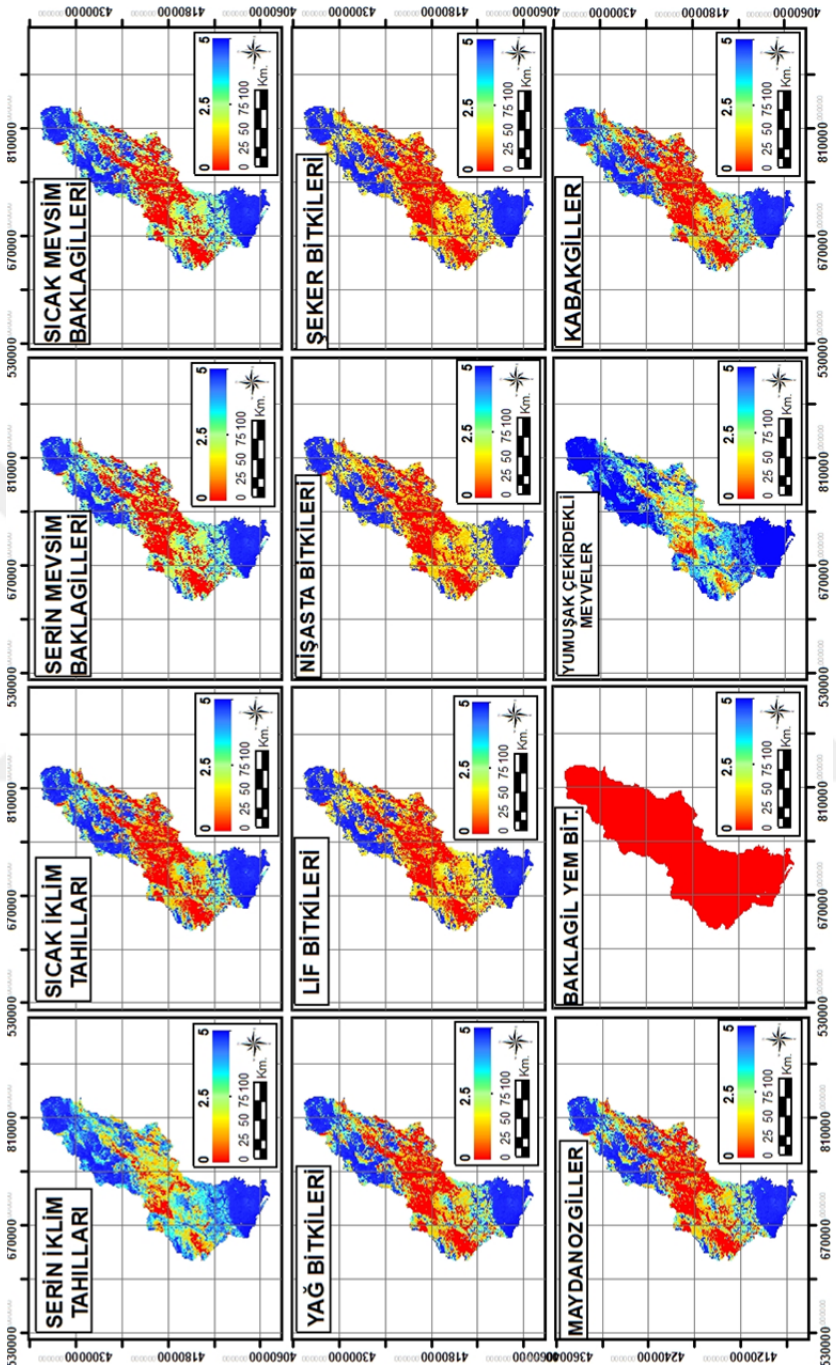
4.5. Ekolojik İstekler ve Ağırlıklandırma

Sıcaklık ve toprak bitkilerin gelişiminde büyük öneme sahiptir. Bitki toprağa tutunmakta, su ve besin elementlerini topraktan almaktadır. Bu nedenle toprağın fiziksel (bünyesi, derinlik, yapısı, sıcaklığı, nemi, havası), kimyasal (pH'sı, tuzluluğu, besin elementleri durumu) ve biyolojik (mikrobiyolojik yapısı) özellikleri çok önemlidir (Anonim, 2017). Özellikle toprak derinliği bitkilerin köklerinin toprak içinde uygun şekilde yayılmasına, su ve besin elementlerini almasına ve bazen toprak işlemesine etki eder.

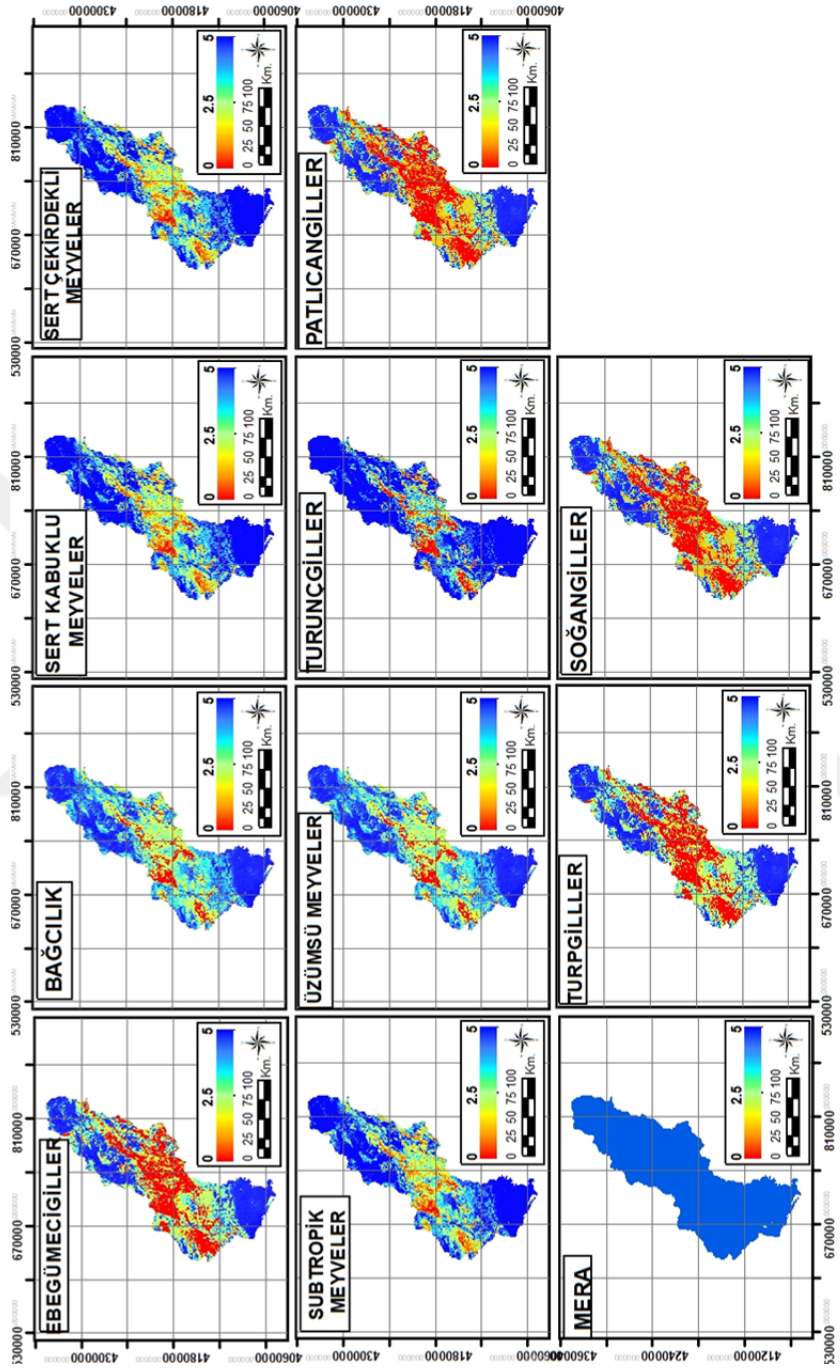
Bitkiler ekim döneminde, gelişim döneminde ve hasat döneminde farklı sıcaklık ihtiyacı duymaktadır. Sıcaklık bitkinin sağlıklı büyümesinin yanısıra verimliliğini de etkilemektedir. Bazı bitkilerin geniş alanlara yayılmasındaki en büyük etken, sıcaklık isteklerindeki esneklik veya varyasyondur. Çalışma kapsamında belirlenen 23 ürün grubu için gelişim evrelerinde ihtiyaç duydukları sıcaklık bilgisi araştırılıp bulunmuştur.

Seyhan havzası genelinde yetiştirilen 23 ürün grubu altındaki 47 ürüne ait toprak, sıcaklık istekleri ve erozyon duyarlılık durumu literatür taraması yapılarak yapılarak tespit edilmiştir ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyeleri Prof.Dr. Selim Kapur'un ve Zülküf Kaya'nın görüşleri alınarak ağırlıklandırılmıştır (Vural ve ark., 2000, Özçağıran ve ark., 2011, Gerçekçioğlu ve ark., 2012, Sepetoğlu ve ark.,2014., Elçi, Ş., 2005, Budak, Y., 2010, Adana İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2014.)

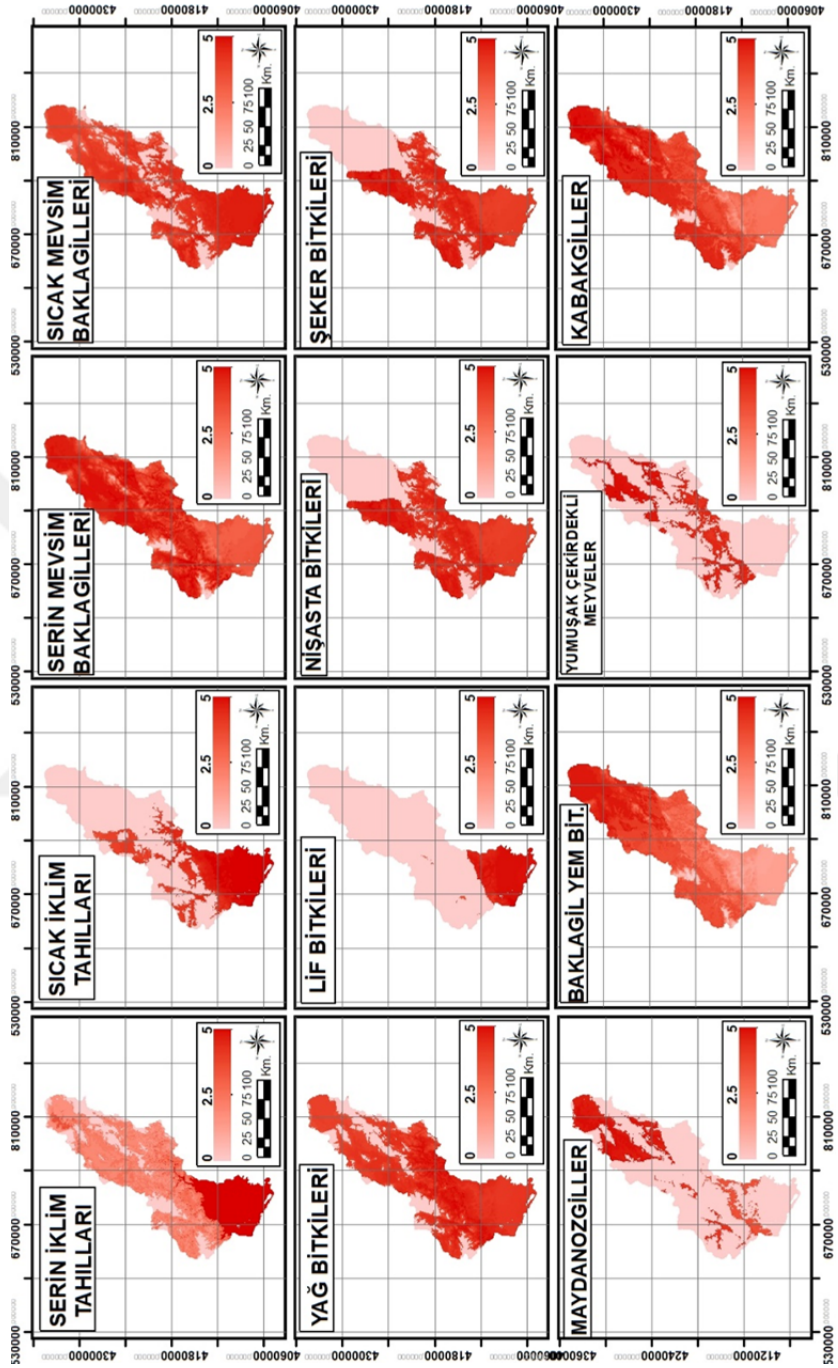
Erozyon, toprak ve sıcaklık uygunluk indeksleri Ek 2, Ek 3, Ek 4'te verilen puanlara göre ağırlıklandırılarak her faktör bazında her ürün grubu için uygunluk indeksi hesaplanmıştır (Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36, Şekil 4.37). Yukarıda modelleme bölümünde detaylı olarak anlatılan ürün su bütçesi tahmini (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31) de 0 ile 5 arasında ağırlıklandırılarak kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada erozyon, su bütçesi, toprak ve sıcaklık faktörlerinin aritmetik ortalaması alınarak her bir ürün için genel uygunluk indeksi üretilerek ürün grupları bazında agroekolojik uygunluk değerlendirilmesi yapılması için standardizasyon sağlanmıştır.



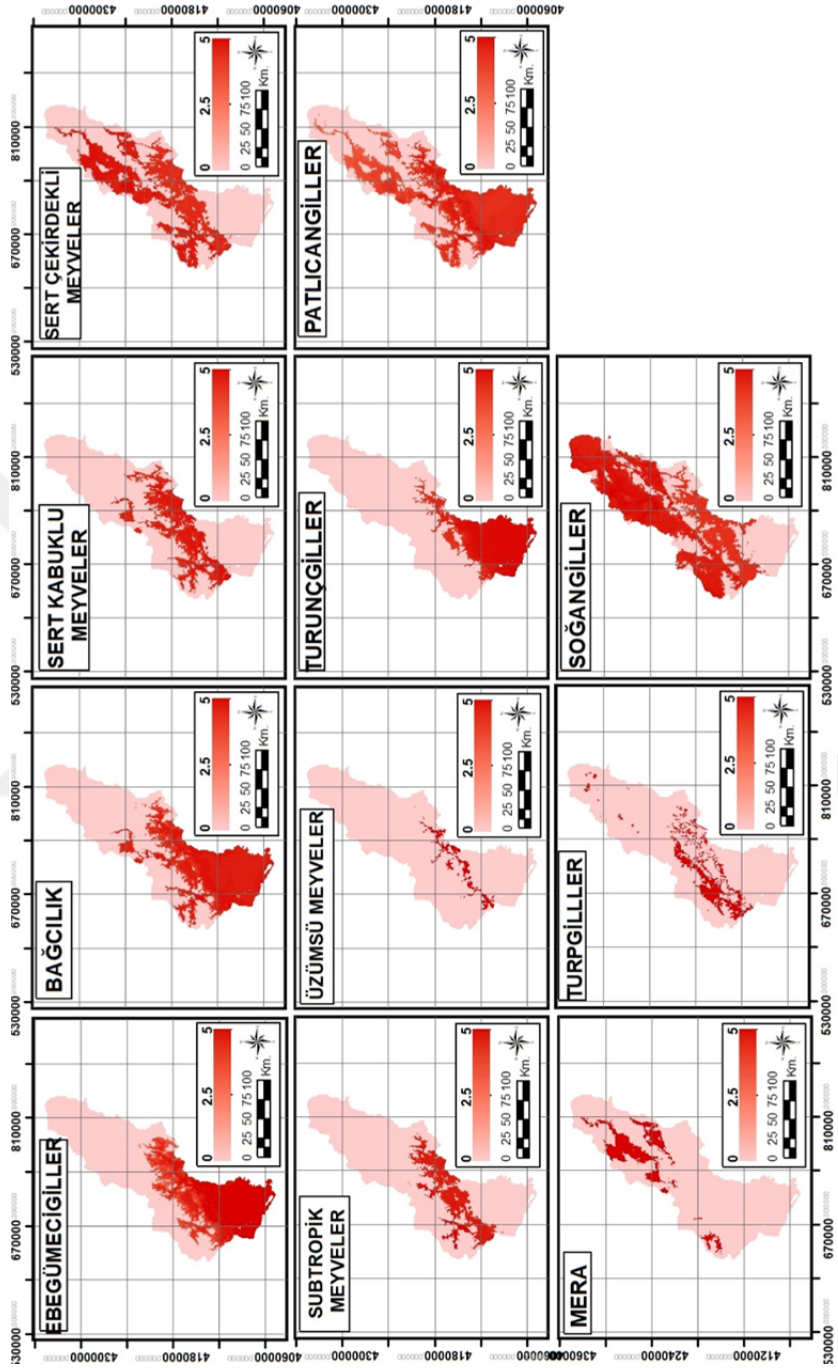
Şekil 4.32. Erozyon Uygunluk İndeksi (a)



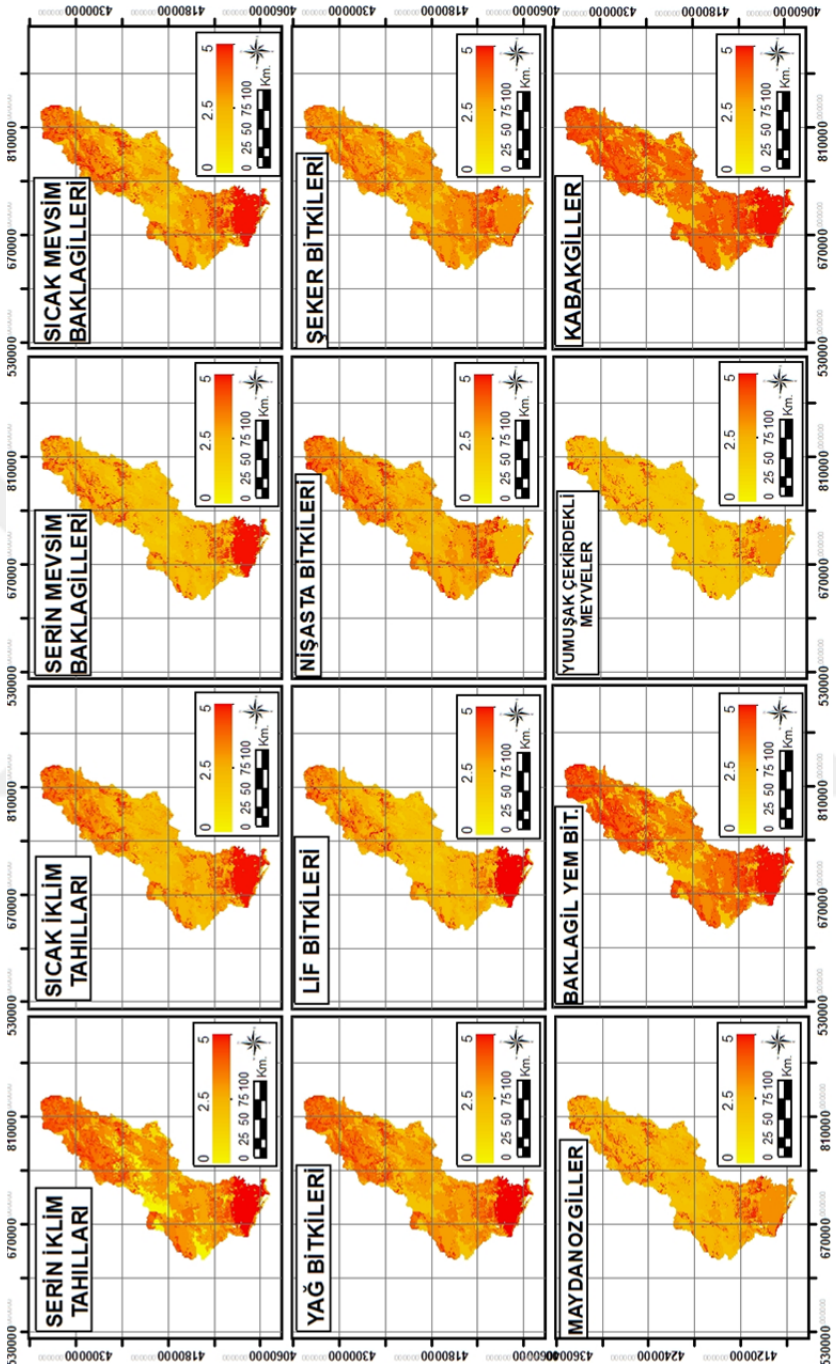
Şekil 4.33. Erozyon Uygunluk İndeksi (b)



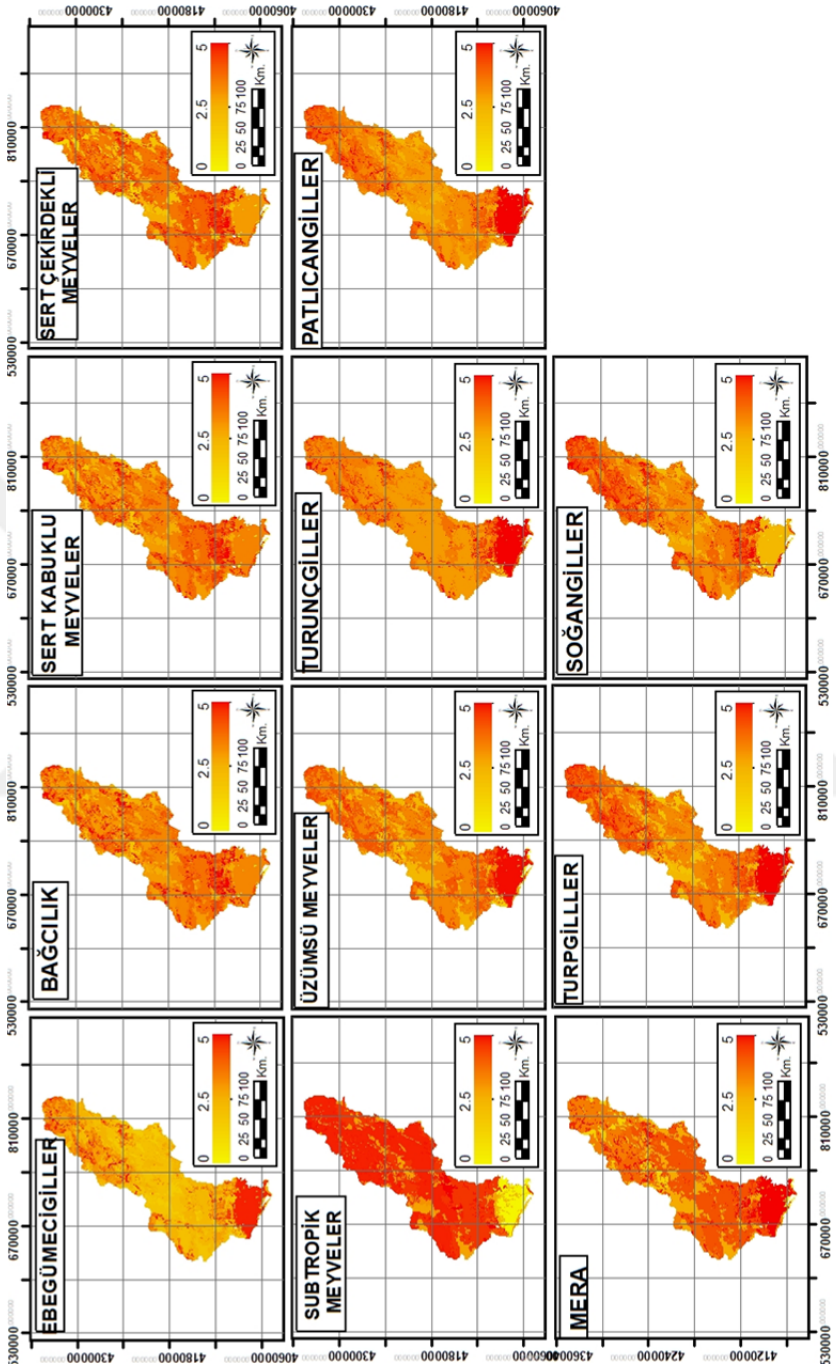
Şekil 4.34. Sıcaklık Uygunluk İndeksi (a)



Şekil 4.35. Sıcaklık Uygunluk İndeksi (b)



Şekil 4.36. Toprak Uygunluk İndeksi (a)

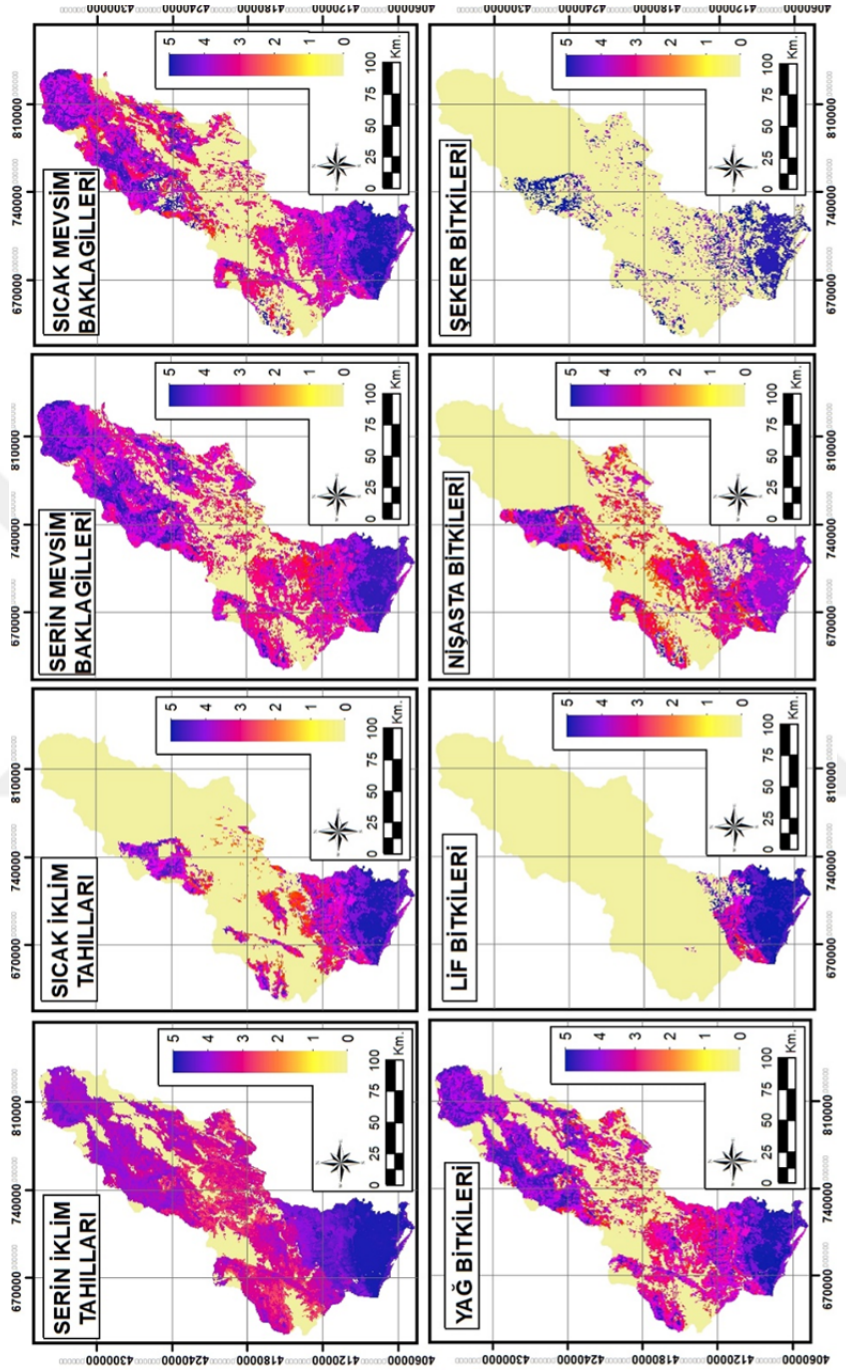


Şekil 4.37. Toprak Uygunluk İndeksi (b)

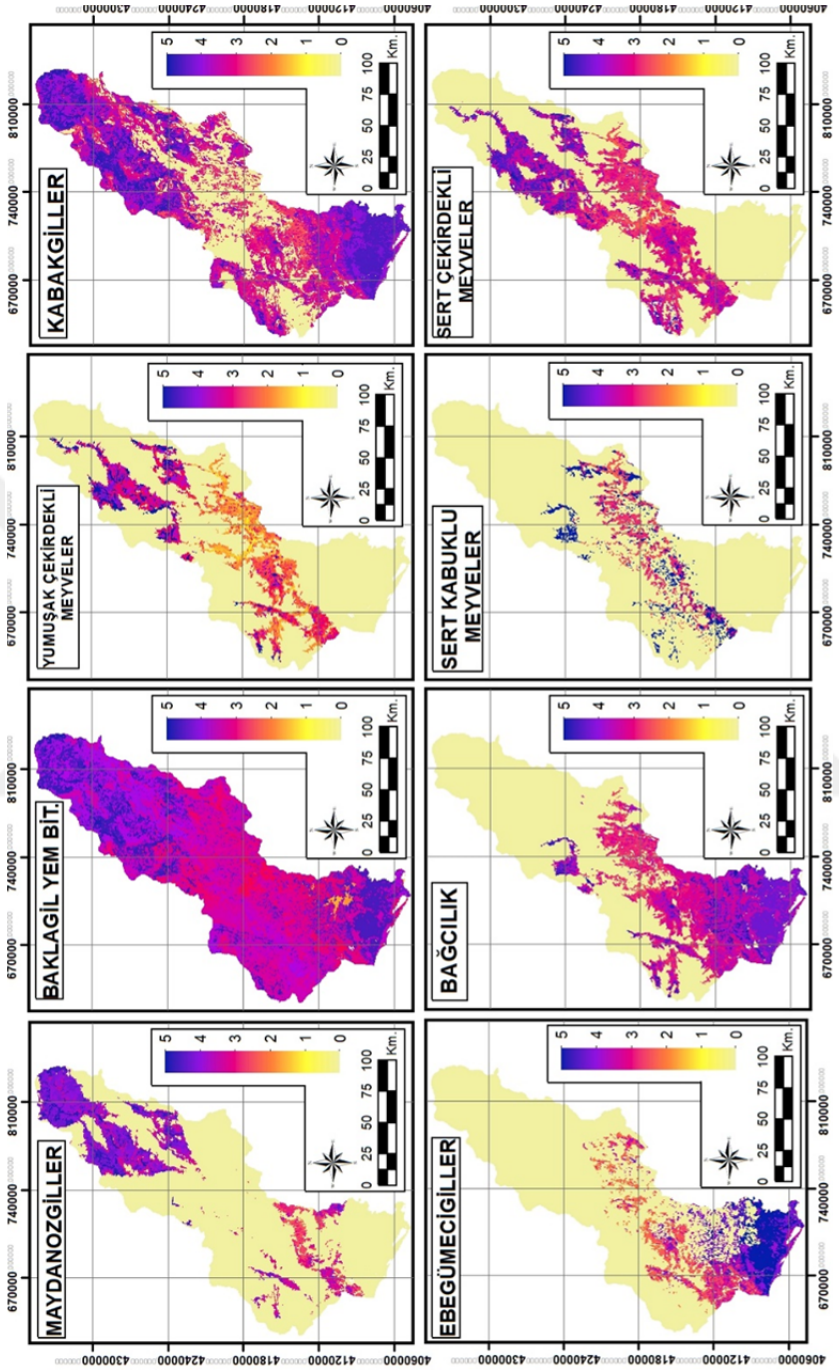
4.6. Ürün Uygunluk İndeksi

Erozyon, ürün su bütçesi, toprak ve sıcaklık faktör indekslerinin aritmetik ortalaması alınarak nihai ürün uygunluk indeksi 23 ürün grubu için bulunmuştur.

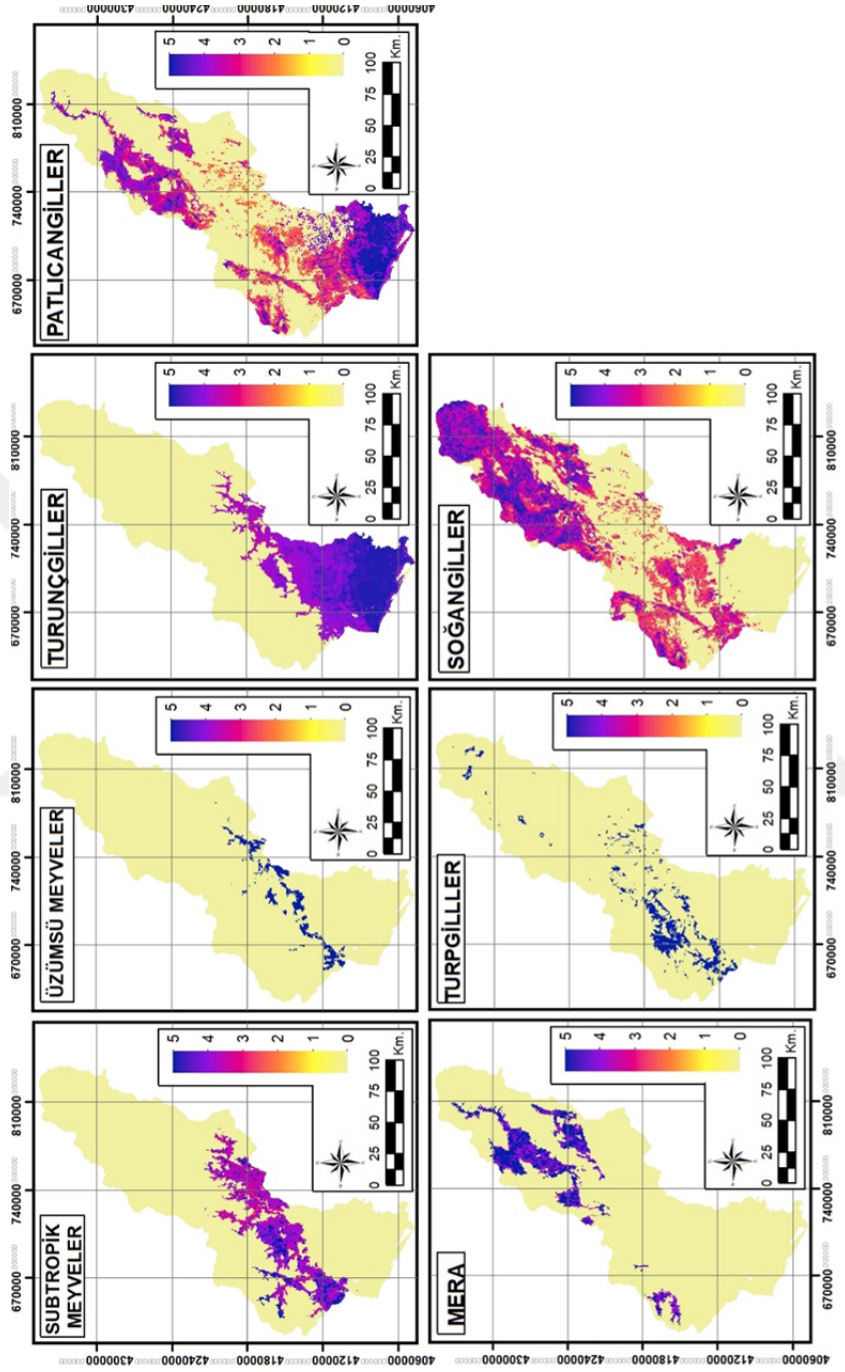
Ürün uygunluk indeksi değerleri 0 ile 5 arasında dercelendirilerek sıfır değeri uygun olmayan, beş değeri ise en yüksek uygunluk derecesini ifade etmektedir. Aşağıdaki haritalarda görselleştirilen ürün gruplarının genel uygunluk indeksinde sarı olan yerler her bir ürün için kendi içinde uygunluk dercesinin düşük olduğu alanları gösterirken, sarıdan mor rengine doğru olan alanlar uygunluk düzeyinin arttığı alanları göstermektedir (Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.40).



Şekil 4.38. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (a)



Şekil 4.39. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (b)



Şekil 4.40. Seyhan Havzası tarım ürünleri genel uygunluk indeksi (c)

Ürün grupları için genel uygunluk indeksi haritalarına istatiksel olarak değerlendirildiğinde baklagil yem bitkileri %42, serin iklim tahılları %28, kabakgiller %26, serin mevsim baklagiller %22, yağ bitkileri %21, sıcak mevsim baklagiller %14, soğangiller %14, patlıcangiller %14, bağcılık %12, sert çekirdekli meyveler %12, nişasta bitkileri %9, turunçgiller %20, sıcak iklim tahıları %12, oranında çok yüksek uygunluk derecesine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.16).

Ürün grupları genel uygunluk indeksine göre 0 ile 5 arasında değer alan ürün gruplarında minimum değer sıfır, maksimum değer ise 4.94 olarak tespit edilmiştir. 3.80 puan ile baklagil yem bitkileri en yüksek ortalama değere sahip ürün grubu olarak belirlenmiştir. Bu ürün grubunu sırasıyla 3.44 puan ile serin iklim tahılları, 3.09 ile kabakgiller, 2.92 ile serin mevsim baklagiller, 2.76 ile yağ bitkileri, 2.68 ile sıcak mevsim baklagiller, 2.09 ile soğangiller en yüksek ortalama değere sahip olarak takip etmektedir.

Çizelge 4.16. Ürün grupları genel uygunluk indeksi

ÜRÜN GRUPLARI	Ort.	Min.	Maks.	Std.Sap.	UYGUNLUK DERECESİ (Yüzde)			
					Çok Yük. (5-4)	Orta (4-3)	Düşük (3-1)	Değil (1-0)
BAKLAGİL YEM BİTKİLER (fiğ, korunga, yonca)	3,80	0	4,94	0,95	42	53	0	5
SERİN İKLİM TAHILLARI (arpa, buğday)	3,44	0	4,99	1,11	28	53	12	7
KABAKGİLLER (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	3,09	0	4,96	1,44	26	41	18	15
SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER (Bakla, mercimek, nohut)	2,92	0	4,86	1,42	22	35	27	16
YAĞ BİTKİLERİ (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	2,76	0	4,77	1,52	21	35	24	20
SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ (fasülye)	2,68	0	4,76	1,55	21	31	26	22
SOĞANGİLLER (soğan, sarımsak)	2,09	0	4,79	1,74	14	28	20	38
PATLICANGİLLER (biber, domates, patlıcan)	1,68	0	4,8	1,77	14	18	18	50
BAĞCILIK	1,66	0	4,85	1,79	12	24	11	52
SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	1,61	0	4,68	1,74	12	21	15	52
NİŞASTA BİTKİLERİ (patates)	1,58	0	4,84	1,67	9	18	23	51
TURUNÇGİLLER	1,40	0	4,97	1,98	20	14	0	66
SICAK İKLİM TAHILLARI (mısır, çeltik, sorgum)	1,39	0	4,95	1,79	12	14	13	60
MAYDANOZGİLLER (havuç, maydanoz)	1,18	0	4,66	1,74	12	15	6	68
YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY. (elma, armut)	1,07	0	4,63	1,56	6	13	14	67
EBEGÜMECİGİLLER (bamya)	0,91	0	5	1,60	9	7	10	74
SUBTROPİK MEYVELER (nar, zeytin)	0,76	0	4,91	1,54	5	15	0	80
ŞEKER BİTKİLERİ (şeker pancarı)	0,72	0	4,67	1,54	11	7	0	82
MERA	0,63	0	4,65	1,47	8	8	0	84
LİF BİTKİLERİ (pamuk)	0,59	0	4,87	1,41	7	5	4	84
SERT KABUKLU MEYVELER (badem, ceviz)	0,47	0	4,67	1,16	3	4	7	86
TURPGİLLLER (Lahana)	0,16	0	4,47	0,72	0	4	0	95
ÜZÜMSÜ MEYVELER (çilek)	0,14	0	4,45	0,65	0	2	2	95

4.7. Agroekolojik Uygunluk Belirleme

Her peyzaj birimi için ürünlerin genel uygunluk indeksi sonuçları 0 ile 5 arasında değerler almıştır. Bu puanlamalar değerlendirilerek her peyzaj birimi için

en yüksek değeri alan ürün grupları belirlenmiştir. Böylelikle her peyzaj birimindeki ideal ürün önceliği belirlenmiş ve haritalanmıştır.

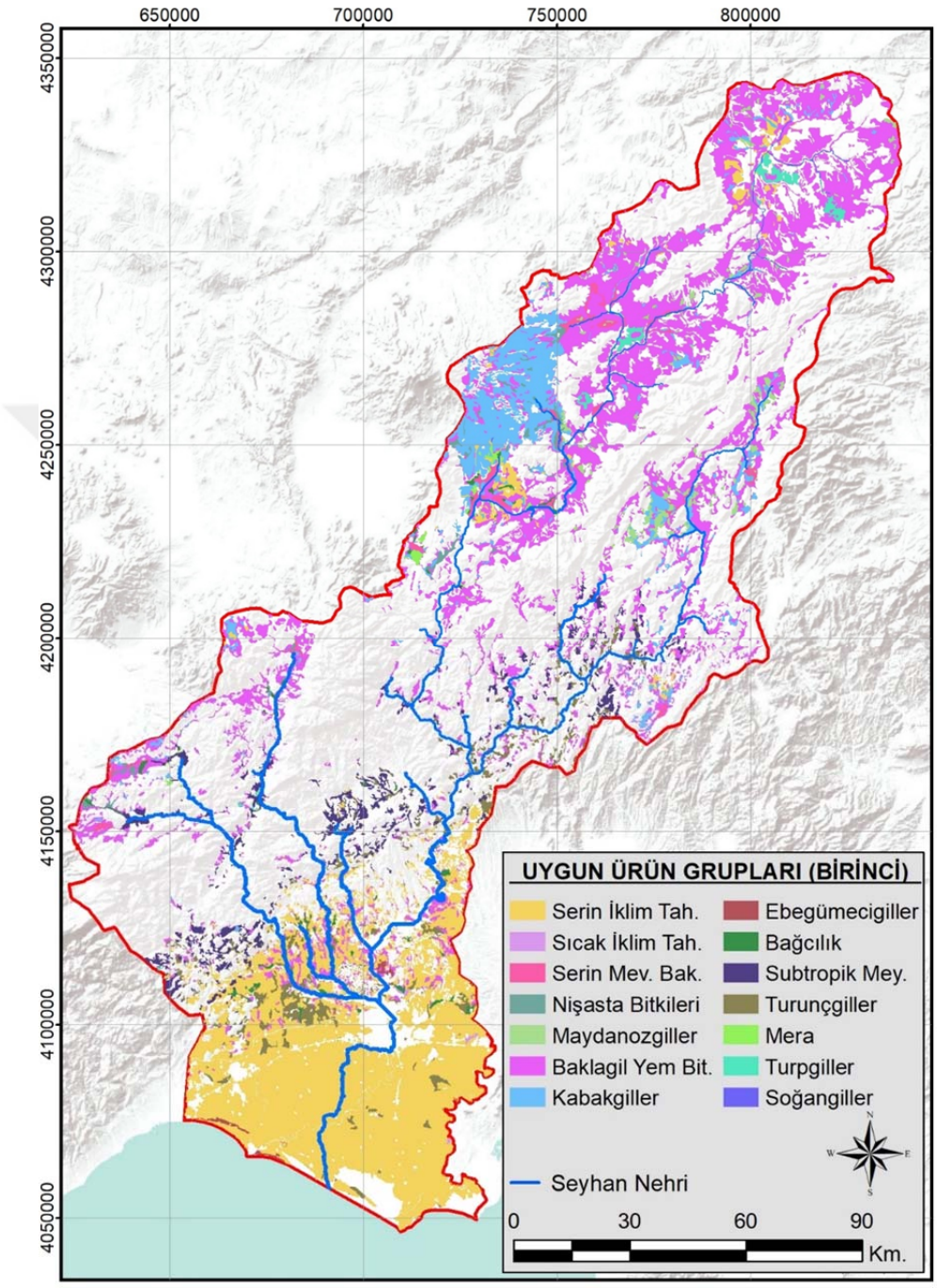
Birinci uygunluk haritasına göre havzanın aşağı kesimlerinde genel olarak serin iklim tahılları ve turunçgilleri havzanın orta kesimlerine doğru çok geniş alanlar olmamakla birlikte subtropik meyveler, üst havzada ise yoğun olarak baklagil yem bitkileri ve yer yer serin iklim tahılları, turpgiller ve kabakgiller en yüksek puanı alarak en uygun ürün olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.41).

İkinci uygunluk haritasına göre aşağı havzada ağırlıklı olarak turunçgiller ve sıcak iklim tahılları ve yer yer sıcak mevsim baklagiller ve baklagil yem bitkileri, havzanın orta kesimlerine doğru baklagil yem bitkileri, nişasta bitkileri, üst havzada ise baklagil yem bitkileri, kabakgiller ve maydonozgiller ürün grupları en yüksek puanı alarak ikinci uygun ürün grupları olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.42).

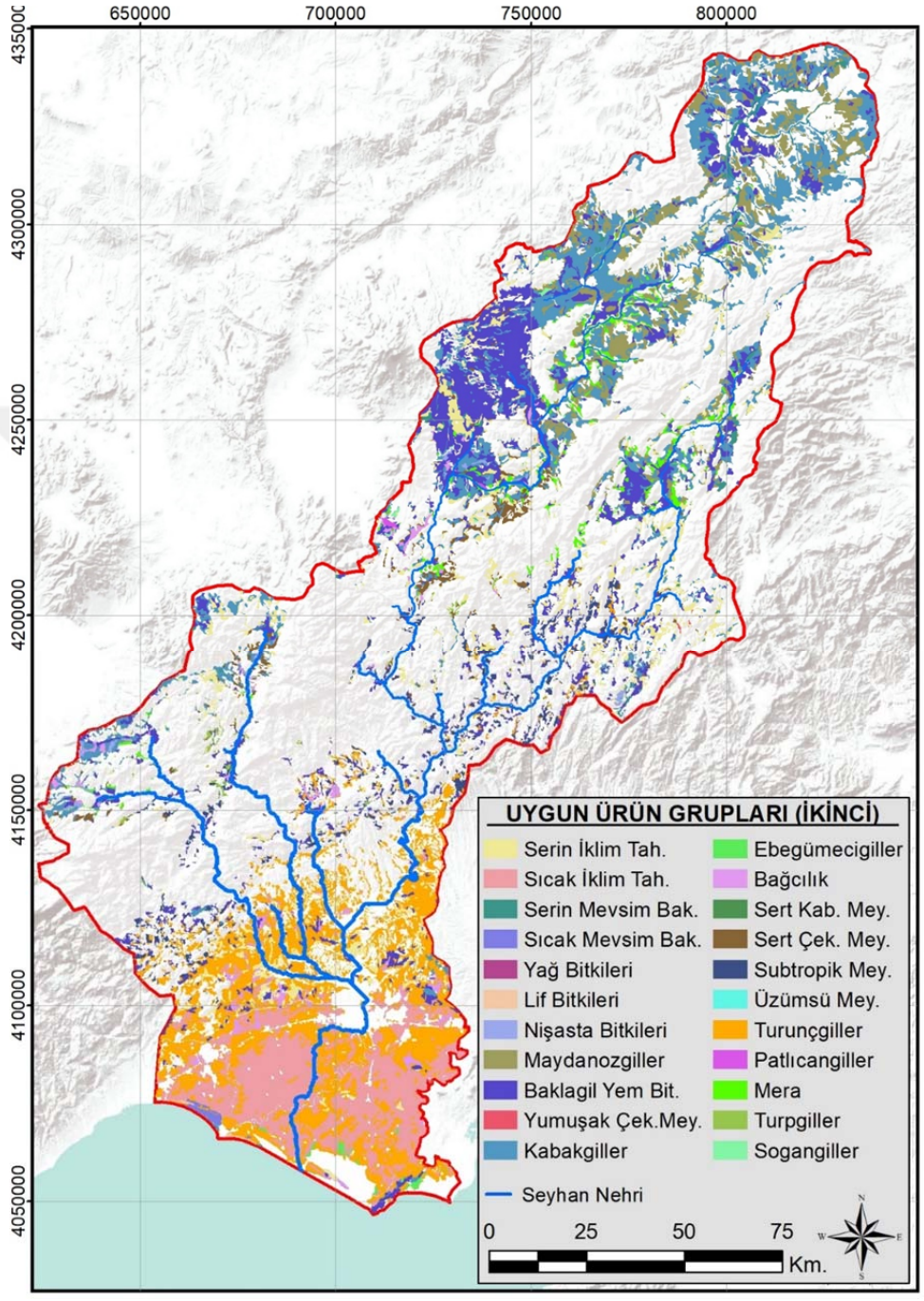
Üçüncü uygunluk haritasına göre aşağı havzada kabakgiller, sıcak iklim tahılları ve turunçgiller, orta havzada serin iklim tahılları, baklagil yem bitkileri, üst havzada ise serin iklim tahılları, kabakgiller ve soğangiller üçüncü en yüksek puanı alan ürün grubu olmuştur(Şekil 4.43).

Toplam 31.365 adet peyzaj birimi için birim özelinde agroekolojik uygunluk belirlenmiştir. Elde edilen bu sonucun yanı sıra girdi faktörlerine ait verileri her peyzaj birimi özelinde bulunduran yüksek detay ve kapsama sahip bir veri tabanı oluşmuştur.

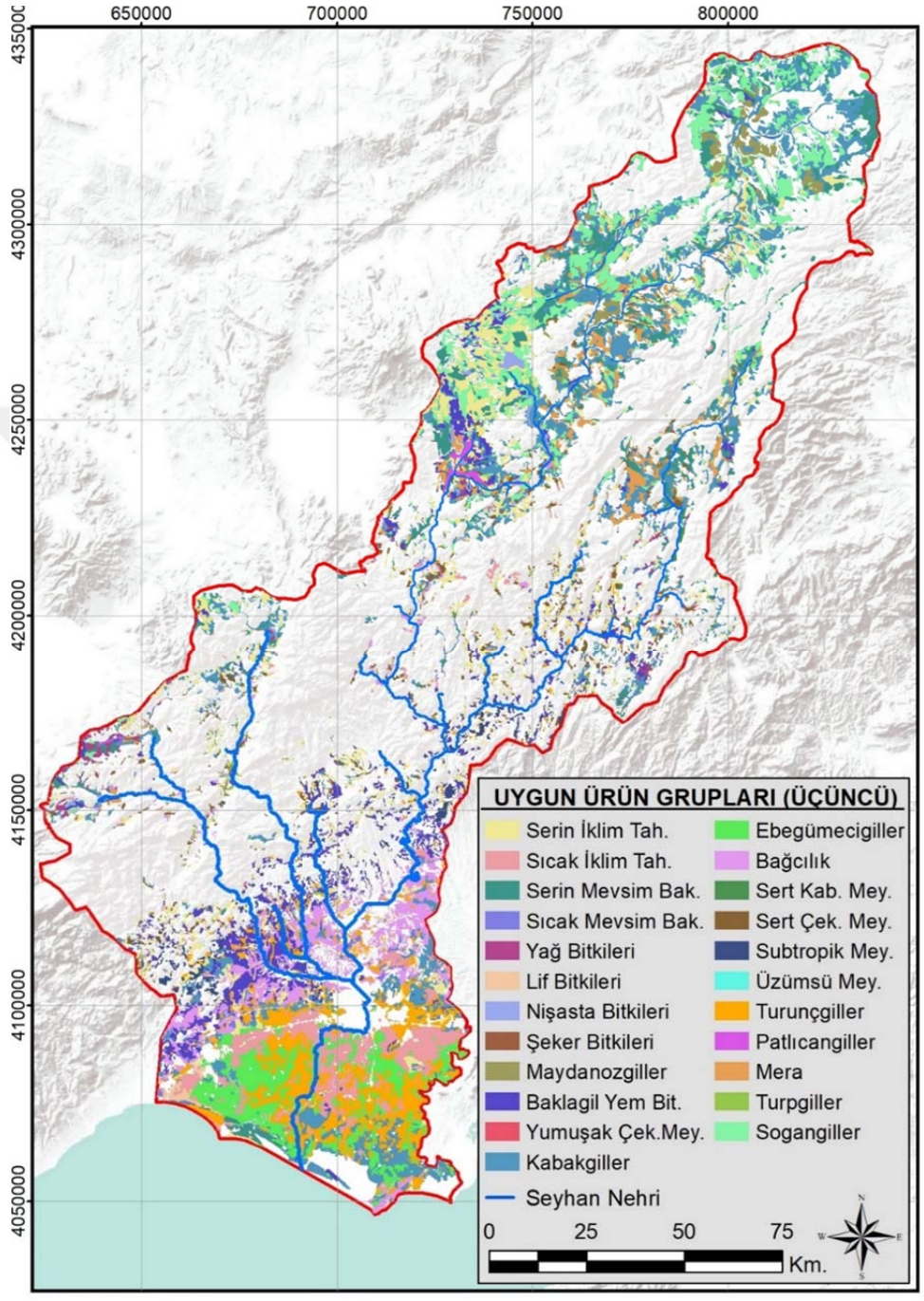
Elde edilen sonuç çıktısı ve veri tabanı, alanda özellikle tarımsal etkileşimin önem kazandığı planlama çalışmalarında ölçeğe bağlı olarak parsel bazında detaydan, havza ölçeğinde genelleştirmeye kadar geniş bir ölçekte bilgi sağlayabilmektedir. Buna örnek olarak üretilen veri tabanı temel alınarak Seyhan Havzasında yer alan ilçeler bazında tarımsal alanların agroekolojik ürün uygunluk durumları tespit edilmiştir (Şekil 4.44). Havzada yer alan ve yüzölçümü 200 km^2'den daha fazla alan kaplayan 23 ilçe için belirlenen agroekolojik uygunluk durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).



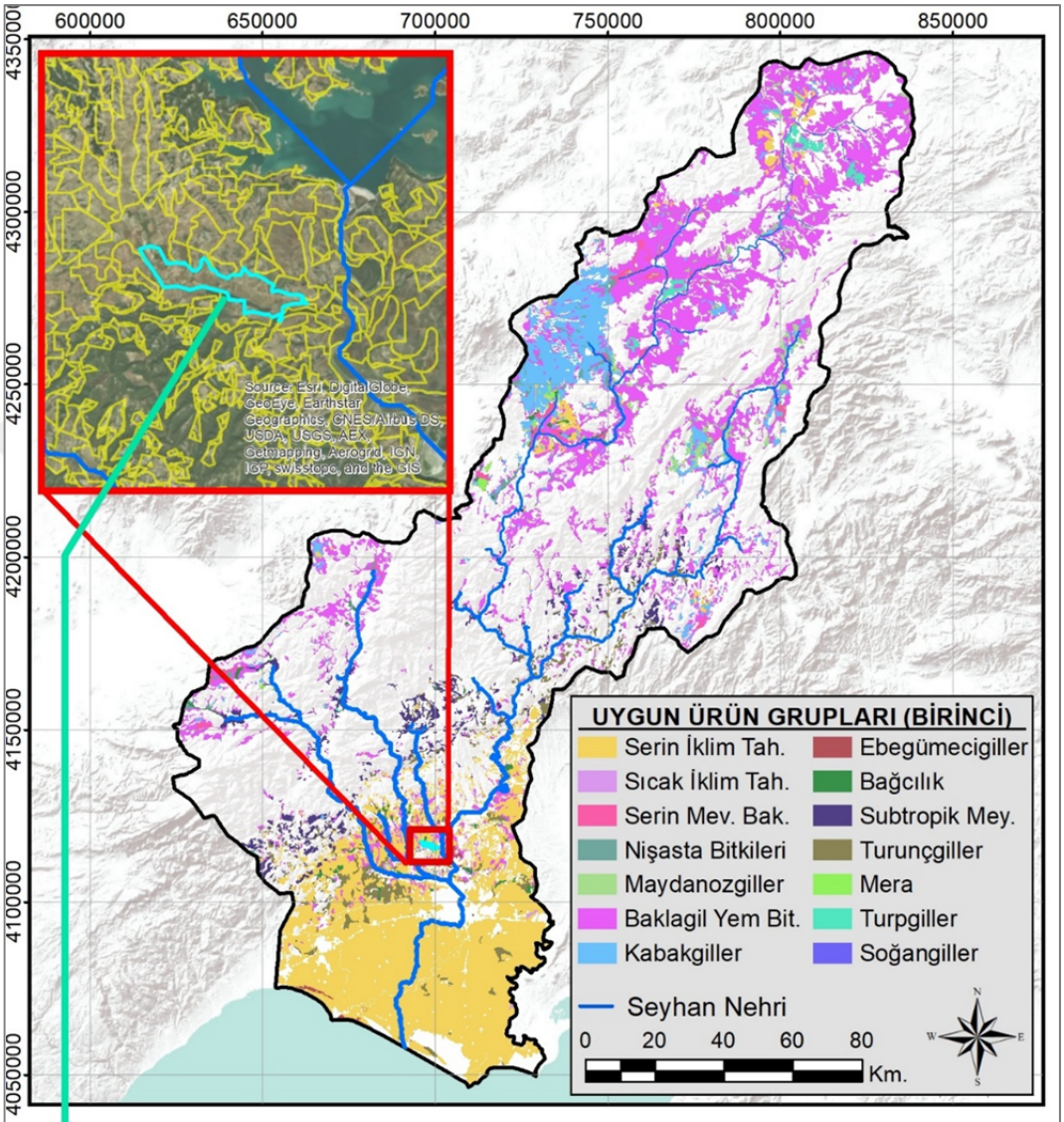
Şekil 4.41. Birinci Uygun Ürün Grupları Haritası



Şekil 4.42. İkinci Uygun Ürün Grupları Haritası



Şekil 4.43. Üçüncü Uygun Ürün Grupları Haritası



FID	Urun1	Indx1	Urun2	Indx2	Urun3	Indx3	Urun4	Indx4	Urun5	Indx5
175[illegible]7	Serin İklim Tah.	4.52	Bağcılık	4.40	Ebegümecigiller	4.39	Baklagil Yem Bit.	4.38	Turunçgiller	4.34
175[illegible]8	Serin İklim Tah.	4.49	Bağcılık	4.38	Baklagil Yem Bit.	4.38	Ebegümecigiller	4.37	Turunçgiller	4.34
175[illegible]9	Serin İklim Tah.	4.48	Baklagil Yem Bit.	4.38	Bağcılık	4.37	Ebegümecigiller	4.36	Turunçgiller	4.34
17570	Serin İklim Tah.	4.47	Baklagil Yem Bit.	4.38	Bağcılık	4.35	Ebegümecigiller	4.34	Turunçgiller	4.34
17571	Serin İklim Tah.	4.50	Bağcılık	4.39	Ebegümecigiller	4.38	Baklagil Yem Bit.	4.38	Turunçgiller	4.34
17572	Serin İklim Tah.	4.54	Bağcılık	4.41	Ebegümecigiller	4.40	Turunçgiller	4.34	Baklagil Yem Bit.	4.34
17573	Baklagil Yem Bit.	4.35	Turunçgiller	4.34	Serin İklim Tah.	4.31	Bağcılık	4.18	Ebegümecigiller	3.92
17574	Serin İklim Tah.	4.90	Turunçgiller	4.69	Kabakgiller	4.20	Sıcak İklim Tah.	4.19	Yağ Bit.	4.08

Şekil 4.44. Birinci Uygun Ürün Grupları Detaylı Haritası

Çizelge 4.17. Seyhan Havzası ilçe bazında tarımsal alanların ürün uygunluğu

İlçe	ALAN (Km^2)		UYGUN ÜRÜN GRUPLARI	
	Havzada	Tarım	Adet	Ürün Grupları
Karataş	811	700	14	Serin İklim Tah., Sıcak İklim Tah., Turunçgiller, Ebegümecigiller, Lif Bitk., Patlıcangiller, Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Baklagil Yem Bit., Serin Mev. Bak., Kabakgiller, Bağcılık, Şeker Bit., Nişasta Bit.
Yüreğir	803	575	13	Serin İklim Tah., Sıcak İklim Tah., Turunçgiller, Ebegümecigiller, Lif Bitk., Patlıcangiller, Sıcak Mev. Bak., Yağ Bitk., Baklagil Yem Bit., Serin Mev. Bak., Kabakgiller, Bağcılık, Şeker Bit.
Seyhan	468	448	12	Serin İklim Tah., Turunçgiller, Sıcak İklim Tah., Kabakgiller, Lif Bitk., Patlıcangiller, Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Baklagil Yem Bit., Serin Mev. Bak., Bağcılık, Şeker Bit.
Tarsus	1887	921	18	Serin İklim Tah., Sıcak İklim Tah., Ebegümecigiller, Lif Bitk., Turunçgiller, Patlıcangiller, Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Serin Mev. Bak., Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Bağcılık, Şeker Bit., Nişasta Bit., Maydanozgiller, Turpgillller, Sert Kab. Mey., Yumuşak Çek. Mey.
Çukurova	210	114	12	Serin İklim Tah., Turunçgiller, Sıcak İklim Tah., Ebegümecigiller, Sıcak Mev. Bak., Nişasta Bit., Yağ Bitk., Patlıcangiller, Kabakgiller, Serin Mev. Bak., Şeker Bit., Maydanozgiller
Sarıçam	462	308	12	Serin İklim Tah., Turunçgiller, Bağcılık, Sıcak İklim Tah., Yağ Bitk., Şeker Bit., Ebegümecigiller, Lif Bitk., Serin Mev. Bak., Patlıcangiller, Nişasta Bit., Maydanozgiller
Çamlıyayla	275	47	12	Subtropik Mey., Turunçgiller, Sert Çek. Mey., Sert Kab. Mey., Bağcılık, Nişasta Bit., Şeker Bit., Soğangiller, Sıcak Mev. Bak., Ebegümecigiller, Patlıcangiller, Yumuşak Çek. Mey.
Karaisalı	1293	535	14	Serin İklim Tah., Turunçgiller, Bağcılık, Sıcak İklim Tah., Sıcak Mev. Bak., Ebegümecigiller, Yağ Bitk., Patlıcangiller, Serin Mev. Bak., Şeker Bit., Kabakgiller, Maydanozgiller, Yumuşak Çek. Mey., Turpgillller
Pozantı	824	85	17	Subtropik Mey., Baklagil Yem Bit., Sert Çek. Mey., Bağcılık, Sert Kab. Mey., Yumuşak Çek. Mey., Serin Mev. Bak., Kabakgiller, Sıcak Mev. Bak., Yağ Bitk., Şeker Bit., Sıcak İklim Tah., Maydanozgiller, Ebegümecigiller, Patlıcangiller, Turpgillller, Lif Bitk.
Ulukışla	1132	225	14	Subtropik Mey., Baklagil Yem Bit., Serin Mev. Bak., Kabakgiller, Soğangiller, Nişasta Bit., Şeker Bit., Yağ Bitk., Patlıcangiller, Yumuşak Çek. Mey., Mera, Sıcak İklim Tah., Serin İklim Tah., Maydanozgiller
Aladağ	1345	201	16	Subtropik Mey., Turunçgiller, Baklagil Yem Bit., Yağ Bitk., Nişasta Bit., Kabakgiller, Ebegümecigiller, Sıcak Mev. Bak., Sert Çek. Mey., Şeker Bit., Soğangiller, Sert Kab. Mey., Sıcak İklim Tah., Patlıcangiller, Yumuşak Çek. Mey., Serin İklim Tah.
Kozan	890	225	10	Serin İklim Tah., Turunçgiller, Kabakgiller, Bağcılık, Üzümsü Mey., Sıcak Mev. Bak., Yağ Bitk., Şeker Bit., Serin Mev. Bak., Patlıcangiller

Çizelge 4.17. devamı

İlçe	ALAN (Km^2)		UYGUN ÜRÜN GRUPLARI	
	Havzada	Tarım	Adet	Ürün Grupları
Çamardı	970	177	10	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Serin Mev. Bak., Soğangiller, Sert Çek. Mey., Şeker Bit., Yağ Bitk., Patlıcangiller, Serin İklim Tah., Sıcak İklim Tah.
Feke	1021	220	17	Subtropik Mey., Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Yağ Bitk., Bağcılık, Sert Çek. Mey., Nişasta Bit., Şeker Bit., Ebegümecigiller, Sert Kab. Mey., Serin Mev. Bak., Patlıcangiller, Sıcak Mev. Bak., Turunçgiller, Sıcak İklim Tah., Yumuşak Çek. Mey., Turpgilller
Yahyalı	1238	179	13	Baklagil Yem Bit., Bağcılık, Serin Mev. Bak., Kabakgiller, Şeker Bit., Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Patlıcangiller, Sıcak İklim Tah., Serin İklim Tah., Yumuşak Çek. Mey., Sert Çek. Mey., Sert Kab. Mey.
Saimbeyli	1308	303	13	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Yağ Bitk., Serin Mev. Bak., Nişasta Bit., Sert Kab. Mey., Şeker Bit., Sıcak Mev. Bak., Ebegümecigiller, Soğangiller, Sıcak İklim Tah., Patlıcangiller, Turunçgiller
Göksun	278	35	12	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Serin Mev. Bak., Soğangiller, Sert Çek. Mey., Yumuşak Çek. Mey., Maydanozgiller, Mera, Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Patlıcangiller, Serin İklim Tah.
Develi	1196	477	12	Baklagil Yem Bit., Soğangiller, Yağ Bitk., Serin Mev. Bak., Nişasta Bit., Şeker Bit., Sıcak İklim Tah., Sert Çek. Mey., Bağcılık, Patlıcangiller, Sert Kab. Mey., Serin İklim Tah.
Tufanbeyli	863	341	10	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Mera, Soğangiller, Sıcak Mev. Bak., Yağ Bitk., Maydanozgiller, Yumuşak Çek. Mey., Patlıcangiller, Serin İklim Tah.
Tomarza	1531	833	12	Baklagil Yem Bit., Soğangiller, Serin Mev. Bak., Yağ Bitk., Şeker Bit., Sıcak Mev. Bak., Sert Çek. Mey., Sıcak İklim Tah., Patlıcangiller, Serin İklim Tah., Yumuşak Çek. Mey., Sert Kab. Mey.
Sarız	906	185	10	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Serin Mev. Bak., Soğangiller, Maydanozgiller, Sıcak Mev. Bak., Yağ Bitk., Yumuşak Çek. Mey., Patlıcangiller, Serin İklim Tah.
Bünyan	592	377	11	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Soğangiller, Serin Mev. Bak., Yağ Bitk., Sıcak Mev. Bak., Sert Çek. Mey., Maydanozgiller, Yumuşak Çek. Mey., Patlıcangiller, Serin İklim Tah.
Pınarbaşı	3382	1760	9	Baklagil Yem Bit., Kabakgiller, Soğangiller, Serin Mev. Bak., Yağ Bitk., Maydanozgiller, Yumuşak Çek. Mey., Patlıcangiller, Serin İklim Tah.

Karataş İlçesi 700 km^2 tarımsal alana sahip olup model sonuçlarına göre belirlenen uygun ürün grupları serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, turunçgiller, ebegümecigiller, lif bitkileri, patlıcangiller, yağ bitkileri, sıcak mevsim baklagiller, baklagil yem bitkileri, serin mevsim baklagiller, kabakgiller, bağcılık, şeker bitkileri, nişasta bitkileri olarak belirlenmiştir.

Çukurova İlçesi Seyhan Havzası içinde 114 km^2 tarımsal alana sahip olup serin iklim tahılları, turunçgiller, sıcak iklim tahılları, ebegümecigiller, sıcak mevsim baklagiller, nişasta bitkileri, yağ bitkileri, patlıcangiller, kabakgiller, serin mevsim baklagiller, şeker bitkileri, maydanozgiller uygun ürün grupları olarak tespit edilmiştir.

Saimbeyli İlçesi içinde 303 km^2 tarımsal alana sahiptir ve burası için Baklagil Yem Bitkileri, Kabakgiller, Yağ Bitkileri, Serin Mevsim Baklagiller, Nişasta Bitkileri, Sert Kabuklu Meyveler, Şeker Bitkileri, Sıcak Mevsim Baklagiller, Ebegümecigiller, Soğangiller, Sıcak İklim Tahılları, Patlıcangiller, Turunçgiller uygun ürün grupları olarak belirlenmiştir.

Bünyan İlçesinde 377 km^2 tarımsal alana sahip olan bu ilçede Baklagil Yem Bitkileri, Kabakgiller, Soğangiller, Serin Mevsim Baklagiller, Yağ Bitkileri, Sıcak Mevsim Baklagiller, Sert Çekirdekli Meyveler, Maydanozgiller, Yumuşak Çekirdekli Meyveler, Patlıcangiller, Serin İklim Tahılları uygun ürün grupları olarak tespit edilmiştir.

4.8. Agroekolojik Uygunluğun Mevcut Durum ile Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında tahmin edilen agroekolojik uygunluk sonuçları ile havzadaki mevcut tarımsal ürün tercihleri arasındaki uyumu ortaya koymak adına elde edilen çıktılar ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarımsal üretim verileri karşılaştırılmıştır. Alansal yüzölçümünün %80'inden fazlası havza sınırları içinde yer alan 18 ilçeye ait 2010 ile 2016 yılları arası havzada üretilen 47 ürüne ait tarımsal üretim istatistikleri TÜİK veri tabanından temin edilmiştir. Temin edilen veriler çalışmada tanımlanan 23 ürün grubu için 2010-2016 yılları arası alansal olarak hesaplanmıştır (Ek 35).

Seyhan Havzası için çalışma kapsamında üretilen 23 ürün grubuna ait genel ürün uygunluk indeksi değerleri, TÜİK'ten temin edilen 18 ilçeye ait veriler ilçe sınırları dikkate alınarak yapılan zonal istatistik analizi ile karşılaştırılmıştır (Ek 36).

İlçeler bazında alansal olarak temin edilen istatistik verileri ilçenin tarımsal alanındaki yüzdesine dönüştürülerek, tespit edilen genel uygunluk indeksi değerleri ile her ürün grubu için korelasyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz ile ürün gruplarının gerçekte alansal ekim miktarı üzerinden tercih edilme oranları ile çalışma kapsamında üretilen genel agroekolojik uygunluk arasındaki uyum ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.18).

TÜİK'ten elde edilen bitkisel üretim tercihi ile tespit edilen ürün uygunluk değerleri dikkate alınarak üretilen korelasyon katsayısı 1'e yaklaştıkça uyum durumunun yüksek olduğunu, 0 değeri civarlarında olduğunda uyumun olmadığı ve de -1'e yaklaştıkça da uyumun ters yönde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değerlendirme sonucunda sıcak iklim tahılları, sert kabuklu meyveler ve lif bitkileri ürün grupları için yüksek korelasyon katsayısı tespit edilmiş ve bu nedenle bu ürün grupları için öneri uygunluk durumu ile alandaki halihazırda tercih edilen ürünlerin yüksek oranda tutarlı olduğu tespit edilmiştir. En düşük korelasyon katsayısına sahip olan serin iklim tahılları, soğangiller, şeker bitkileri ürün grupları için ise öneri uygunluk durumu ile mevcut durumda alandaki yetiştirilen ürünler arasında ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Öneri ürün grupları ve mevcut durum korelasyonu

Ürün Grupları	**Korelasyon Katsayısı**
Sıcak İklim Tahılları (mısır, çeltik, sorgum)	0,75
Sert Kabuklu Meyveler (badem, ceviz)	0,74
Lif Bitkileri (pamuk)	0,71
Turunçgiller	0,61
Patlıcangiller (biber, domates, patlıcan)	0,41
Ebegümecigiller (bamya)	0,41
Kabakgiller (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	0,37
Yağ Bitkileri (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	0,36
Sert Çekirdekli Mey. (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	0,22
Nişasta Bitkileri (patates)	0,17
Bağcılık	0,16
Baklagil Yem Bitkiler (fiğ, korunga, yonca)	0,10
Yumuşak Çek. Mey. (elma, armut)	0,10
Subtropik meyveler (nar, zeytin)	0,09
Serin Mevsim Baklagil (Bakla, mercimek, nohut)	-0,10
Turpgillller (Lahana)	-0,13
Maydanozgiller (havuç, maydanoz)	-0,20
Üzümsü Meyveler (çilek)	-0,20
Sıcak Mevsim Baklagil (fasulye)	-0,21
Şeker Bitkileri (şeker pancarı)	-0,33
Soğangiller (soğan, sarımsak)	-0,54
Serin İklim Tahılları (arpa, buğday)	-0,72

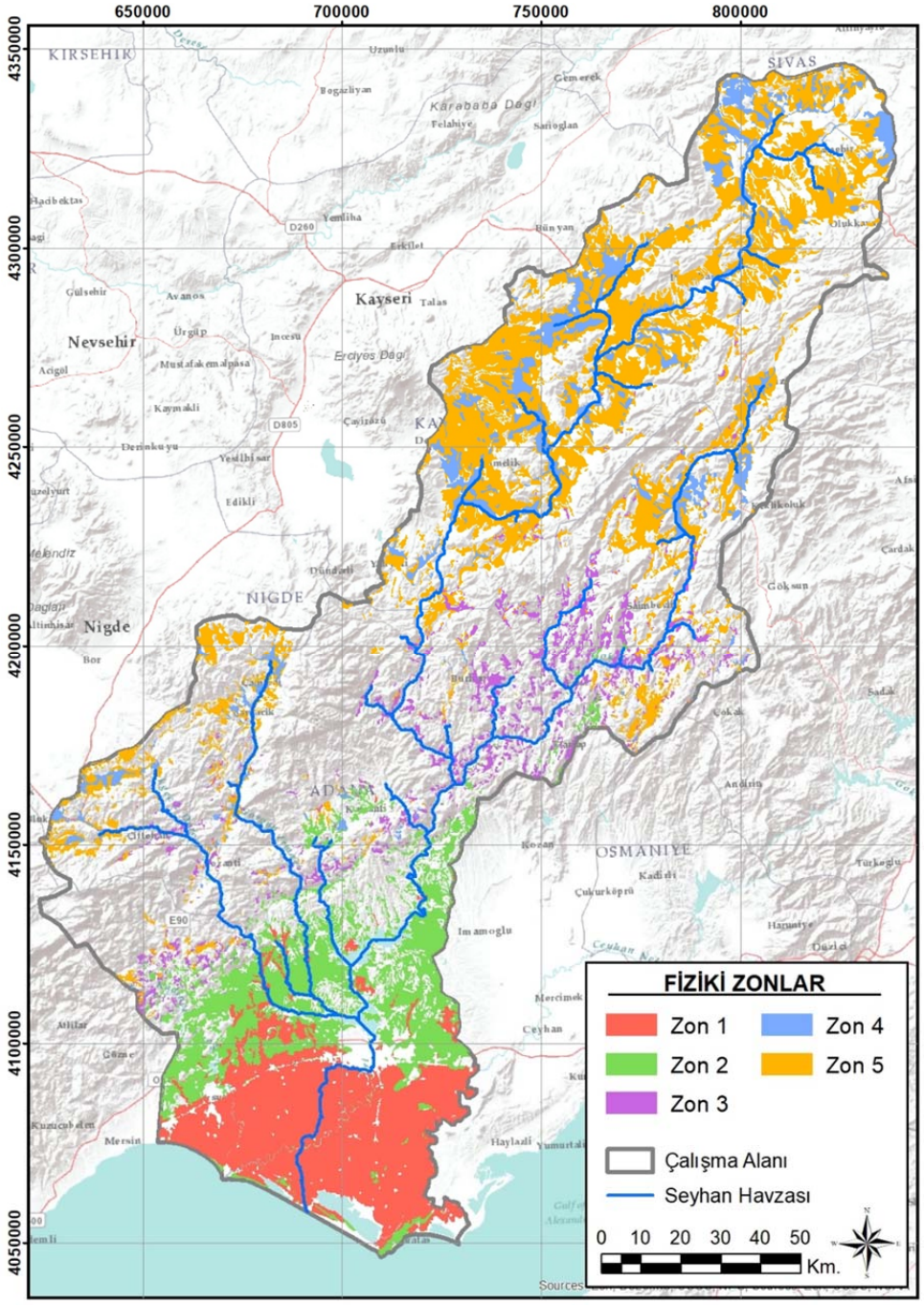
4.9. Agroekolojik Uygunluk Gruplarının Belirlenmesi

Seyhan Havzası tarımsal alanlardaki peyzaj birimleri fiziksel faktörler (yükseklik, eğim, yağış, sıcaklık, toprak derinliği) açısından değerlendirilerek beş gruba ayrılmıştır. Çalışma sonuçlarının daha ayrıntılı değerlendirilebilmesi için her bir peyzaj birimi bazında elde edilen bulgular fiziki faktörlere bağlı olarak üretilen temel bölgeler bazında özetlenmiştir. Söz konusu fiziki bölgeler özelinde genelleştirilen bulgular havzadaki tarımsal üretim üzerinde etkin olan karar verme,

yönetim ve uygulama süreçleri için en uygun tarımsal ürünlerin belirlenmesi adına önemli bir referans teşkil edecektir.

Havzanın sahip olduğu fiziki temelli alt bölgeler (zonlar) gruplama analizi kullanılarak belirlenmiştir. Gruplama analizi, benzer fiziki yapıya sahip alanların oluşturduğu kümeleri bulmayı amaçlayan bir sınıflama algoritmasıdır. Bu algoritma kümelerin kendi içinde en yüksek benzerliğe sahip olmanın yanısıra kümeler arasındaki farklılığın en yüksek olmasını temelinde bağlı olarak istenen sayıda küme oluşturmaktadır (Duque ve ark, 2007; Hinde ve ark, 2007). Alanların benzerlikleri; konumsal veya zamansal farklılığı ortaya koyan ve analize girdi parametresi olarak dahil edilen öznitelik bilgilerine bağlı olarak tespit edilmektedir. Yöntemi oluşturan algoritma girdi olarak kullanılan temel faktörleri; konumsal veya zamansal kısıtlayıcıların olduğu durumlarda Minimum Yayılma Ağacı (Minimum Spanning Tree) yöntemi ile bağlantılılık grafikleri üreterek, kısıtlayıcıların olmadığı durumlarda ise K-ortalamalar (K-Means) yöntemini kullanarak kümelemektedir (Assuncao ve ark, 2006; Jain, 2009).

Daha önce belirlenmiş peyzaj birimleri ve bu birimlerin sahip olduğu yükseklik, eğim, yağış, sıcaklık ve toprak derinliği bilgilerini içeren faktörler girdi olarak kullanılarak gruplama analizi uygulaması sonucunda havza için beş temel zon belirlenmiştir (Şekil 4.45 ve Çizelge 4.19). Ürün bazlı agro-ekolojik uygunluk bulguları zonal istatistik analizleri kullanarak bu zonlar için özetlenmiştir (Çizelge 4.20). Böylelikle farklı fiziki faktörler için ürün uygunluğu ortaya koyulmuştur.



Şekil 4.45. Seyhan Havzası agroekolojik uygunluk grupları (zonları)

Çizelge 4.19. Agroekolojik uygunluk gruplarının fiziki faktör istatistikleri

Zonlar	İstatistik	Yükseklik (Metre)	Eğim (Derece)	Yağış (mm)	Sıcaklık (oC)	Topr. Der. (cm)
Zon 1	Ortalama	35,99	3,55	707,83	19,24	142,55
	Minimum	5,13	0,89	592,07	14,97	69,68
	Maksimum	715,75	18,13	749,47	19,61	150,00
Zon 2	Ortalama	292,00	8,92	662,02	17,67	28,29
	Minimum	4,40	0,66	537,94	12,75	5.03
	Maksimum	1014,67	22,79	749,47	19,58	110,00
Zon 3	Ortalama	1147,68	19,72	560,18	11,83	14,65
	Minimum	233,00	9,80	391,76	4,77	5.00
	Maksimum	2175,21	50,08	743,19	18,09	150,00
Zon 4	Ortalama	1483,30	6,36	491,76	9,15	104,25
	Minimum	822,79	2,67	379,47	6,25	58,00
	Maksimum	1967,91	25,40	610,38	14,26	150,00
Zon 5	Ortalama	1562,85	8,40	486,90	8,67	22,40
	Minimum	856,44	1,33	372,63	3,59	5.00
	Maksimum	2390,00	20,34	608,98	13,99	72,22

Zon 1, 2249 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu alanın %64'ü sulanan ve geriye kalan %36'sı ise sulanmayan tarımsal alanları oluşturmaktadır. Zon 1 topoğrafik olarak ele alındığında yüksekliği maksimum 715 m, minimum 5 m olmak üzere ortalama 35 m'dir. Bu zonun eğimi ise maksimum 18, minimum 0.9 ve ortalama olarak 3 derece olarak tespit edilmiştir. Zon 1 tüm havza geneline göre en az yüksekliğe ve en düşük eğime sahip alanları içermektedir. İklim faktörlerine bakıldığında ise bu zonun 592 mm ile 749 mm arasında kalarak ortalama 707 mm yağış aldığı ve de maksimum 19.61^{o}C, minimum 14.97 ^{o}C ve ortalama 14.97 ^{o}C sıcaklığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Zon 1'de toprak derinliği incelendiğinde maksimum 150 cm, minimum 69 cm ve ortalama 142 cm derinliğene sahip toprakların olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20. Agroekolojik uygunluk zonları için ideal ürün gruplar

Zonlar	Alan (km^2)	Sulama		Uygun Ürün Grupları	
		Durum	Yüzde	Adet	Ürün Grupları
Zon 1	2249	Var	64	18	Serin İklim Tahılları, Sıcak İklim Tahılları, Turunçgiller, Ebegümecigiller, Lif Bitkileri, Patlıcangiller, Yağ Bitkileri, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Baklagil Yem Bitkiler, Serin Mevsim Baklagiller, Kabakgiller, Bağcılık, Şeker Bitkileri, Nişasta Bitkileri, Maydanozgiller, Üzümsü Meyveler, Yumuşak Çekirdekli Mey.
		Yok	36	9	Serin İklim Tahılları, Yağ Bitkileri, Serin Mevsim Baklagiller, Lif Bitkileri, Patlıcangiller, Ebegümecigiller, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Turunçgiller, Sıcak İklim Tahılları
Zon 2	1796	Var	36	14	Serin İklim Tahılları, Baklagil Yem Bitkiler, Turunçgiller, Bağcılık, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Ebegümecigiller, Yağ Bitkileri, Nişasta Bitkileri, Şeker Bitkileri, Serin Mevsim Baklagiller, Patlıcangiller, Maydanozgiller, Yumuşak Çekirdekli Mey., Lif Bitkileri
		Yok	64	7	Serin İklim Tahılları, Subtropik Meyveler, Bağcılık, Sıcak İklim Tahılları, Serin Mevsim Baklagiller, Nişasta Bitkileri, Yağ Bitkileri
Zon 3	699	Var	10	17	Baklagil Yem Bitkiler, Subtropik Meyveler, Sert Çekirdekli Meyveler, Sert Kabuklu Meyveler, Turunçgiller, Yağ Bitkileri, Kabakgiller, Serin Mevsim Baklagiller, Soğangiller, Nişasta Bitkileri, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Ebegümecigiller, Patlıcangiller, Sıcak İklim Tahılları, Üzümsü Meyveler, Yumuşak Çekirdekli Mey.
		Yok	90	2	Subtropik Meyveler, Serin İklim Tahılları
Zon 4	1102	Var	84	12	Baklagil Yem Bitkiler, Kabakgiller, Serin Mevsim Baklagiller, Soğangiller, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Yağ Bitkileri, Maydanozgiller, Sert Çekirdekli Meyveler, Yumuşak Çekirdekli Mey., Patlıcangiller , Serin İklim Tahılları, Sert Kabuklu Meyveler
		Yok	16	4	Maydanozgiller, Baklagil Yem Bitkiler, Kabakgiller, Serin Mevsim Baklagiller
Zon 5	3997	Var	37	13	Baklagil Yem Bitkiler, Kabakgiller, Soğangiller, Serin Mevsim Baklagiller, Yağ Bitkileri, Sıcak Mevsim Baklagilleri, Sert Çekirdekli Meyveler, Maydanozgiller, Yumuşak Çekirdekli Mey., Patlıcangiller , Sert Kabuklu Meyveler, Serin İklim Tahılları, Turpgilller
		Yok	63	3	Baklagil Yem Bitkiler, Maydanozgiller, Kabakgiller

Zon 1'de sulama yapılan alanlardaki en uygun ürün grupları sırasıyla serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, turunçgiller, ebegümecigiller, lif bitkileri, patlıcangiller, yağ bitkileri, sıcak mevsim baklagilleri, baklagil yem bitkiler, serin mevsim baklagiller, kabakgiller, bağcılık, şeker bitkileri, nişasta bitkileri, maydanozgiller, üzümsü meyveler, yumuşak çekirdekli meyveler olarak belirlenmiştir. Sulama yapılmayan alanlardaki öneri uygun ürün grupları ise sırasıyla serin iklim tahılları, yağ bitkileri, serin mevsim baklagiller, lif bitkileri,

patlıcangiller, ebegümecigiller, sıcak mevsim baklagilleri, turunçgiller, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir.

Zon 2, 1796 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu alanın %36'sı sulanan ve geriye kalan %64 ise sulanmayan tarımsal alanları oluşturmaktadır. Zon 2 topoğrafik özellikleri bakımından incelendiğinde maksimum yüksekliğin 1014 m, minimum 4 m ve ortalama yükseklik 292 m olduğu görülmektedir. Bu zondaki eğimin (derece) maksimum 22, minimum 0.66 ve ortalama 8.92 olarak tespit edilmiştir. İklim faktörleri açısında değerlendirildiğinde maksimum yağışın 749 mm, minimum 537 mm ve ortalama 662 mm, sıcaklığın ise maksimum 19.58 ^oC, minimum 12.75 ^oC ve ortalama 17.67 ^oC olduğu görülmektedir. Zon 2 toprak derinliği bakımından incelendiğinde maksimum derinlik 110 cm, minimum 5 cm ve ortalama derinlik 28 cm olarak tespit edilmiştir.

Zon 2'deki sulama yapılan alanlar için öneri ürün grupları sırasıyla serin iklim tahılları, baklagil yem bitkiler, turunçgiller, bağcılık, sıcak mevsim baklagilleri, ebegümecigiller, yağ bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, serin mevsim baklagiller, patlıcangiller, maydanozgiller, yumuşak çekirdekli meyveler, lif bitkileri olarak tespit edilmiştir. Sulama yapılmayan alanlar için öneri ürün grupları ise sırasıyla serin iklim tahılları, subtropik meyveler, bağcılık, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, nişasta bitkileri, yağ bitkileri olarak tespit edilmiştir.

Zon 3, 699 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu alanın %10'u sulanan ve geriye kalan %90 ise sulanmayan tarımsal alanlardan oluşmaktadır. Zon 3'ün topoğrafik özellikleri incelendiğinde yüksekliğin maksimum 2175 m, minimum 233 m ve ortalama 1147 m olduğu tespit edilmişitir. Bu zonun eğimi(derece) maksimum 50, minumum 9 ve ortalama 19 olarak tespit edilmiştir. İklim faktörlerine bakıldığında ise yağışın maksimum 743 mm, minimum 391 mm ve ortalama 560 mm, sıcaklığın ise maksimum 18 ^oC, minimum 4.77 ^oC ve ortalama 11.83 ^oC olduğu görülmektedir. Zon 3 toprak derinliği incelendiğinde derinliğin maksimum 150cm, minimum 5cm ve ortalama 14cm olduğu ortaya koyulmuştur.

Zon 3'deki sulama yapılan alanlar için öneri ürün grupları sırasıyla baklagil yem bitkiler, subtropik meyveler, sert çekirdekli meyveler, sert kabuklu meyveler, turunçgiller, yağ bitkileri, kabakgiller, serin mevsim baklagiller, soğangiller, nişasta bitkileri, sıcak mevsim baklagilleri, ebegümecigiller, patlıcangiller, sıcak iklim tahılları, üzümsü meyveler, yumuşak çekirdekli meyveler olarak tespit edilmiştir. Sulama yapılmayan alanlar için öneri ürün grupları ise sırasıyla subtropik meyveler, serin iklim tahılları olarak tespit edilmiştir.

Zon 4, 1102 km2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu alanın %84'ünü sulanan ve geriye kalan %16'sını ise sulanmayan tarımsal alanlar oluşturmaktadır. Zon 4'ün topoğrafik özellikleri incelendiğinde yüksekliğin maksimum 1967 m, minimum 822 m ve ortalama 1483 m olarak tespit edilmiştir. Bu zonun eğimi(derece) maksimum 25, minimum 2 ve ortalama 6'dır. İklim faktörleri açısından bakıldığında ise yağışın maksimum 610 mm, minimum 379 mm ve ortalama 491 mm, sıcaklığın ise maksimum 14^{o}C, minimum 6.25^{o}C ve ortalama 9.15^{o}C olduğu tespit edilmiştir. Zon 4'ün toprak derinliği maksimum 150cm, minimum 58cm ve ortalama 104cm'dir.

Zon 4'deki sulama yapılan alanlar için öneri ürün grupları sırasıyla baklagil yem bitkiler, kabakgiller, serin mevsim baklagiller, soğangiller, sıcak mevsim baklagilleri, yağ bitkileri, maydanozgiller, sert çekirdekli meyveler, yumuşak çekirdekli meyveler, patlıcangiller, serin iklim tahılları, sert kabuklu meyveler olarak tespit edilmiştir. Sulama yapılmayan alanlar için öneri ürün grupları ise sırasıyla maydanozgiller, baklagil yem bitkiler, kabakgiller, serin mevsim baklagiller olarak tespit edilmiştir.

Zon 5, 3997 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu alanın %37'si sulanan ve geriye kalan %63 ise sulanmayan tarımsal alanlarından oluşmaktadır. Zon 5 topoğrafik özellikleri bakımından incelendiğinde yüksekliğin maksimum 2390 m, minimum 856 m ve ortalama 1562m olduğu görülmektedir. Bu zonun eğimi (derece) maksimum 20, minumum 1.33 ve ortalama 8 olarak tespit edilmiştir. İklim faktörleri tarafında bakıldığında ise yağışın maksimum 6108 mm, minimum 37

2mm ve ortalama 486 mm, sıcaklığın ise maksimum 13^{o}C, minimum 3 ^{o}C ve ortalama 8 ^{o}C olduğu tespit edilmiştir. Zon 5 toprak derinliği ise maksimum 72 cm, minimum 5 cm ve ortalama 22 cm'dir.

Zon 5'deki sulama yapılan alanlar için öneri ürün grupları sırasıyla baklagil yem bitkiler, kabakgiller, soğangiller, serin mevsim baklagiller, yağ bitkileri, sıcak mevsim baklagilleri, sert çekirdekli meyveler, maydanozgiller, yumuşak çekirdekli meyveler, patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, serin iklim tahılları, turpgillller olarak tespit edilmiştir. Sulama yapılmayan alanlar için öneri ürün grupları ise sırasıyla maydanozgiller, baklagil yem bitkiler, kabakgiller, serin mevsim baklagiller olarak tespit edilmiştir.

Arazi envanterinin araştırılması ve kullanım kabiliyetinin ortaya koyularak buna göre farklılıklarının belirlenmesi, sınıflandırılması, amaca yönelik olarak kullanım tipinin belirlenmesindeki önemli faktörlerdendir. Bu nedenle FAO (1976) arazi değerlendirmesini; alanın farklı amaçlar doğrultusunda kullanılması için fiziksel ve biyolojik özelliklerinin belirlenerek arazinin kullanım durumuna göre ortaya koyacağı performansının tespit edilmesi olarak tanımlamışlardır. Dent ve Young (1981) agro-ekolojik arazi degerlendirmeyi belirli amaçlar için sürdürülebilir toprak kullanımı ve yönetimini sağlayan, arazi performansının tahmini çalışması olarak tanımlamışlardır.

Güler (2003), uzaktan algılama verileri ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak Bafra ve Çarşamba Ovalarında bitki yetiştiriciliği açısından önemli agroekolojik zonları tespit edilmesi amacıyla alana ait landsat uydu görüntüleri, toprak verisi, topoğrafya ve iklim verilerinden yararlanmıştır. Her bir faktör kendi içinde alt katmanlardan oluşturulmuş ve ağırlıklandırılmıştır. Katmanların oluşturulması ve değerlendirilmesinde ağırlıklı faktör analiz yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada bitki yetiştiriciliği bakımından önemli olan karakterler tespit edilerek haritalara işlenmiştir. Her bir faktör için önem sırasına göre etki katsayısı verilerek tüm faktörler birleştirilmiş ve sonuç olarak Bafra ve Çarşamba ovaları için bitki yetiştiriciliği bakımından beş agroeokolojik zon elde edilmiş ve öneriler

getirilmiştir. Çalışma temel veriler ve ağırlıklı faktör analiz yönteminin kullanılması açısından yaptığımız çalışma ile benzerlik göstermektedir. Fakat alanın erozyon durumunun tespitinde erozyonu etkileyen tüm faktörlerin birarada değerlendirildiği bir erozyon tahmini yerine topoğrafik verilere göre erozyon tespiti yapılması çalışmada kullanılan yöntem farklılıklarından biridir. Bunların yanısıra bitki yetiştiriciliği uygunluk değerlendirmesi olarak genelleme yapılarak ürün detayına inilmemesi ve buna bağlı olarak da ürünlerin ekolojik isteklerinin sürece dahil edilmemiş olması ve bitkilerin yetiştirilmesindeki en önemli unsurlardan olan su faktörünün çalışma kapsamında gözönünde bulundurulmamış olması çalışmaları birbirinden ayırt eden unsurlardır. Seyhan Havzası genelinde yapılan agro ekolojik zonlama çalışmasında tüm bu faktörler çalışmaya dahil edilerek daha detaylı ve bütüncül bir yaklaşım ile agroekolojik zonlama yapılmış ve zonlara uygun tarımsal kullanım önerileri getirilmiştir. Seyhan Havza'sında çalışma kapsamında yapılan analizlerin tüm havza genelinden peyzaj birimleri ölçeğine kadar detayda bilgiye ulaşmamızı sağlaması açısından da bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Bu sayede ileride yapılacak her detay ölçeğindeki çalışmalara altlık olabilecek nitelikte bir çalışma olabilecek potansiyeline sahiptir.

Quiroz ve ark (1999), Güney Amerika kıtasında yer alan Andean Plato Bölgesi'nin yüksek bölgelerindeki Huenque Havzası'nda bir agro-ekolojik zonlama çalışması yapmışlardır. Çalışmada veri katmanı olarak; toprak haritaları, SYM, meteoroloji istasyonlardan alınan minimum, maksimum sıcaklıklar ve ortalama yağış değerleri ile biyokütle değerlerini kullanmışlardır. Veriler CBS ortamında birer katman olarak ele alınmış ve çakıştırılarak analiz edilmiştir. Sonuçta elde edilen katman sınıflandırılarak dört zon oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında toprak, sayısal yükseklik modeli, ve iklim verilerinin kullanılması çalışmaların ortak yönlerini oluşturmaktadır. Huenque Havzasında yapılan agroekolojik zonlamaya etki eden faktörlerden biri olarak biyokütle tahmini yapılması ve zonların oluşturulması sürecinde bir faktör olarak değerlendirilmesi çalışmayı yaptığımız çalışmadan ayrıt eden faktör olarak değerlendirilebilir.

Ölgen ve ark. (2009) CBS yardımıyla Orta Gediz Havzası'nda yerşekilleri, toprak, iklim gibi doğal koşullara bağlı olarak bitki yetiştiriciliği açısından tarımsal amaçlı ekolojik zonları belirledikleri çalışmalarında toprak, topografya, bitki örtüsü, iklim ve toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarını faktörler olarak belirlemişlerdir. Bu faktörlerin değerlendirilmesinde ağırlıklı puan analizi yöntemini kullanılmıştır. Bitki yetiştiriciliği açısından önemli olan özellikler tespit edilerek her birine önem derecesine göre etki katsayıları verilmiştir. Sonuç olarak agroekolojik zon haritası olusturulmustur. Daha sonra oluşturulan zonların bağ, hububat, meyve, sebze, pamuk, tütün, endüstri bitkileri, yem bitkileri, zeytin ürünleri açısından uygunluk durumu tespit edilmiştir. Çalışmada Seyhan Havzasında yaptığımız çalışmaya benzer olarak toprak faktöründe derinlik katmanı, erozyon katmanı, drenaj katmanı ve arazi kullanım kabiliyet sınıf katmanları üretilmis, ardından belirlenen uygun sınıflandırmalara tabi tutulmuştur. Fakat erozyon durumu toprak haritasından elde edilen erozyon uygunluk durumu kullanılmış alandaki erozyona etki edecek tüm faktörlerin değerlendirildiği bir erozyon tahmini ayrı olarak yapılmamıştır. Bitki modelinde bitkilerin gelişimi için önemli olan faktörler kullanılmamıştır. Bitki örtüsü verisi orman mescere haritalarından üretilmiş ve tarım alanları ve orman alanları olarak ikiye ayrılmıştır. Orta Gediz Havzası'nda yapılan çalışmada ürünlerin su ihtiyacı gözönünde bulundurulmamıştır. Yaptığımız çalışmayı bu çalışmadan ayrıt eden önemli unsurlardan biri de ürün su bütçesi tahmini yapılarak bitkilerin gelişimi için uygunluk durumunun değerlendirilerek sürece katılmasıdır.

Erdoğan (2008), Ceylanpınardaki tarım alanlarında agro-ekolojik kalite ve hassasiyetleri değerlendirdiği çalışmasında Akdeniz agro-ekolojik değerlendirme yöntemi (MicroLEIS) kullanılmıştır. Bu çalışmada MicroLEIS'in içerdigi agro-ekolojik kalite değerlendirme sisteminden yararlanılmıştır. Arazi yetenek sınıfları açısından işletme toprakları derecelendirilmiştir. Mısır, arpa, pamuk, buğday, tütün, ayçiçeği, soya ve patates tarımı için uygunluk değerlendirmesi ve verimlilik tahmini yapılmıştır. Çalışma sonuçları FAO değerlendirme kritelerine göre

değerlendirilmiştir. MicroLEIS yöntemi çalışmada kullandığımız Agrometshell modelinin Akdeniz bölgesi için özelleştirilmiş bir versiyonu olarak tanımlanabilir. Çalışma kapsamında kullanılan Kc değerleri FAO'nun veri tabanı ile uyumludur. MicroLEIS yöntemi sadece Akdeniz bölgesi içindeki alanlar için uygundur fakat Agrometshell modeli verilerin hazırlanması aşamasında gerekli düzenlemeler yapılarak her bölge için kullanılmabilmektedir. Örneğin yaptığımız çalışmada verilerin düzenlenmesi aşamasında aynı ürün gruplarının farklı iklim bölgelerindeki Kc değerleri ve ekim dönemi ürün döngüsü değerleri hesaplanarak programa girdi verisi olarak tanımlanmış ve böylelikle ürünlerin bu değerlerini daha doğru yansıtan bir veri tabanı hazırlanarak modele girdi verisi olarak tanıtılmıştır. Çalışmanın yaptığımız çalışmadan farklı yönü ise küçük ölçekli bir çalışma olmasına bağlı olarak araştırılan 10 ürün için verim tahmini yapılmasıdır.

Seyhan Havzasındaki tarımsal alanlar özelinde yapılan agroekolojik zonlama çalışması alanın fiziksel özelliklerini yanısıra alandaki mevcut erozyon riskini de ortaya koyan ve agroekoljik sürece dahil eden bir çalışma olması nedeniyle diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Alanda yapılan agroekolojik zonlar için ürün önerisi geliştirilmesi sürecinde ürünleri ekolojik isteklerinin değerlendirilerek ağırlıklandırma yöntemi ile sürece dahil edilmesi çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır. Çalışma alanının çok geniş olması ve farklı topoğrafik, edafik ve iklimsel özellikler göstermesi nedeniyle alanın erozyon tahmininde kullanılan RUSLE modeli tüm bu faktörleri bir arada değerlendirilmesini sağlayarak Seyhan havzası için başarılı sonuçlar vermiştir. Çalışmayı diğer çalışmalardan ayırt eden bir diğer unsur ise ürünlerin yetiştirilmesindeki önemli faktörlerden biri olan su ihtiyacını ortaya koyan su yeterlilik indeksidir. Toprağın su tutuma kapasitesi, potansiyel evapotranspirasyon, etkili yağış oranı, toplam yağış, ürün katsayısı, ürünlerin ekilişinden hasadına kadar olan süre gibi faktörleri bir arada analiz ederek alanın ürüne özel su uygunluk durumu tespit edilmiştir. Ve böylelikle su ihtiyacına etki eden tüm faktörler değerlendirilerek her bir ürün için tüm alan genelinde tahmin edilmiş ve

ürün uygunluğu tespit edilmiştir. Analizlerin havza genelinde yapılması yerine peyzaj birimleri oluşturularak yapılması ise her bir peyzaj birimi detayına kadar bilgi elde edilebilmesini sağlamakta ve böylelikle yapılacak çalışmalarda belirlenen amaca göre istenilen detayda bilgiye ulaşılması sağlanabilecek bir çalışma yapılmıştır. Tarım politikalarını yönlendirecek bir envanter çalışması olmasının yanısıra yapılması düşünülen benzer çalışmalara örnek bir çalışmadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak artan besin ihtiyacı günümüzde tüm dünyayı ilgilendiren konuların başında gelmektedir. Mevcut kaynakların optimal kullanılarak sürdürülebilirliğinin sağlanması sınırlı kaynakların devamlılığı açısından çok önemlidir. Önemli kaynakların başında ise tarım alanları gelmektedir. Tarım alanlarının yanlış kullanımı mevcut tarım alanlarının tahrip edilmesine neden olmaktadır.

Tarım alanlarının mevcut fiziksel yapısı göz önünde bulundurulmadan yapılan tarım faaliyetleri toprak yapısının bozulmasına neden olmasının yanısıra toprağın fiziksel olarak da kaybına neden olabilmektedir. Tarım alanlarındaki mevcut sorunların ve kaynakların kullanım önceliğinin belirlenmesi bu alanların sürdürülebiliğinin sağlanması adına önem taşımaktadır.

Tarım alanlarının kullanımındaki mevcut çarpık durum ve bunun çözümü için optimal kullanım dengesinin sağlanması gerekliliği bu çalışmanın motivasyon kaynağı olarak amaç ve hedeflerin şekillenmesini sağlamıştır. Tarım alanlarının sahip olduğu fiziki koşullara bağlı olarak uygun ürün tespitini amaçlayan bu çalışma ile ortaya konulan yüksek konumsal detayda ve etkinlikteki uygun ürün tespiti yaklaşımıyla küresel çabalara katkı sağlayacak nitelik taşımaktadır.

Türkiye'deki tarım faaliyeti yapılan alanlardaki sorunların başında tarıma uygun alanların amaç dışı kullanımı, tarım alanlarının fiziksel yapısına uygun olmayan ürün yetiştirilmesi, yanlış ve eksik tarımsal bilgiye dayalı ziraai uygulamalar gelmektedir. Tarım alanlarındaki önemli sorunlardan bir tanesi de erozyondur. Eğimli alanlarda yapılan yanlış ürün ekimi, su ve rüzgar erozyonuna açık alanlarda erozyonu engelleyeci tarımsal üretim yapılmaması toprakların geri dönüşü olmayacak şekilde kaybına neden olmaktadır. Kaynakların yanlış kullanımına bağlı olarak yeterli ürün elde edilememesi insanların yeni tarım alanı arayışına gitmesine neden olmaktadır. Yapılacak envanter çalışmalarının gerek

fiziksel ve gerekse ekolojik faktörlerin dahil edildiği tarımsal yönetim planlarına dahil edilmesiyle bu sorunları önüne geçilebileceği öngörülmektedir.

Uluslararası çalışmalara bakıldığı zaman tarım alanlarının ürün önceliğinin belirlenmesinde yaygın olarak agroekolojik zonlama yöntemi çözüm önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Agroekolojik zonlama yaparak alanın fiziksel yapısına uygun üretim deseni içinhomojen yapıdaki temel alanların belirlenmesi sağlanmıştır. Tarımsal üretim süreçleri üzerinde etkin olan fiziki faktörler bağlamında tanımlanan bu alanlar, doğru tarımsal kullanım planlamasını sağlamaktadır.

Bu çalışma ile geliştirilen yaklaşım, temel aldığı geleneksel agroekolojik zonlama yaklaşımının sunduğu tarım alanlarının doğru kullanım hedeflerine ulaşmıştır. Geleneksel yaklaşımdan farklı olarak sürece tarımsal ürün bazında su yeterliliği ve toprak erozyon modellemesi de dahil edilerek iklim değişimi ve toprak kaybı gibi kritik ekolojik süreçlerin de dahil edilmesini sağlamıştır. Bu çalışma ile geliştirilen yaklaşım, özellikle iklim değişimine bağlı olarak giderek artan şekilde yapısı değişen ekolojik süreçlerin dahil edilmesi ile daha güncel ve etkin tarım politikaları ve planlarının geliştirilmesine katkı gösterecektir.

Agroekolojik zonlama çalışmaları incelendiğinde tarımsal alanların agroekolojik zonlamasında alanın fiziksel özelliklerinin analizlere dahil edilmesiyle başarılı sonuçların çıktığı görülmüştür. Fakat genel olarak çalışmalarda fiziksel faktörlerin dahil edilerek ekolojik faktörlerin gözardı edilmesi çalışmaların bütüncül bakış açısından eksikliğini göstermektedir. Bu çalışmada Seyhan Havzası özelinde alanın hem fiziksel yapısı hem de ekolojik risk faktörleri birarada değerlendirilerek mevcut durumu daha iyi ortaya koyan bir çalışma yapılması amaçlanmıştır. Ekolojik risk faktörleri ve ürün özel toprak su bütçesinin çalışmaya dahil edilmesi bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

Çalışma alanı olarak seçilen Seyhan Havzası geniş ve çeşitli ürünlerin yetişmesine imkan sağlayan Türkiye'deki en önemli havzalardan biridir. Tüm

havza genelinde sıcaklık ve toprak yapısındaki çeşitliliğe bağlı olarak yetiştirilen ürünler de çeşitlilik göstermektedir.

Havzadaki tarım alanlarının büyük çoğunluğu çok eğimli arazilerde bulunmakta olup bu nedenle de erozyona açıktır. Seyhan Havzası'nda mevcut erozyon durumunun tespit edilerek planlama sürecinde dahil edilmesi tarım alanlarının korunması ve ürün verimliliği açısından büyük öneme sahiptir. Elde edilen sonuçların erozyona duyarlı alanlarda önlem odaklı olarak geliştirilmesi erozyonla mücadele çalışmalarına da katkı sağlayacaktır.

İklimsel özellikler her türlü tarımsal faaliyeti doğrudan etkileyen, kontrol edilmesi güç olduğu içinde önceden bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınması açısından da bir o kadar önemli olan faktörlerdir. İklimsel faktörler özellikle kompleks topografyaya sahip olan alanlarda çok kısa mesafelerde değişiklik göstermekte ve birçok harici faktörlerden (bitki örtüsü, su yüzeyi, yöney, yükseklik vb.) etkilenmektedir. Gerçekte bu kadar değişkenlik gösteren iklim değişkenlerinin çok sık dağıtılmış meteoroloji istasyon ağları ile gözlemlenmesi gerekmektedir. Genel olarak literatür incelemesi yapıldığında gelişmekte olan ülkelere göre gelişmiş ülkelerde bu istasyon ağlarının daha yoğun olarak oluşturulduğu ve iklim değerlerinin belirlenmesi için daha hassas davranıldığı sonucuna varılabilmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan bu farklılığın temelde ekonomik ve yaklaşım farklılığına bağlamak mümkündür (Güler ve Kara, 2007).

Seyhan Havzası genelinde iklim bilgisinin elde edilmesinde havza içinde ve çevresindeki mevcut meteoroloji istasyonlarının verilerinden faydalanılmıştır. İklim verileri intepolasyon yöntemi kullanılarak başarıyla üretilmiştir. Fakat bu çalışma kapsamında veri temin edilebilecek iklim gözlem istasyon sayısının daha fazla sayıda olmasının daha detaylı bir çalışma yapılmasına, böylelikle daha yüksek detayda ve etkinlikte çıktıların üretilmesine katkı göstereceği görülmüştür.

Çalışmada erozyon tahmin sürecinde NDVI verisi üretilmesinde LANDSAT uydu görüntüleri kullanılmış ve başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle yıl içinde tarım ürünlerinin gelişim döngülerine bağlı olarak

farklı örtülülük seviyeleri gösteren tarım alanlarının havzada geniş alanlar kaplaması nedeniyle bir vejetatif yılı temsilen beş farklı döneme ait LANDSAT verisi kullanılmıştır. Böylelikle özellikle erozyon modelinde bitki örtüsü etkisini ortay koyan C faktörünün hesaplanmasında girdi olan ve LANDSAT verilerinden üretilerek ortalaması alınan NDVI verisinin daha doğru kapalılık bilgisi vermesi ile yüksek doğrulukla erozyon tahmini yapılması sağlanmıştır.

Peyzaj birimlerinin oluşturulması ile benzer özellikte olan alanlar bir araya getirilmiş ve modelleme sürecinde bilgisayar işlem kapasitesinin daha verimli kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki mevcut erozyon durumunun tespitinde RUSLE yöntemi kullanılmıştır. CBS ortamında RUSLE eşitliği uygulanarak yılda hektar başına düşen tahmini erozyon miktarı ton cinsinden (ton/ha/yıl) tahmin edilmiştir. Erozyon şiddet grupları oluşturulmuş ve erozyonun olmadığı alanlar, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar olarak altı sınıfa ayrılmıştır. Erozyon tahmin sonuçları değerlendirildiğinde alt havzada erozyon miktarının düşük, orta ve yukarı kesimlerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Seyhan Havzası genelinde orta şiddette erozyon olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde orta ve yukarı kesimlerde erozyon kontrolüne yardımcı olacak ürünler önerilmesi gerekliliği ortaya konmuştur. Bu çalışma ile Seyhan Havası'ndaki tarımsal alanların erozyon durumu tespit edilerek yapılacak erozyon önleyici ve azaltıcı çalışmların geliştirilmesi için ışık tutucu olmuştur.

Son yıllarda bilim insanlarının en çok üzerinde durdurduğu konuların başında iklim değişikliği gelmektedir. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak artacağı öngörülen kuraklık tarım alanlarını tehdit etmektedir. Kaynakların tahribatı ve bunların sonuçları olarak artacağı öngörülen kıtlık gıda güvenliği konusunda önlem alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır. FAO tarımsal alanların korunması ve mevcut risk faktörlerinin tespit edilerek önlem alınması konusunda çalışmalar yapmaktadır. FAO-Türkiye Ortaklık Programı gıda güvenliği, tarımsal ve kırsal kalkınma, ormancılık ve balıkçılığı kapsayan doğal

kaynaklar yönetimi, tarım politikaları, gıda güvenilirliği konularında Türkiye ile birlikte ortaklaşa çalışmalar yürütmektedir. Tarımsal alanların agroekolojik uygunluk durumunun tespit edildiği çalışmalarda agrometshell modeli kullanan ve öneren FAO bu tür çalışmalara örnek olacak planlamalar yapmaktadır.

Bu bağlamda ürün su bütçesinin hesaplanmasında FAO'nun ürettiği agrometshell modeli kullanılmıştır. Agrometshell modeli bitkilerin gelişimlerini ve gelişimlerini etkileyen faktörlerin birarada değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu model bitkilerin fenolojik gelişiminin takibine imkân vermesinin yanısıra değişen iklimsel koşulların bitkilerin gelişimlerini nasıl etkileyeceği bilgisine ulaşılmasını da sağlaması bakımından avantaj sağlamaktadır. Böylelikle risk analizleri yapılarak bu risklere karşı önlem alınmasında yol gösterici olacak çalışmalar yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Agroekolojik zonlama yapılan alanda önerilecek ürünlerin ekolojik isteklerini dahil etmesi açısından su yeterlilik indeksi tahmini yaklaşımının önemli olduğu görülmektedir. Su yeterlilik indeksi hesaplanmasında kullanılan agrometshell modelinin birbirinden farklı veri türlerini aynı anda değerlendirilmesine imkan vermesi bu modelin avantajları arasında yer almaktadır. Fakat tüm bu avantajlarının rağmen model 8.000 veriden fazlasını bir defada analiz edilmesine imkan vermemesi nedeniyle geniş veya detaylı alanların analizinde çalışma süresinin uzamasına ve daha fazla sayıda girdi dosyası hazırlaması zorunluluğu nedeniyle zorluklar barındırmaktadır. Bu çalışma kapsamında çok sayıda girdi dosyası olması nedeniyle bahsedilen modelin eksikliklerini giderme adına çalışmaya yazılım boyutunun dahil edilmesi ile zaman kaybı ve veri yönetimi açısından avantaj sağlanmıştır.

Zon1, 2249 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu zon içindeki tarım alanları yüksekliğin düşük ve eğimin az olduğu alanlardır. Toprak yapısı bakımından incelendiğinde alüviyal toprak yapılı büyük alanların bulunduğu ve derinliğinin yüksek olduğu görülmektedir. Toprak derinliğinin yüksek olmasına karşın eğimin düşük ve yüksekliğin az olması bu alanlardaki mevcut erozyonun

çok düşük seviyelerde olmasına neden olmaktadır. Bu zonun ortalama yağış miktarının 707 mm ve ortalama sıcaklığının 19^{o}C olması ürün çeşitliliğini destekleyecek bir iklim yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Zon 1 içindeki tarımsal alanların %64'ü sulanan ve geriye kalan %36 ise sulanmayan alanlardan oluşmaktadır. Sahip olduğu fiziksel özellikler ve iklim bakımından havzanın diğer alanlarına göre daha yüksek ürün çeşitliliğini destekleyecek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Sulanan alanlarda toplam 18 ürün grubu, sulanmayan alanlarda ise 9 ürün grubu potansiyel ürün grupları olarak tespit edilmiştir. Havza geneline kıyasla toprak yapısı, yükseklik, eğim, sıcaklık ve yağış gibi özelliklerine bağlı olarak tarımsal üretim açısından yüksek değere sahip alanlar olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlardaki öncelikli öneri ürün gruplarının başlıcaları serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, turunçgiller, ebegümecigiller, lif bitkilerinden oluşmaktadır.

Zon 2, 1796 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu zon düz alanlardan yamaç olan alanlara doğru geçiş bölgesidir. Zon 1'deki alanlara kıyasla daha yüksek ve eğimin daha fazla olduğu tarımsal alanlaradır. Bu engebelilikten dolayı sulanan alanların oranı düşüktür. Bu alanın %36'sı sulanan ve geriye kalan %64 ise sulanmayan tarımsal alanladan oluşmaktadır. Buna bağlı olarak ürün çeşitliliği açısından su varlığının sınırlayıcı bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu alanlar toprak derinliğinin düşük olması nedeniyle derin kök yapısına sahip ürün grupları için uygun değildir. İklim elemanları açısından değerlendirildiğinde yağış miktarının ortalama 662 mm ve ortalama sıcaklık değerinin 17 ^{o}C olduğu görülmektedir. Optimal yağış ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak bu alanlardaki ürün çeşitliliğinin sulama olması koşulu ile yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sulanan alanlarda toplam 14 ürün grubu, sulanmayan alanlarda ise 7 ürün grubu potansiyel ürün grupları olarak tespit edilmiştir. Bu alanlardaki öncelikli öneri ürün gruplarıserin iklim tahılları, baklagil yem bitkiler, turunçgiller, bağcılık, sıcak mevsim baklagilleri olarak tespit edilmişlerdir.

Zon 3, 699 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Havzanın orta kısmında yer alan ve yüksekliği fazla olan tarımsal alanlardan oluşmaktadır. Özellikle akarsu yataklarının çevresindeki düşük toprak derinliğine sahip alanlardır. Eğimin çok olması ve toprak derinliğinin az olması nedeniyle erozyona hassas alanlardır. Bu zon için erozyon ürün çeşitliliği açısından sınırlayıcı faktördür. Zon 3'te öncelikli ürün grupları olarak erozyon önleyici ürünler tercih edilmiştir. Zon 3'ün %10'u sulanan ve geriye kalan %90 ise sulanmayan alanlardan oluşmaktadır. Bu zondaki tarımsal alanlarda sulama sıkıntısı olması nedeniyle sulama desteği olması koşulunda ürün çeşitliliğinin yüksek olacağı tespit edilmiştir. İklim elemanları açısından değerlendirildiğinde yağış miktarının ortalama 560 mm ve ortalama sıcaklık değerinin 11 ^oC olduğu görülmektedir. Bu zondaki tarımsal alanlar iklimsel açıdan düşük sıcaklık ihtiyacına sahip olan ürünlerin yetiştirilmesi için uygundur. Sulanan alanlarda toplam 17 ürün grubu, sulanmayan alanlarda ise 2 ürün grubu potansiyel ürün grupları olarak tespit edilmiştir. Bu alanlardaki öncelikli öneri ürün gruplarının başlıcaları baklagil yem bitkiler, subtropik meyveler, sert çekirdekli meyveler, sert kabuklu meyveler olarak tespit edilmiştir.

Zon 4, 1102 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Bu zondaki tarım alanları havzanın üst kısmında yer alan yüksek ve düşük eğime sahip bölgelerdir. Diğer zonlara kıyasla sulama oranının en yüksek olduğu zondur. %84'ü sulanan ve geriye kalan %16 ise sulanmayan tarımsal alanlardan oluşmaktadır. Zon 4 için sulama varlığı ürün çeşitliliğini destekleyen önemli bir unsur olarak tespit edilmiştir. Toprak derinliğinin yüksek olması ve düşük eğime sahip olması nedeniyle mevcut erozyon riski düşüktür. İklim elemanları açısından değerlendirildiğinde yağış miktarının ortalama 491 mm ve ortalama sıcaklık değerinin 9 ^oC olduğu görülmektedir. Yağış oranı düşük olmasına rağmen sulama varlığı bu durumu tolere edeceği öngörülmektedir. Sulanan alanlarda toplam 12 ürün grubu, sulanmayan alanlarda ise 4 ürün grubu potansiyel ürün grupları olarak tespit edilmiştir. Bu alanlardaki öncelikli öneri ürün gruplarının başlıcaları baklagil yem

bitkiler, kabakgiller, serin mevsim baklagiller, soğangiller, sıcak mevsim baklagilleri olarak tespit edilmiştir.

Zon 5, 3997 km^2 tarımsal alanı kapsamaktadır. Üst havzada yer alan en fazla yüksekliğe sahip alanlardır. Zon 5 orta eğime sahip ve toprak derinliği tüm havza içinde en düşük olan tarım alanlarını içermektedir. İklim elemanları açısından değerlendirildiğinde yağış miktarının ortalama 486 mm ile havadaki en az yağış alan alandır. Ortalama sıcaklık değerinin 8 ^oC olduğu ve minimum sıcaklık değerlerinin havza geneline göre çok düşüktür. Tarımsal üretim açısından değerlendirildiğinde soğuklama ihtiyacı olan ürünlerin yetiştirilmesi açısından uygun yerler olduğu tespit edilmiştir. Bu alandaki tarım alanlarının %37'sinde sulama yapılmakta, geriye kalan %63'ünde ise sulama yapılmamaktadır. Yağışın az olması ve sulama varlığının kısıtlı olması nedeniyle su ihtiyacı sınırlayıcı faktörlerden biri olarak tespit edilmiştir. Sulanan alanlarda toplam 13 ürün grubu, sulanmayan alanlarda ise 3 ürün grubu potansiyel ürün grupları olarak tespit edilmiştir. Bu alanlardaki öncelikli öneri ürün gruplarının başlıcaları baklagil yem bitkiler, kabakgiller, soğangiller, serin mevsim baklagiller, yağ bitkileri olarak tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında tahmin edilen agroekolojik uygunluk sonuçları ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarımsal üretim verileri karşılaştırıldığında sıcak iklim tahılları, sert kabuklu meyveler ve lif bitkileri ürün grupları için yüksek korelasyon katsayısı tespit edilmiş ve bu nedenle bu ürün grupları için öneri uygunluk durumu ile alandaki halihazırda tercih edilerek yetiştirilen ürünlerin yüksek oranda tutarlı olduğu tespit edilmiştir. En düşük korelasyon katsayısına sahip olan serin iklim tahılları, soğangiller, şeker bitkileri ürün grupları için ise öneri uygunluk durumu ile mevcut durumda alandaki yetiştirilen ürünler arasında ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ürün uygunluk tespiti yapılırken ekolojik faktörler ve çevresel risklerin sürece dahil edilmesi fakat mevcut durumdaki tarımsal faaliyetlerin ekonomi öncelikli olması ve ekolojik süreçlerin

gözardı edilerek yapılması aradaki bu farkın temel nedenlerinden biri olarak görülebilir.

Çalışmada uzaktan algılama ile geniş tarımsal alanlara sahip olan Seyhan Havzası için güncel ve hızlı veri elde edilmiştir. Bu veriler CBS ortamında analiz edilerek uygun formatlara getirilmiş ve modeller kapsamında kullanılmıştır. Uzaktan algılama ve CBS'nin sayıca fazla olan ve değişik kategorideki verilerin aynı anda değerlendirilmesine imkan vermesi sayesinde çok sayıda değişkenin etkili olduğu tarımsal alanların analizinde önemli bir araç olduğu ortaya koyulmuştur. Bu çalışma kapsamında çıktıların görselleştirilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde de CBS'den yararlanılmış ve böylelikle model sonuçlarının daha iyi ifade edilmesi sağlanmıştır.

5403 sayılı toprak koruma ve arazi kullanımı kanunu arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak sınıflandırılması, tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazilerin asgari büyüklüklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, arazi kullanım planlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesi, korumayı sağlayacak yöntemlerin oluşturulması ile görev, yetki ve sorumluluklara ilişkin usul ve esasları kapsar. Yasal olarak koruma altına alınan tarımsal alanların, alanın mevcut potansiyelini ve çevresel risk durumunu gözönünde bulunduran çalışmaların fiziki planlara dahil edilerek bu yasal süreci destekleyen uygulamaları geçilmesi gerekmektedir. Seyhan Havzası'ndaki tarım alanlarının potansiyel uygunluk düzeyi ve hangi ürün grubu için uygun olduğu tespit edilerek yasal süreci destekleyici nitelik bir çalışma yapılmıştır.

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi üye devletleri ülke arazilerini kaplayan peyzajların karakterize edilip tanımlanmasını ve izlenmesini teşvik etmektedir. Avrupa peyzajlarının yapısını belirlemek ve izlemek amacıyla üye ülkeler kendi peyzajlarını tanımlaması, peyzaj karakterini belirlemesi, peyzajın değişim ve dönüşümünü izlemesi ilkeleri vurgulanmaktadır (Van Eetvelde ve Antrop, 2007).

Her peyzaj tipi kendi içinde bir dinamik yapı barındırmanın yanısıra diğer peyzajlarla etkileşim içindedir. Tarımsal peyzajlar diğer peyzajlardan farklı olarak sahip olduğu ekonomik faaliyetlerin neden olduğu baskılar nedeniyle daha hassas yapıya sahiptir. Yoğun tarımsal faaliyetlerin yapıldığı tarım alanlarının kaybı geri dönüşü olmayan süreçlere yol açmaktadır. İnsanlığın devamı için gıda güvenliği, toprak ve bitki sağlığı konularının bir arada değerlendirildiği ender peyzaj karekterine sahip bu tarımsal peyzajlar peyzaj mimarlığı disiplininin çalıştığı öncelikli konuları başında gelmektedir. Peyzaj planlarına altlık olacak agroekolojik zonlama çalışmalarının fiziki planlara dahil edilmesi ile tarımsal peyzajların optimal kullanımı sağlanacaktır. Bu çalışma tarımsal peyzajların korunması ve tarımsal peyzaj envateri çıkarılması konusunda yapılacak çalışmalara örnek bir çalışma olarak katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Adana İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü, 2014. Turunçgil Yetiştiriciliği, Hastalık ve Zararlıları, Adana.

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

Akgül, M., Başayiğit, L., 2005. Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik Arazisinin Detaylı Toprak Etüdü Ve Haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 1-10.

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.

Allen, R.G., Smith M., Pereira, L.S., Raes, D., Wright J.L., 2000. Revised FAO Procedures for Calculating Evapotranspiration. Irrigation and Drainage Paper No. 56.

Alparslan, E., Dıvan, N.J., 2002. Uzaktan Algılama ve Cografı Bilgi Sistemlerinin Tarım Uygulamaları. 2. Cografi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri/Fatih Üniversitesi

Angima, S.D., Stott, D.E., O'Neill, M.K., Ong, C.K., Weesies, G.A., 2003. Soil Erosion Prediction Using RUSLE For Central Kenyan Highland Conditions. Agriculture, Ecosystems and Environment 97(1-3): 295-308.

Anonim, 2004. AgroMetShell Toolbox CDROM. FAO-SDRN Working Paper Series. Rome, Italy: FAO – 124.

Anonim, 2008. Bir Doğa Manifestosu: Jeoloji Haritaları. Http://www.Yerbilimleri.Com/2008/10/31/Bir-Doga-Manifestosu-Jeoloji-Haritalari/

Anonim, 2017. Seyhan Havzası Sektörel Su Tahsis Planı Hazırlanması Projesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Havza Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Anonim, 2018. Bahçe Bitkilerinin Ekolojik İstekleri. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri Ders Notu.

Arnoldus, H.M.L., 1977. Methodology Used To Determine The Maximum Potential Average Annual Soil Loss Due To Sheet And Rill Erosion in Morocco. FAO Soils Bulletin, 34, 39–51.

Assuncao, R.M., Neves, M.C., Camara, G., Da Costa Freitas, C., 2006. Efficient Regionalisation Techniques for Socio-economic Geographical Units using Minimum Spanning Trees. International Journal of Geographical Information Science 20 (7): 797–811.

Atalay, İ., 2011. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. Meta Basım Yayın Hizmetleri, İzmir.

Başayiğit, L., 2004. CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanması: Isparta Örneği. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (4): 366-374.

Bernardi M., Gommes R., 1978. Coordinating Role of the Food and Agriculture Organization in Developing Tools and Methods to Support Food-Security Activities in National Agrometeorological Services. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.

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

Bonilla, C.A., Reyes, J.L., Magri, A., 2010. Water Erosion Prediction Using The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS Framework, Central Chile. Chilean Journal of Agricultural Research 70(1): 159-169.

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.

Budak, Y., 2010. Ceviz Yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını, Samsun.

Burman, R.D., Nixon, P.R., Wright, J.L., Pruitt, W.O., 1980. Water requirements, in: Jensen, M.E. (Ed.), Design of Farm Irrigation Systems, ASAE Mono., Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, pp. 189-232.

Burman, R.D., Wright, J.L., Nixon, P.R., Hill, R.W., 1980. Irrigation Management-Water Requirements And Water Balance, in: Irrigation, Challenges of the 80's, Proc. Of the Second National Irrigation Symposium, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, pp. 141-153.

CGIARa, 2017. Global Aridity and PET Database, Consultative Group On International Agricultural Research Web Sitesi, http://www.cgiar-csi.org/data/global-aridity-and-pet-database#download

CGIARb, 2017. Global High-Resolution Soil-Water Balance, Consultative Group on International Agricultural Research Web Sitesi, http://www.cgiar-csi.org/data/global-high-resolution-soil-water-balance#description.

Crespo, O., Hachigonta, S., Tadross, M., 2009. Sensitivity Of Southern African Maize Yields To The Definition Of Onset Under Conditions Of Climate Change. AgSAP Conference 2009, Egmond aan Zee, The Netherlands.

Çevre ve Orman Bakanlığı, 2014. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar

Çilek A., 2013. Konumsal Bilgi Sistemleri Yardımıyla Türkiye'nin Erozyon Modellemesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Dabral, P.P., Baithuri, N., Pandey, A., 2008. Soil Erosion Assessment in a Hilly Catchment of North Eastern India Using USLE, GIS and Remote Sensing. Water Resources Management 22(12): 1783–1798.

Dalgaard T., Hutchings N.J., Porter J. R., 2003. Agroecology, Scaling and İnterdisciplinarity. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 100, Issue 1, November 2003, Pages 39–51. Http://Dx.Doi.Org/10.1016/S0167-8809(03)00152-X

Disperati, L., Virdis, S.G.P., 2015. Assessment of Land-Use and Land-Cover Changes from 1965 to 2014 in Tam Giang-Cau Hai Lagoon, central Vietnam. Applied Geography, Volume 58, March 2015, Pages 48-64.

Doğan, O., Cebel, G., Küçükçakar, N., Akgül, S., 2000. Türkiye Büyük Toprak Grupları "K" Faktörleri, T.C Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Doorenbos J., Kassam A., 1979. Yield Response To Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO. Rome.

Doorenbos J., Pruitt W.O., 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrıgatıon And Draınage Paper. FAO Consultant Irrigation Engineer University Of California Davis, California, U.S.A.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1975. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage Paper no. 24, FAO-ONU, Rome, Italy. 168 pp.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 24. FAO. Rome.

Doygun, H., İlçim, A., Atmaca, M., Oğuz, H., 2013. The İmportance of Biotope Mapping from the Viewpoint of Protection of Urban Environment and Sustainable Urban Development: The Case of The City of Kahramanmaraş. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(1): 32-37.

Duc, G., Agrama, H., Bao, S., Berger, J., Borion, V., De Ron A.M., Gowda, C.L.L., Mikic, A., Millot, D., Singh, K.B., Tullu, A., Vandenberg, A., Vaz Patto, M.C., Warkentin, T.D., Zong, X., 2015. Breeding Annual Grain Legumes for Sustainable Agriculture: New Methods to Approach Complex Traits and Target New Cultivar Ideotypes. Critical Reviews in Plant Sciences. Http://Dx.Doi.Org/10.1080/07352689.2014.898469

Duque, J.C., Ramos, R., Surinach, J., 2007.Supervised Regionalization Methods: A Survey in International Regional Science Review 30: 195–220.

Durgun, Y.O., Gilliams, S., Tychon, B., Djaby, B., Duveiller, G., 2014. Improving Remote Sensing Derived Dry Matter Productivity by Adding Water Limitation Factor. Open Repository and Bibliography, Scientific Congresses And Symposiums. http://hdl.handle.net/2268/176266.

Elçi, Ş., 2005. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara.

Elvvell, H.A. 1985. An Assessment of Soil Erosion in Zimbabwe. Zimbabwe Sci. News 19:27-31.

Elwell, H.A., 1977. A Soil Loss Estimation System for Southern Africa. Research Bull. 22, Dept. Conservation and Extension, Causeway, Salisbury, Rhodesia.

Erdoğan, M.A., 2012. Büyük Menderes Havzası İçin Risk Analizi Yöntemi Geliştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora tezi. 192 s.

Erdoğan, M.A., Berberoğlu, S., Aksaker, N., 2014. Konumsal Bilgi Sistemleri Tabanlı Çukurova Tarımsal Karar Destek Sistemi. TÜBİTAK Projesi (113Y194) Sonuç Raporu, Adana.

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

Fernandez, C., Wu, J.Q., McCool, D.K., Stockle, C.O., 2003. Estimating Water Erosion and Sediment Yield with GIS, RUSLE, and SEDD. Journal of Soil Water Conservation, Vol. 58, pp. 128-136.

Fischer, G., van Velthuizen, HT., Nachtergaele FO., 2001. Global Agro-Ecological Zones Assessment: Methodology and Results. IIASA Interim Report. IIASA, Laxenburg, Austria: IR-00-064.

Foster, G.R., Johnson, C.B. and Moldenhauer, W.C., 1982. Hydraulic Failure of Unanchored Cornstalk and Wheat Straw Mulches for Erosion Control. Trans. ASAE 25:940-947.

Fournier, F., 1960. Climat et Erosion, Universitaries de France, Paris.

Frere, M., Popov, G., 1979. Agrometeorological Crop Monitoring and Forecasting, FAO Plant Production and Protection. Paper No. 17. Rome.

Gathara, S.T., Gringof, L.G., Mersha, E., Sinha Ray, K.C., Spasov, P., 2006. Impacts of Desertification and Drought and Other Extreme Meteorological Events. Commission for Agricultural Meteorology (CAgM) Reports No:101. WMO/TD No. 1343. 85 pp.

Gerçekçioğlu, R., Bilgener, Ş., Soylu, A., 2012. Genel Meyvecilik. Nobel Yayın ve Dağıtım, İzmir.

Gomes, R., 1998. Agrometeorological Crop Yield Forecasting Methods. International Statistical Institute, Voorburg, The Netherlands. Pp 133-141.

Gommes, R., 1993. FAOINDEX. Version 2.1. Agrometeorology Group FAO. Rome.

Güler, M., Kara, T., 2007. Alansal Dağılım Özelliği Gösteren İklim Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi ve Kullanım Alanları; Genel Bir Bakış. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.

Güneroğlu, N., 2013. Çay Alanlarının Peyzaj Karakterinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 221 s. Trabzon.

Güre, M., 2009. Avrupa Birliği CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi ve Çanakkale İli Uygulaması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çanakkale.

Harmon, J.E., Anderson, S.J., 2003. The Design and İmplementation of Geographic İnformation Systems. John Wiley

Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A., 2004. The WorldClim İnterpolated Global Terrestrial Climate Surfaces, Version 1.3. Link: http://biogeo.berkeley.edu/.

Hinde, A., Whiteway, T., Ruddick, R., Heap, A.D., 2007. Seascapes of the Australian Margin and adjacent sea floor: Keystroke Methodology. in Geoscience Australia, Record 2007/10, 58pp.

Howell, T.A., 1990. Relationships Between Crop Production and Transpiration, Evapotranspiration, and Irrigation. USDA-ARS Bushland, Texas.

Hudson, N.W., 1981. Soil Conservation. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY, ed. 2.

Hyeon, S.K., Julien, P.Y., 2006. Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed. Water Engineering Research 7 (1): 29-41.

Ivanauskaitė, J., Bukantıs, A., Stankūnavičius, G., 2012. The application of AgroMetShell model for the analysis and prediction of spring barley productivity in Lithuania. ISSN 1392-3196. Zemdirbyste=Agriculture, vol. 99, No. 2, p. 213-220 UDK. 633.16:631.4.52.

Jain, A.K., 2009. Data Clustering: 50 years beyond K-Means. Pattern Recognition Letters.

Jain, S.K., Kumar, S., Varghese, J., 2001. Estimation of Soil Erosion for a Himalayan Watershed Using GIS Technique. Water Resources Management 15(1): 41-54.

Jaroslav, M.H., Marcel, R.S., Grešáka, J.B., Geografickı, S.B., 1996. Modelling Spatial and Temporal Changes of Soil Water Erosion, Geograficki Casopis, 48:255-269.

Jasrotia, A.S., Singh, R., 2006. Modeling Runoff and Soil Erosion in a Catchment Area, Using the GIS, in the Himalayan Region, India. Environmental Geology 51(1): 29-37.

Jensen, M.E., 1968. Water Consumption By Agricultural Plants, in: Kozlowski, T.T. (Ed.), Water Deficits and Plant Growth, Vol. II. Academic Press, Inc., New York, NY, pp. 1-22.

Jensen, M.E., Bunnan, R.D., Allen, R.G., 1990. Evaporation and İrrigation Water Requirements, ASCE Manuals and Reports on Eng. Practices No. 70, Am. Soc. Civil Eng., New York, NY, 360 pp.

Kadıoğlu, M., 2012. Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye'nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi Hazırlık Faaliyetlerinin Desteklenmesi Projesi.

Kalambukattu, J.G. ve Kumar, S., 2017. Modelling Soil Erosion Risk in a Mountainous Watershed of Mid-Himalaya by İntegrating RUSLE Model with GIS. Agriculture and Soils Department, Indian Institute of Remote Sensing, Uttarakhand, India. Eurasian Journal of Soil Science, 6 (2) 92 – 105.

Kalambukattu, J.G., Kumar, S., 2017. Modelling soil erosion risk in a mountainous watershed of Mid-Himalaya by integrating RUSLE model with GIS. Eurasian Journal of Soil Science, 6 (2), 92 – 105.

Kanber, R., Koç, M., Aydın, M., Ünlü, M., Barutçular, C., Koç, L., Kapur, B., Tekin, S., 2007. Kurak Alanlarda İklim Değişliklerinin Tarımsal Üretime Etkisi. Küresel İklim Değişikliği Sürecinde Seyhan Ovası'nda Toprak Su İklim ve Bitki İlişkilerinin Simülasyonu. TÜBİTAK Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: TOVAG-JPN-06.

Kendall, H.W., Pimentel, D. 1994. Constraints On The Expansion Of The Global Food Supply. Ambio 23, 198-205.

Koç, E., M., Çaylak, O., Çaldağ, B., Özgür, E., Özkoca, Y., Şayian, L. ve Semizoğlu, E., 2011. Bitki Gelişimi Simülasyon Modellerinin Buğdayın Gelişimini Tahmin Performanslarının Karşılaştırılması. GAP 6. Tarım Kongresi- Şanlıurfa.

Koç, E.M., 2011. İklim Değişikliğinin Tarıma Olası Etkilerinin Wofost Bitki İklim Modeli İle Araştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Atmosfer Bilimleri Programı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Koç, N., Şahin, Ş., 1999. Kırsal Peyzaj Planlaması. Ankara: T.C. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, No: 1509.

Kumaraswamy, S., 2012. Sustainability Issues in Agro-Ecology: Socio-Ecological Perspective. Agricultural Sciences, 3.2 : 153-169.

Laar, H.H., Goudriaan, J., Keulen, H., 1997. Simulation of Crop Growth for Potential and Water-Limited Production Situations. Quantitative Approaches in Systems Analysis No. 14. Department of Theoretical Production Ecology Wageningen Agricultural University P.O. Box 430 6700 AK Wageningen.

Lal, R., 1976. Soil Erosion Problems on an Alisol in Western Nigeria and their Control. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

Lal, R., 1984. Productivity Assessment of Tropical Soils and The Effects of Erosion. in: Rijsberman, F. And Wolman, M. (eds.) Quantification of the Effect of Erosion on Soil Productivity in an International Context. Delft Hydraulics Laboratory, The Netherlands.

Lal, R., Stewart, B.A., 1990. Soil Degradation. Springer-Verlag, New York.

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 Reomote Sensing (Macres) (Htpp://Www.Gisdevelopment.Net/Application/Agriculture/Overview/İndex).

Lu, D., Li, G., Valladares, G. S., Batistella, M., 2004. Mapping Soil Erosion Risk in Rondônia, Brazilian Amazonia: Using RUSLE, Remote Sensing and GIS. Land Degradation & Development 15 (5): 499-512.

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

Millward, A.A., Mersey, J.E., 1999. Adapting the RUSLE to Model Soil Erosion Potential in Mountainous Tropical Watershed. Catena 38 (2): 109-129.

Mkhonta, M.M., 2000. Use of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) in the Assessment of Soil Erosion in the Gwayimane and Mahhuku Catchment Areas with Special Attention on Soil Erodibility KFactor. Msc Thesis, Int. Inst. For Geo-inform. Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands. 88 s.

Murphee, C.E. and K.C. McGregor. 1991. Runoff And Sediment Yield From A Llatland Water-Shed in Soybcans. Trans. ASAE 34: 407-411.

Myers, N., 1993. Gaia: An Atlas of Planet Management. Anchor and Doubleday, Garden City, NY.

Nieuwenhuis, G.J.A., Wit, A.J.W., Kraalingen, D.W.G., Diepen, C.A., Boogaard, H.L., 2006. Monitoring Crop Growth Condıtıons Using The Global Water Satisfaction Index And Remote Sensing. Centre for Geo-Information, Wageningcn University and Research Centre, P.O. Box 47, 6700 AA Wagcningen, The Netherlands. Gcrard.Nicuwenhuis@wur.nl.

Özçağıran R., Ünal A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2011. Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Kabuklu Meyveler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:566, İzmir.

Özçağıran R., Ünal A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2011. Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Çekirdekli Meyveler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:566, İzmir.

Özçağıran R., Ünal A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2011. Ilıman İklim Meyve Türleri. Yumuşak Çekirdekli Meyveler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:566, İzmir.

Özel, M.E., Yıldırım, H., Ağdağ, M.İ, Alparslan, E., Torun, M., Aydöner, C., Elitaş, S., Dağcı, M., Erkan, B., 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, İstanbul.

Pandey, A., Chowdary, V.M., Mai, B.C., 2007. Identification of Critical Erosion Prone Areas in the Small Agricultural Watershed Using USLE, GIS and remote sensing. Water Resources Management 21(4): 729- 746.

Pariyar, M.P., 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, İnstute Of Technology, Bangkok, Thailand.

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.

Patel, N.R., Sarkar, M., Kumar, S., 2011. Use of Earth Observation for Geospatial Crop Water Accounting of Rain-Fed Agro-Ecosystem in India. Indian Institute of Remote Sensing, ISRO, Dehradun – 248001. Email: nrpatel@iirs.gov.in.

Penman, H.L., 1948. Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. Proc. R. Soc. London A 193, 120-145.

Porter, J.R, 1990. Modeling the Efects of Climate Change on Cereal Produce Proceeding: of the International Workshop cn Primary Productivity pf European Agnculvare and the Greenhouse Effect. Wagenmpn. The Netherlands.

Power, A.G., 2010. Ecosystem Services and Agriculture: Tradeoffs and Synergies. The Royal Society B Biological Sciences, 365, 2959-2971.

Quiroz, R., Zorogastúa, P., Baigorria, G., Barreda, C., Valdivia, R., Cruz, M., Reinoso, J., 1999. Toward a Dynamic Definition of Agroecological Zones Using Modern Information Technology Tools. CIP Program Report 1999 – 2000, Natural Resource Management.

Renard, K.G., Foster, G.R., 1983. Soil Conservation: Principles of Erosion by Water. In H.E. Dregne and W.O. Willis, eds., Dryland Agriculture, pp. 155-176. Agronomy Monogr. 23, Am. SOC. Agron., Crop Sci. SOC. Am., and Soil Sci. SOC. Am., Madison, Wisconsin.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting Soil Erosion By Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook No. 703, Washington DC, USA. 384p.

Renard, K.G., Freidmund, J.R., 1994. Using Monthly Precipitation Data to Estimate the R-Factor in the Revised USLE. Journal of Hydrology, 157, 287–306.

Rojas, O., Rembold, F., Royer, A., Negre, T., 2005. Real-Time Agrometeorological Crop Yield Monitoring in Eastern Africa. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 25 (1), pp.63-77. Domaine :Sciences du Vivant [q-bio] / Sciences agricoles. Sciences du Vivant [q-bio] / Ecologie, Environnement.

Rojas, O., Rembold, F., Royer, T., 2005. Negre. Real-Time Agrometeorological Crop Yield Monitoring in Eastern Africa. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sci- ences/INRA, 25 (1), pp.63-77.

Rojas, O.E., Eldin, M., 1983. Agroecological Zoning For Sugarcane (Sacchorum Spp.) Cultivation İn Costa Rica. Turrialba, 33:2, 151-159.

Seo, S.N., Mendelsohn, R., Dinar, A., Hassan, R., Kurukulasuriya, P., 2009. A Ricardian Analysis Of The Distribution Of Climate Change Impacts On Agriculture Across Agro-Ecological Zones İn Africa. Environ Resource Econ, 43:313–332. DOI 10.1007/s10640-009-9270-z.

Squire, G.R., Unswortli, M.H., 1988. Effects of C'02 and Climatic Change on Agriculture. Contract report to the UK Department of the Environment, Department of Physiology and Environmental Science. University of Nottingham. Sutton Bonnington, UK., s. 31

Suri, M., Hofierka, J., 1994. Soil Water Erosion Identification Using Satellite and DTM Data. http://libraries.maine.edu/Spatial/gisweb/spatdb/egis /eg94106.html. (22.02.2007).

Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O. ve Bilgili, B.C., 2014. Bölge - Alt Bölge (İl) Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Ulusal Teknik Kılavuzu. Müşteri Kurumların T.C. İçişleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı olduğu, T.C. Ankara Üniversitesinin Yürütücü Kuruluş olduğu ve TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı 109G074 No'lu PEYZAJ-44 Projesi Çıktısı, 148 Sayfa, Ankara.

Şaylan, L., Çaldağ, B., 1999. Türkiye'de kullanılabilecek Tarımsal Meteorolojik Modellerin Analizi. ITÜ Araştırma Fonu Projesi Sonuç Raporu.

Şaylan, L., Çaldağ, B., 2000. Potential Impact Of Climate Change On Agriculture. 2nd International Symposium On New Technologies For Environmental Monitoring And Agro-Applications. AGROESTIRON- 2000. Tekirdag.

Şimşek, O., Çakmak, B., 2010. Su Bütçesi Yöntemiyle Buğday Üretimi Risk Analizi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tanmsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.

Şimşek, O., Çakmak, B., 2012. Future-Proof Scenarios and Risk Analysis for Wheat by Agrometshell Model. Ankara Universitesi. Faculty of Agriculture, Div. of Farm Structures and Irrigation, Ankara (Turkey).

Şimşek, O., Murat, A., Çakmak, B., 2008. 2006- 2007 Tarım Yılı Kuraklık Analizi. Kuraklık ve Su Yönetimi Toplantısı Bildiri Kitabı, 15-16 Mayıs 2008 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantısı. ÇOB DSİ Genel Müdürlüğü V.Bölge Müdürlüğü, s.199-213, Ankara.

TAGEM ve DSİ, 2009. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Tarantino, E., Spano, D., 2001. La Valutazione dei Fabbisogni İrrigui, Rivista di Irrigazione E Drenaggio. 48 (4), 21—35.

Troeh, F.R., Hobbs, J.A., Donahue, R.L., 1991. Soil and Water Conservation. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ.

Troeh, F.R., Thompson, L.M., 1993. Soils and Soil Fertility. Oxford Univ. Press, New York, ed. 5.

TÜBİTAK-MAM, ÇOB, 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Seyhan Havzası. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu-Marmara Araştırma Merkezi ve Çevre ve Orman Bakanlığı Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Nihai Raporu. Gebze, Kocaeli.

Ünal, E., Bayramin, İ., 2016. Primary Production Estimation of Çankırı Province's Rangelands Using Light Use Efficiency (LUE) Model with Satellite Data and AgrometShell Module. Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt 22, Sayı 4.

Van der Knijff, J.M., Jones, R.J.A., Montanarella, L., 2000. Soil erosion risk assessment in Europe, EUR 19044 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Van Doren, C.A., Stauffer, R.S., Kıdder, E.H., 1950. Effect of Contour Farming on Soil Loss and Runoff. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15:413-417.

Van Eetvelde, V., Antrop, M., 2007. Landscape Identication and Assessment, Examplae of Belgium. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin Uygulanması Yolunda Türkiye, Bildiri Kitabı. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yayın No: 2008/3. 17-20 Mayıs 2007, Ankara.

Van Leeuwen, W.J.D., Sammons, G., 2004. Vegetation dynamics and soil erosion modeling using remotely sensed data (MODIS) and GIS, Tenth Biennial USDA Forest Service Remote Sensing Applications Conference, 5–9 Nisan 2004, UT. US Department of Agriculture Forest Service Remote Sensing Applications Center, Salt Lake City.

Vural, H., Eşiyok D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir.

Wachal, D.J., Banks, K.E., 2007. Integration GIS and Erosion Modeling: a Tool for Watershed Management, ESRI 2007 International User Conference, Paper no: UC1038.

Wezel, A., Soldat, V., 2011. A Quantitative and Qualitative Historical Analysis of the Scientific Discipline of Agroecology. International Journal Of Agricultural Sustainability . Volume 7, 2009 - Issue 1.

Wheeler, T.R., Craufurd, P.Q., Ellis, R.H., Porter, J.R., Vara Prasad, P.V., 2000. Temperature Variability and The Yield of Annual Crops. Department of Agriculture, aThe University of Reading, Earley Gate, PO Box 236, Reading RG6 6A T, UK b Department of Agricultural Sciences, The Royal Agricultural and Veterinary University, Agrovej 10, 2630 Taasuup, Denmark.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Issue 537 of Agriculture Handbook. Washington DC, USA. p. 58.

World Resources Institute, 1992. World Resources 1992- 1993. Oxford Univ. Press, New York.

Yazdanpanah, H., 2001. Agroclimatic Zoning of Azabaijan Province for Rainfed Almond, Msc. Thesis, Tehran University, Iran (Http://Www.Gisdevelopment.Net/Application/Agriculture/Overview/İndex.Htm).

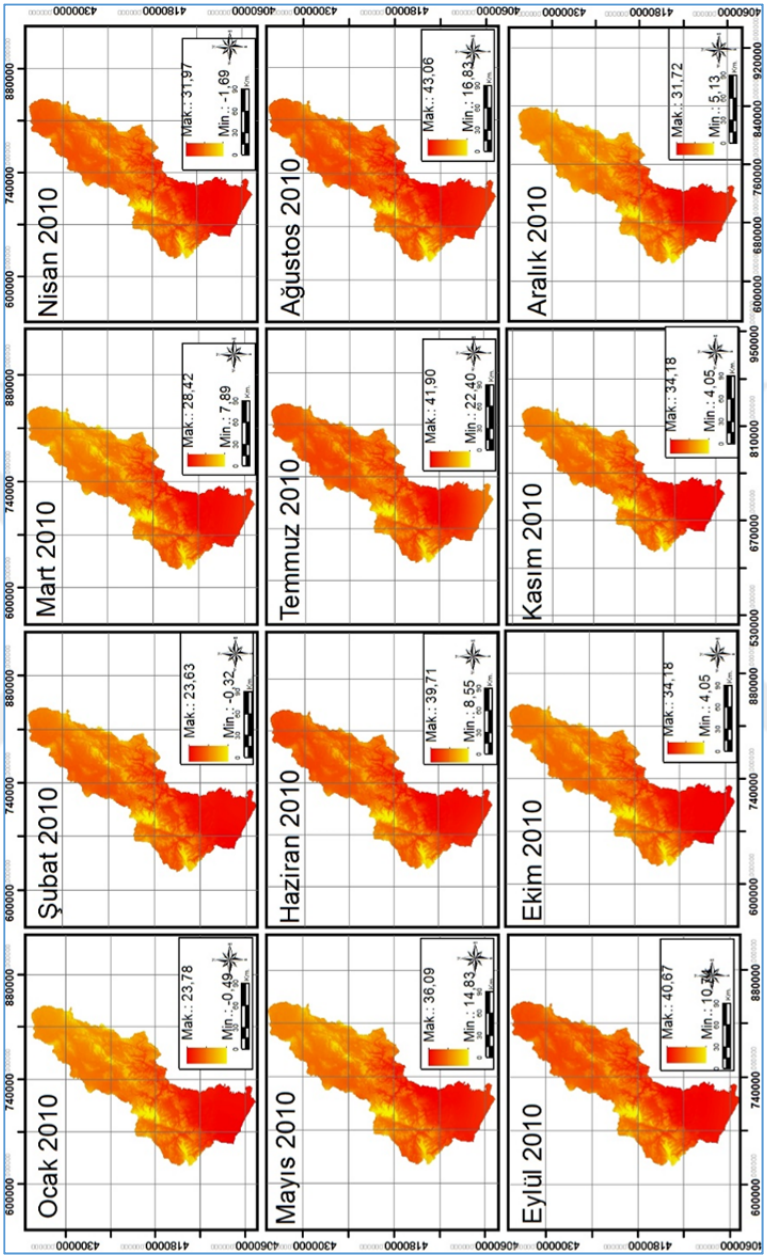
Yingjajaval, S., Sangkhasila, K., 1994. Land Suitability Assessment for Thailand: A Case Study, World Soil Resources Reports, No:75, 145-170.

ÖZGEÇMİŞ

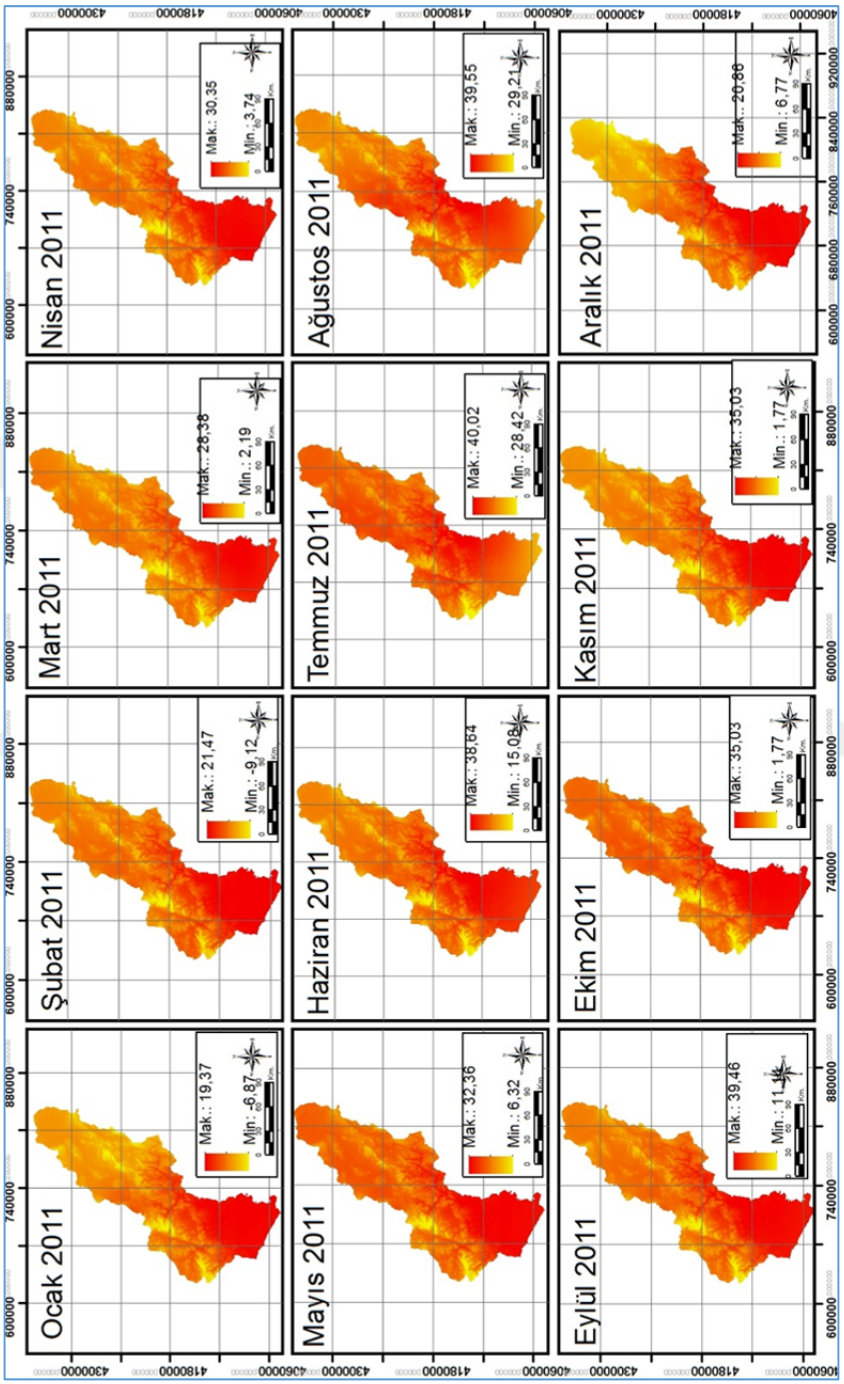
Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN, 21.02.1984 tarihinde Antakya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Antakya'da tamamladı. Lisans öğrenimine 2007 yılında Peyzaj Mimarlığı Bölümünde başladı ve bu bölümden 2011 yılında birincilik derecesi ile mezun oldu. 2011 yılında Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı ve 2013 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2013 yılında aynı anabilim dalında doktora öğrenimine başladı.

EKLER

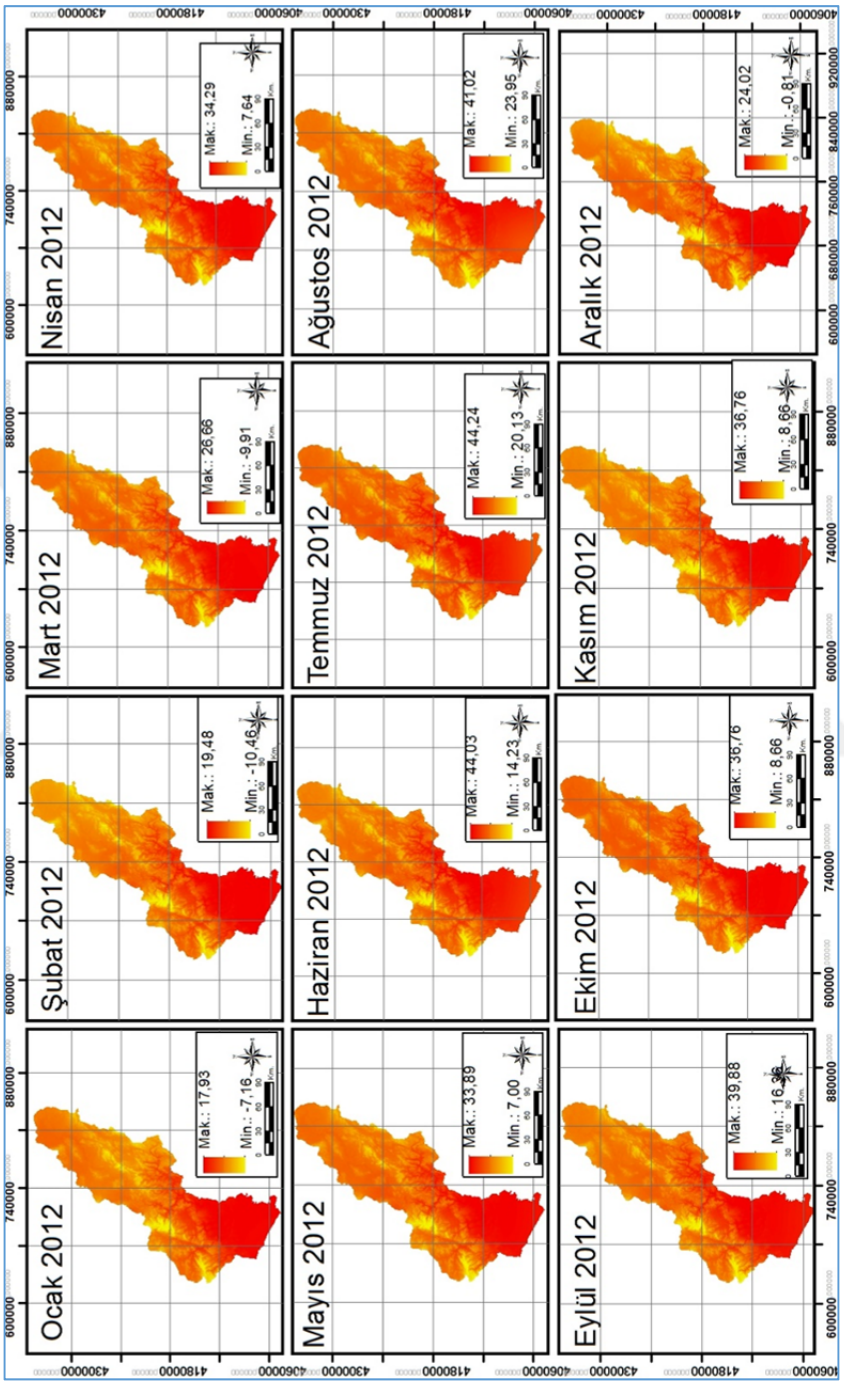
Ek 1. 2010 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



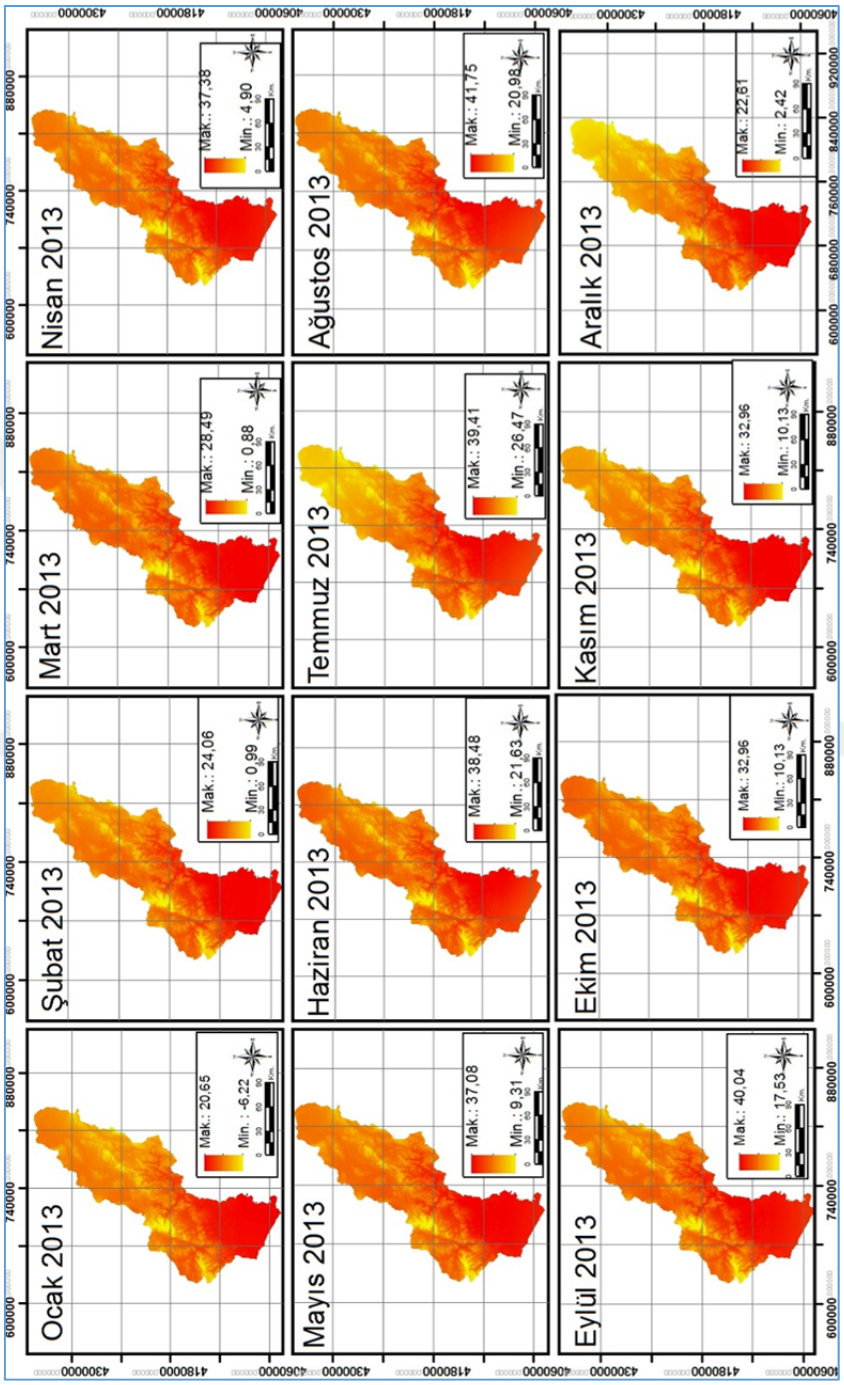
Ek 2. 2011 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



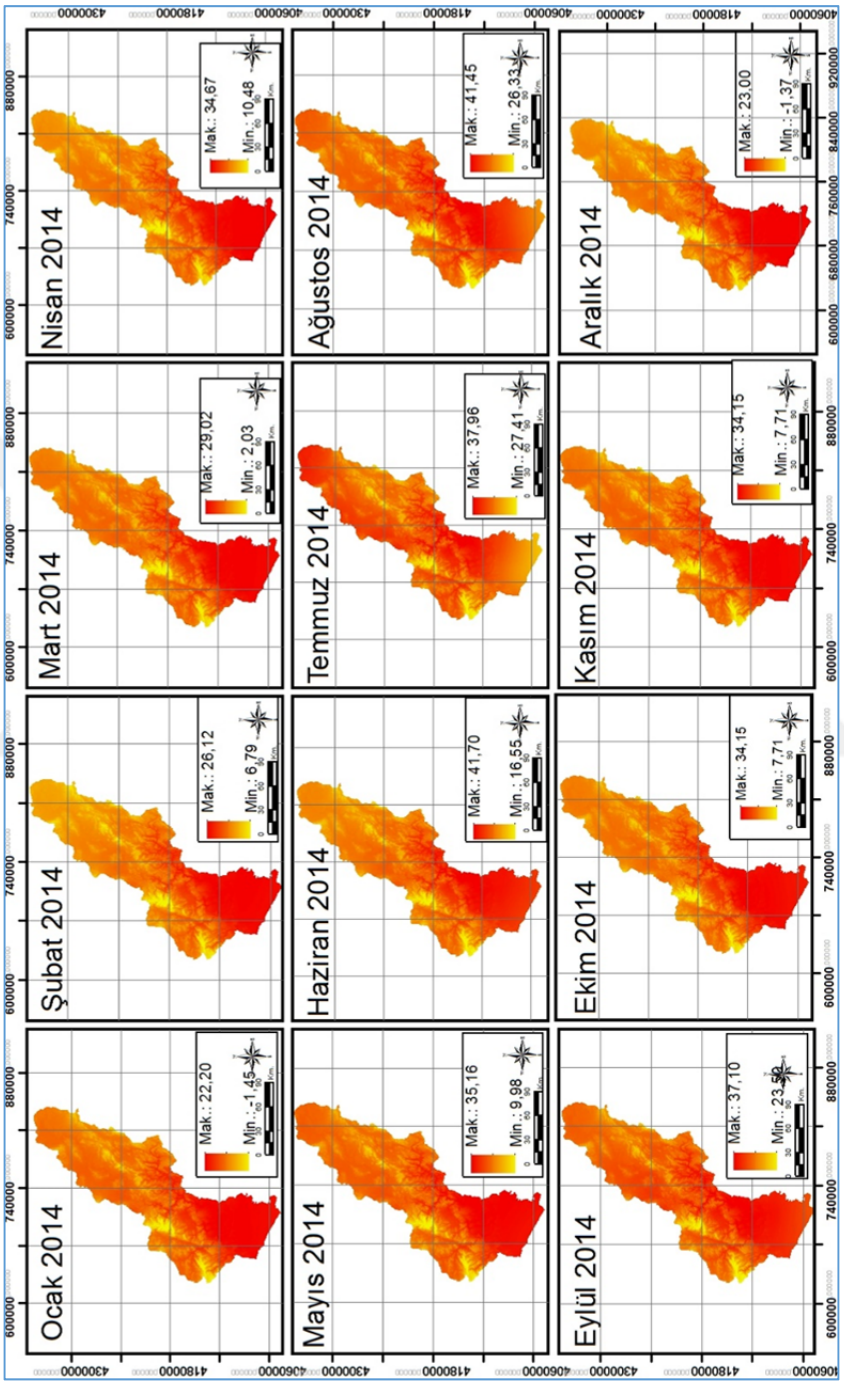
Ek 3. 2012 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



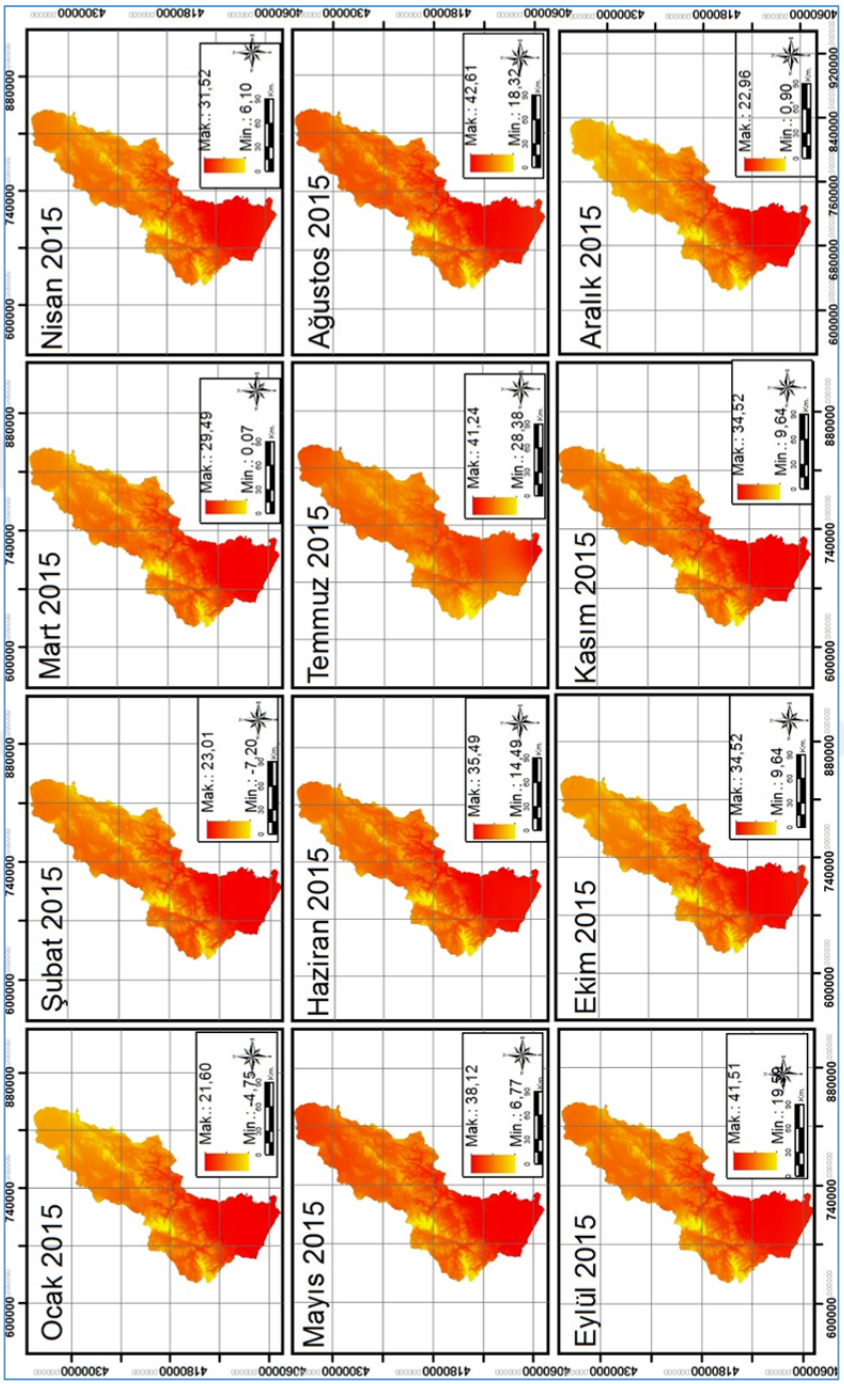
Ek 4. 2013 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



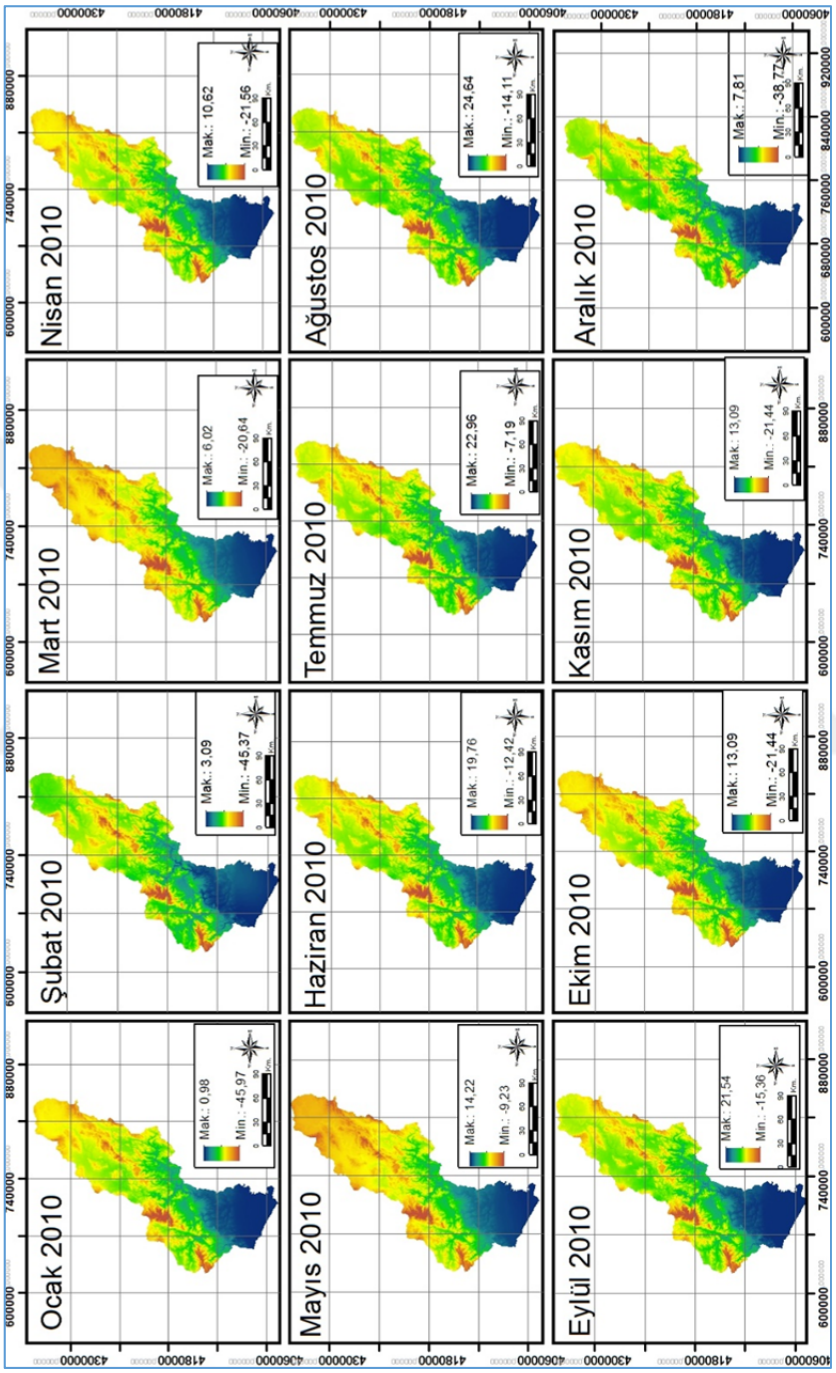
Ek 5. 2014 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



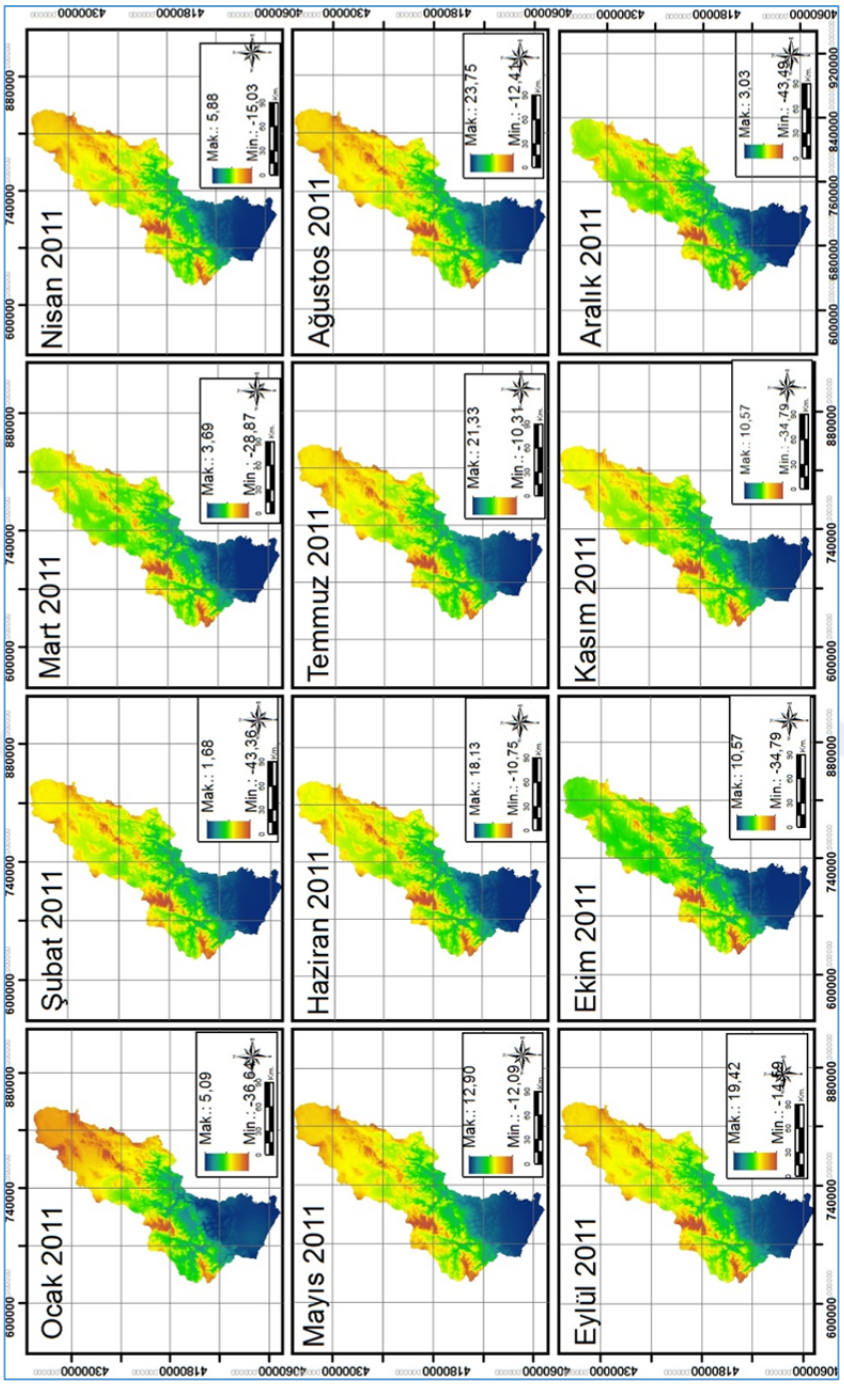
Ek 6. 2015 Yılı Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık



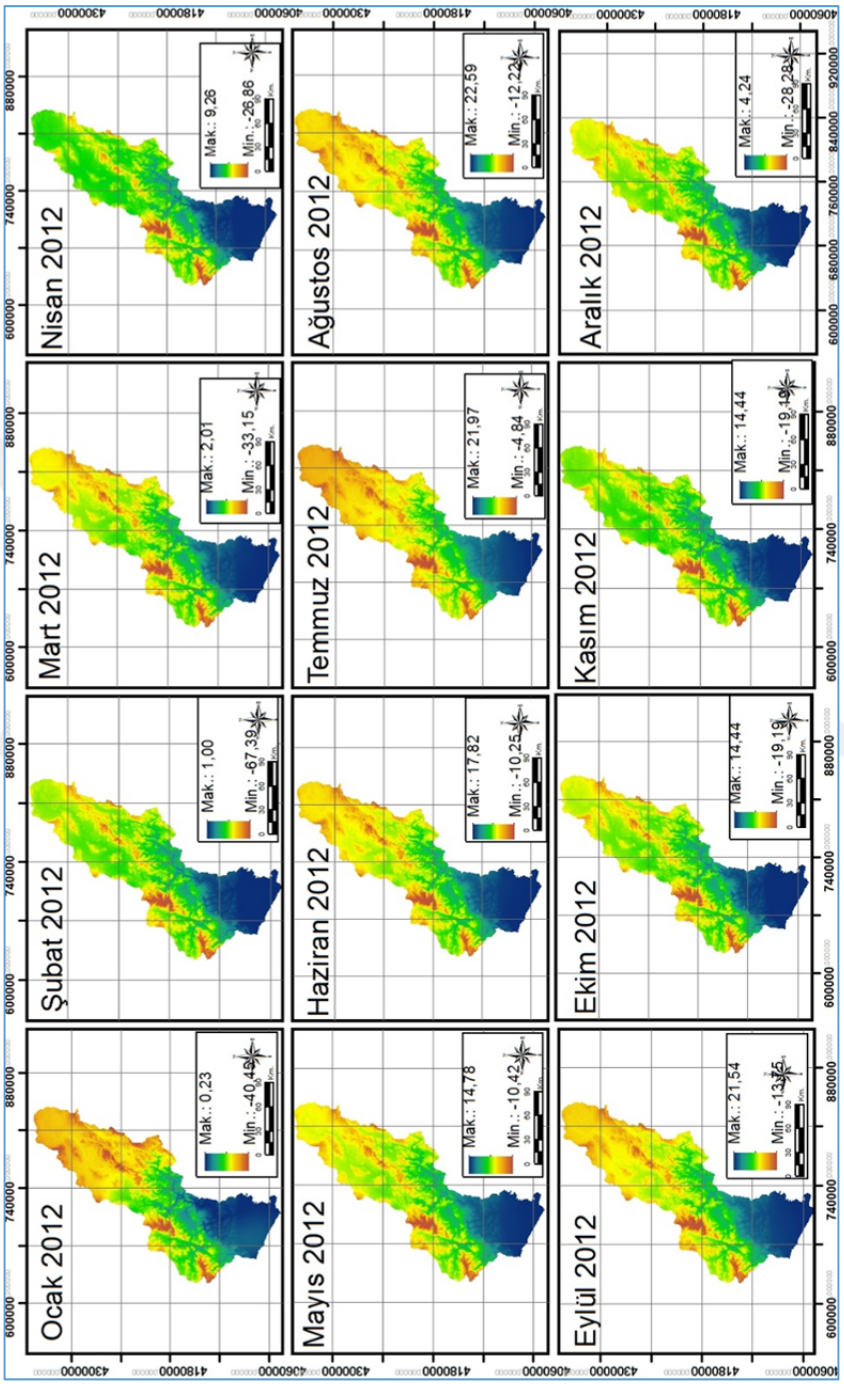
Ek 7. 2010 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



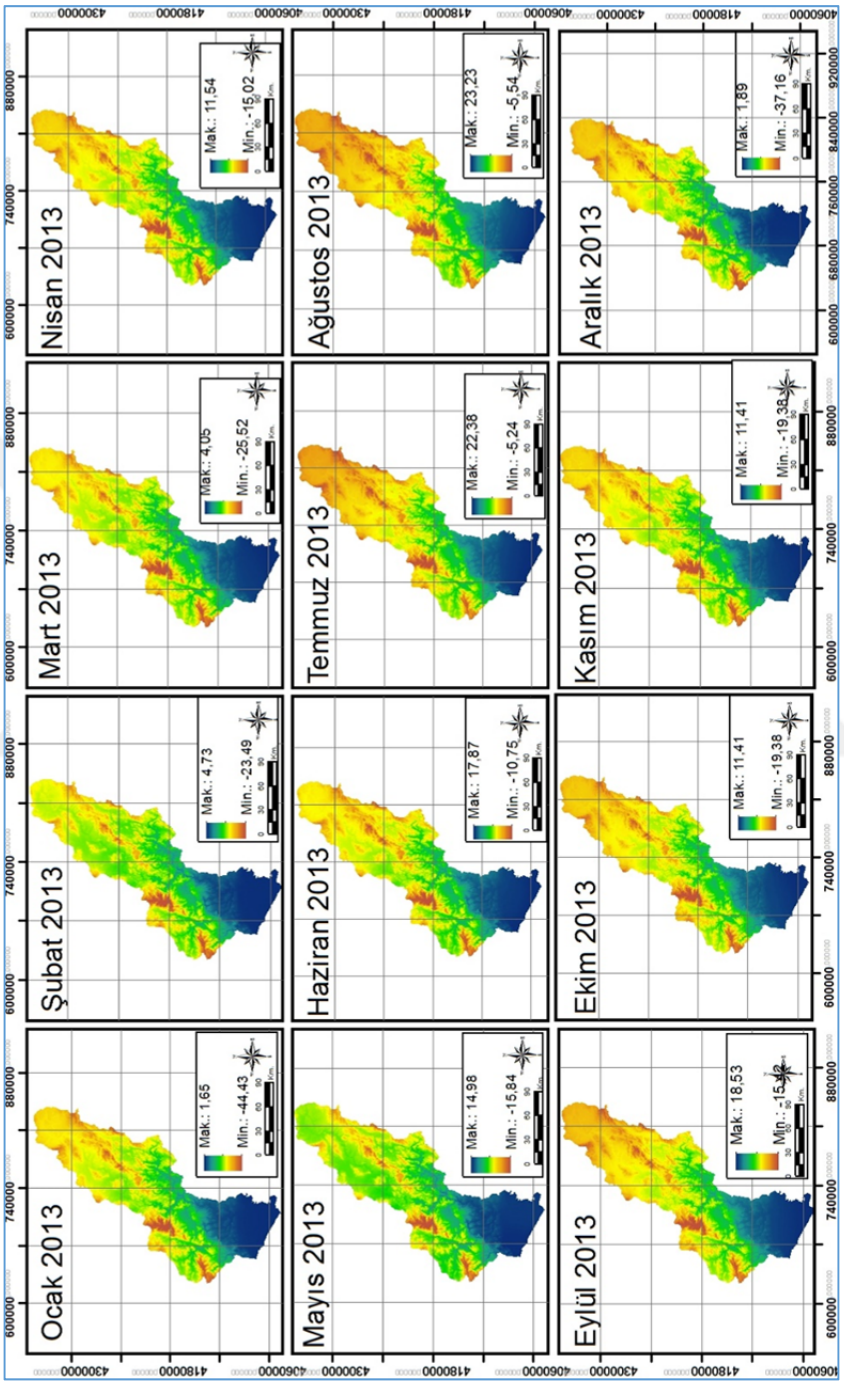
Ek 8. 2011 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



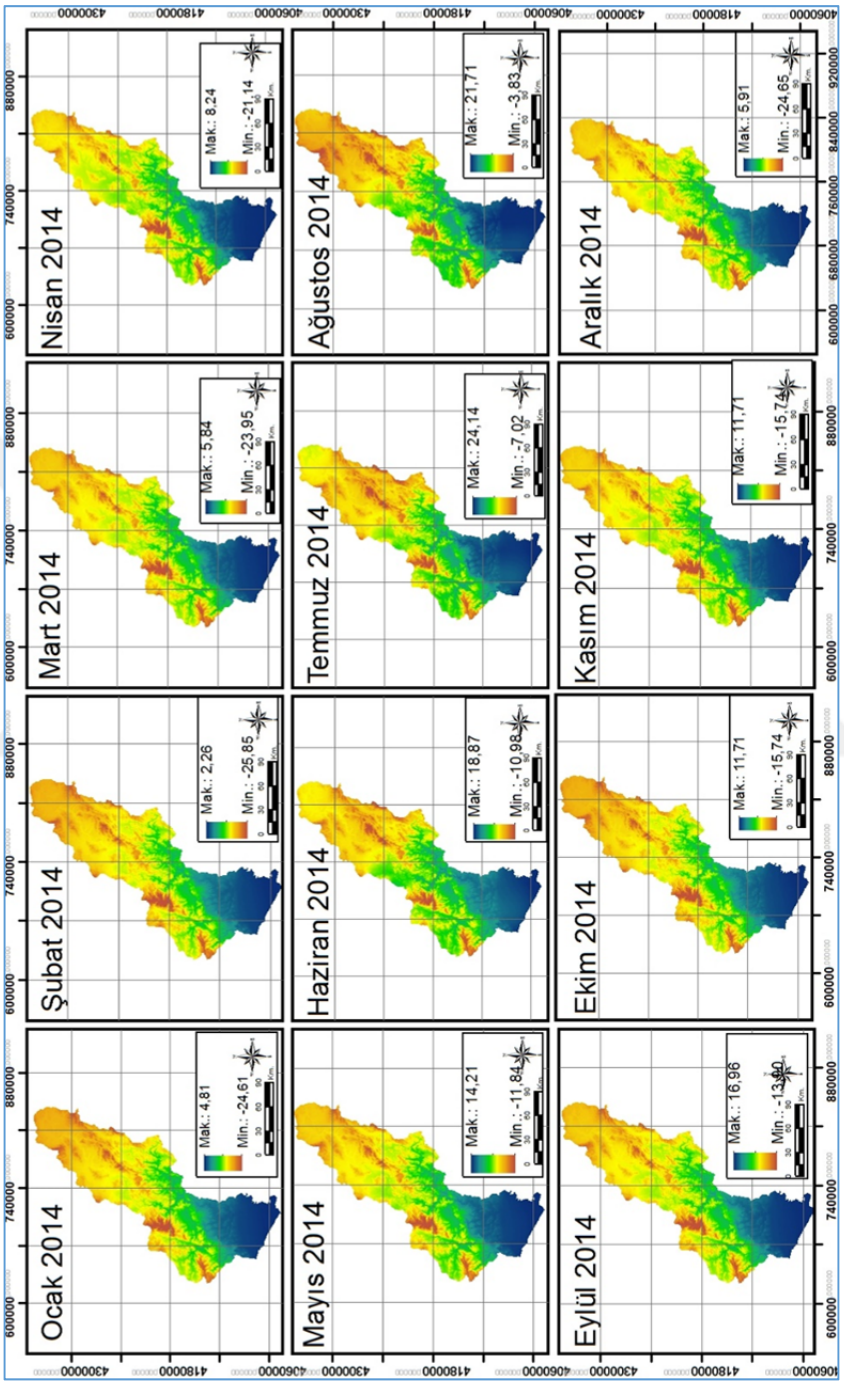
Ek 9. 2012 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



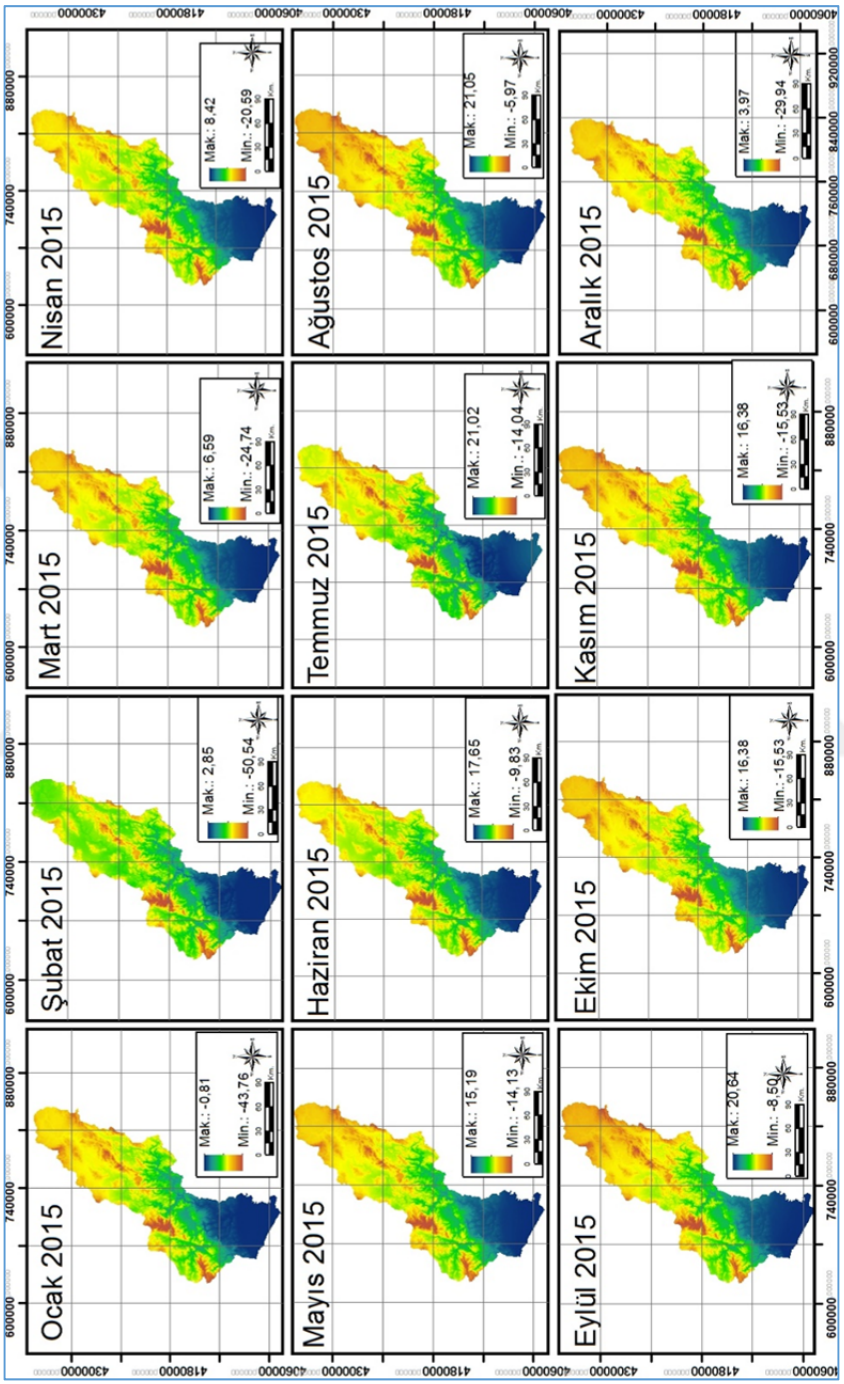
Ek 10. 2013 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



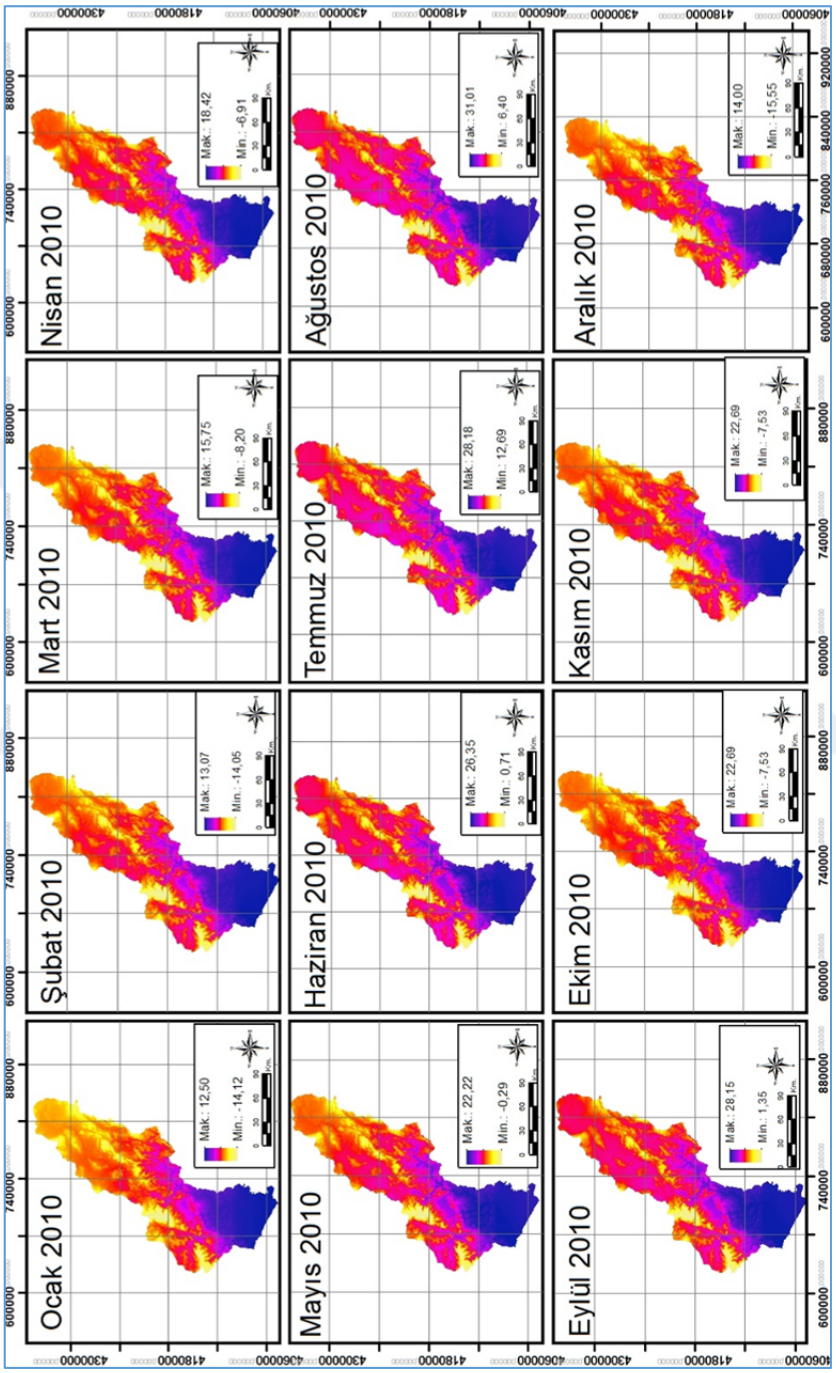
Ek 11. 2014 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



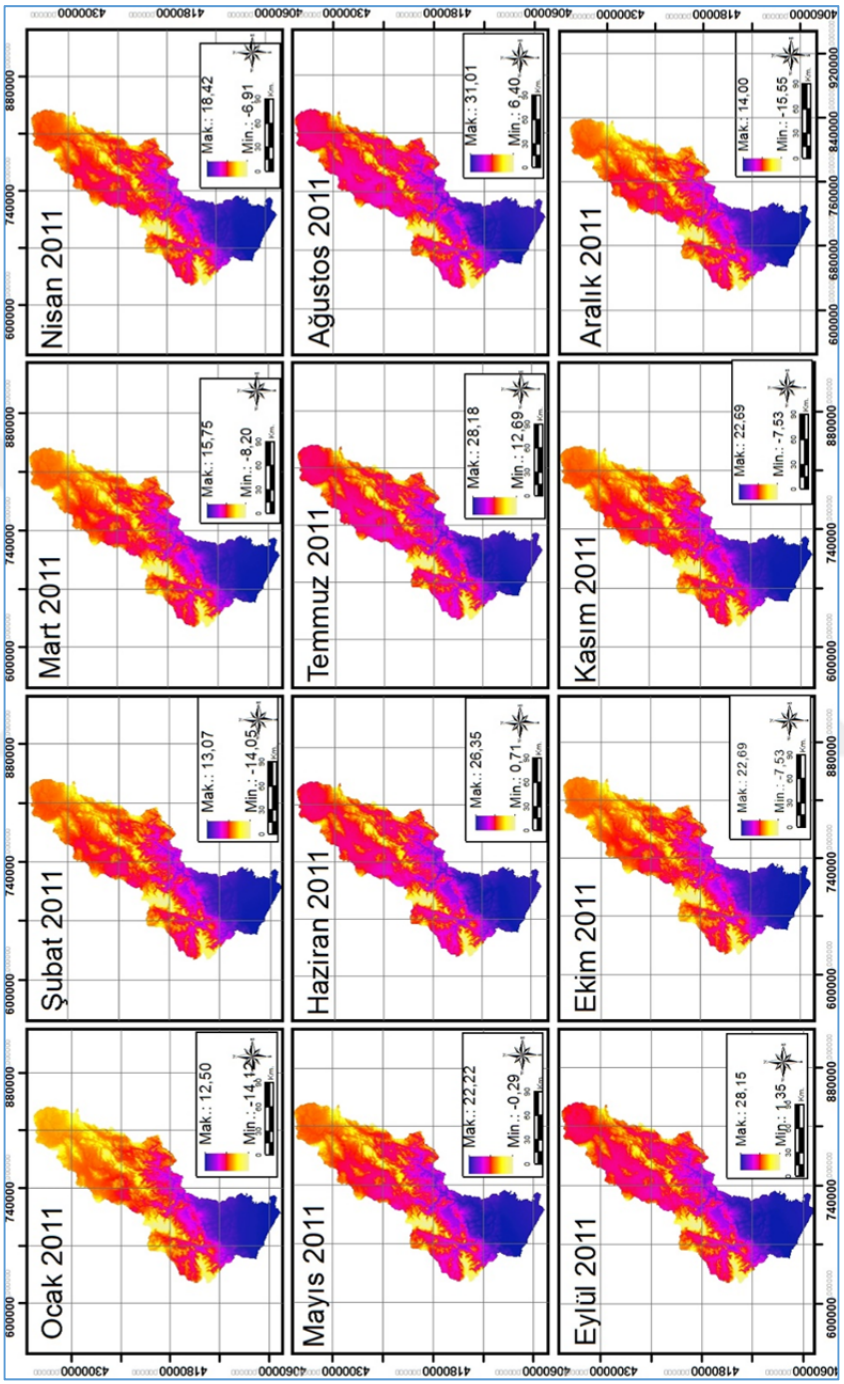
Ek 12. 2015 Yılı Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık



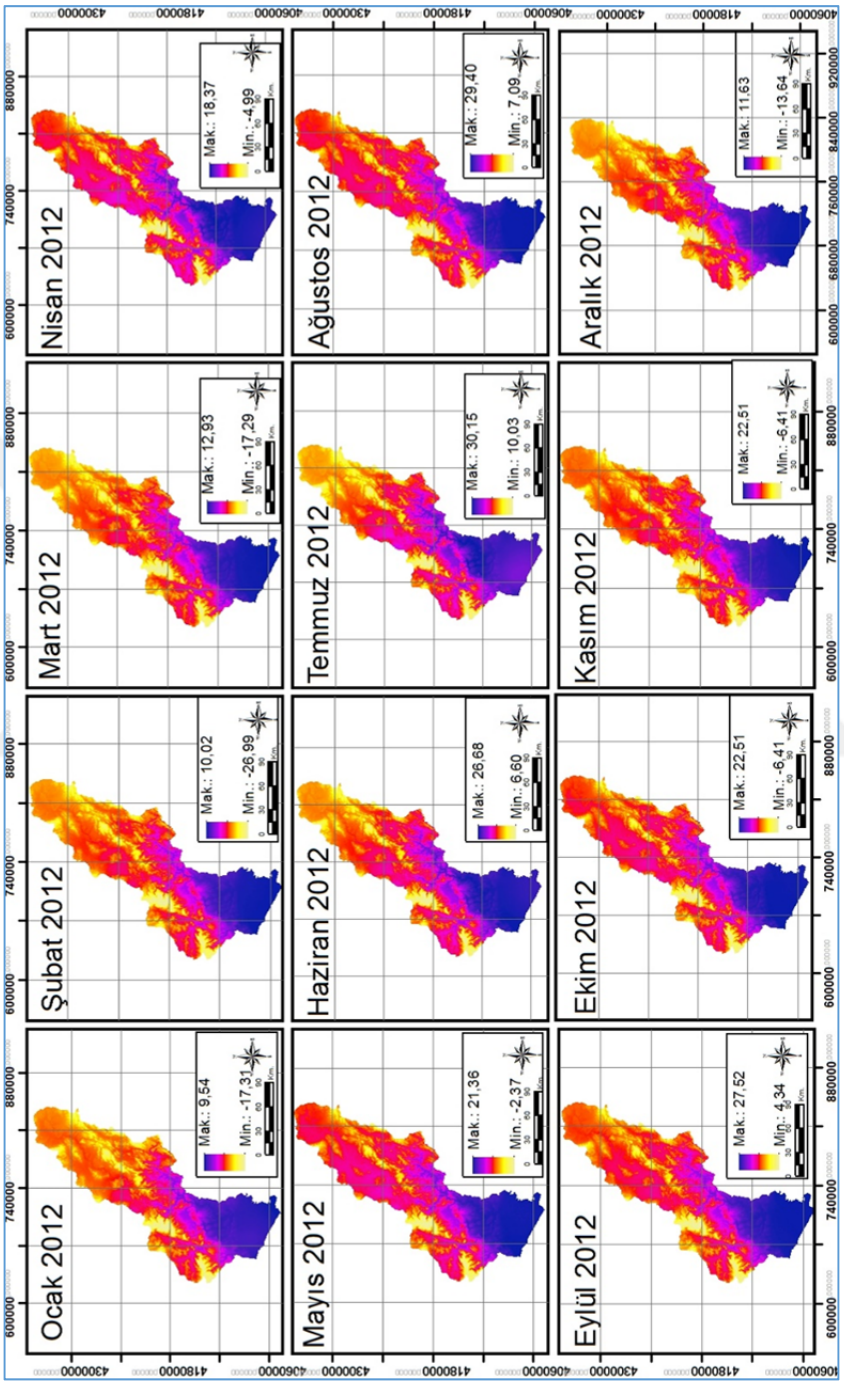
Ek 13. 2010 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



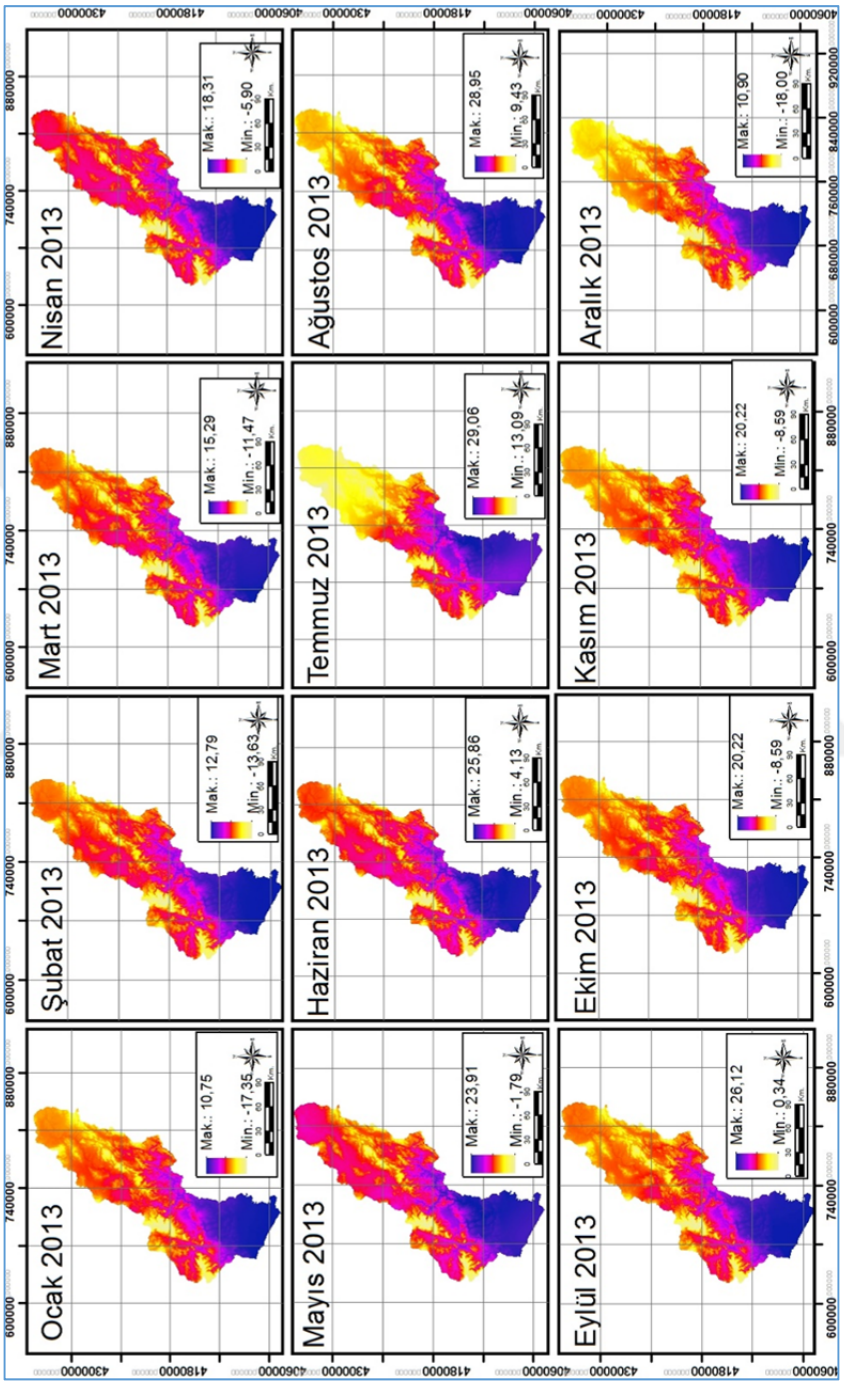
Ek 14. 2011 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



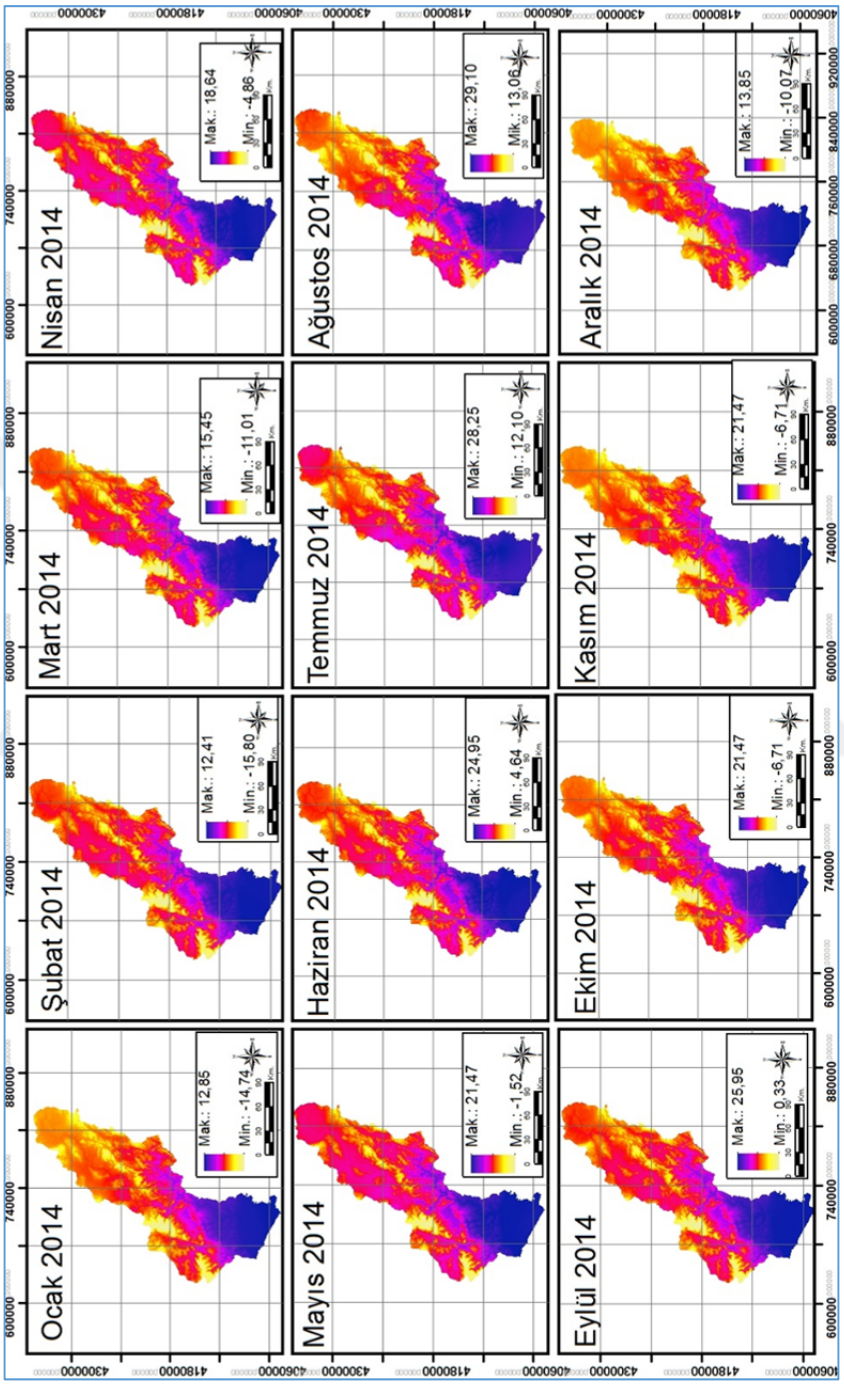
Ek 15. 2012 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



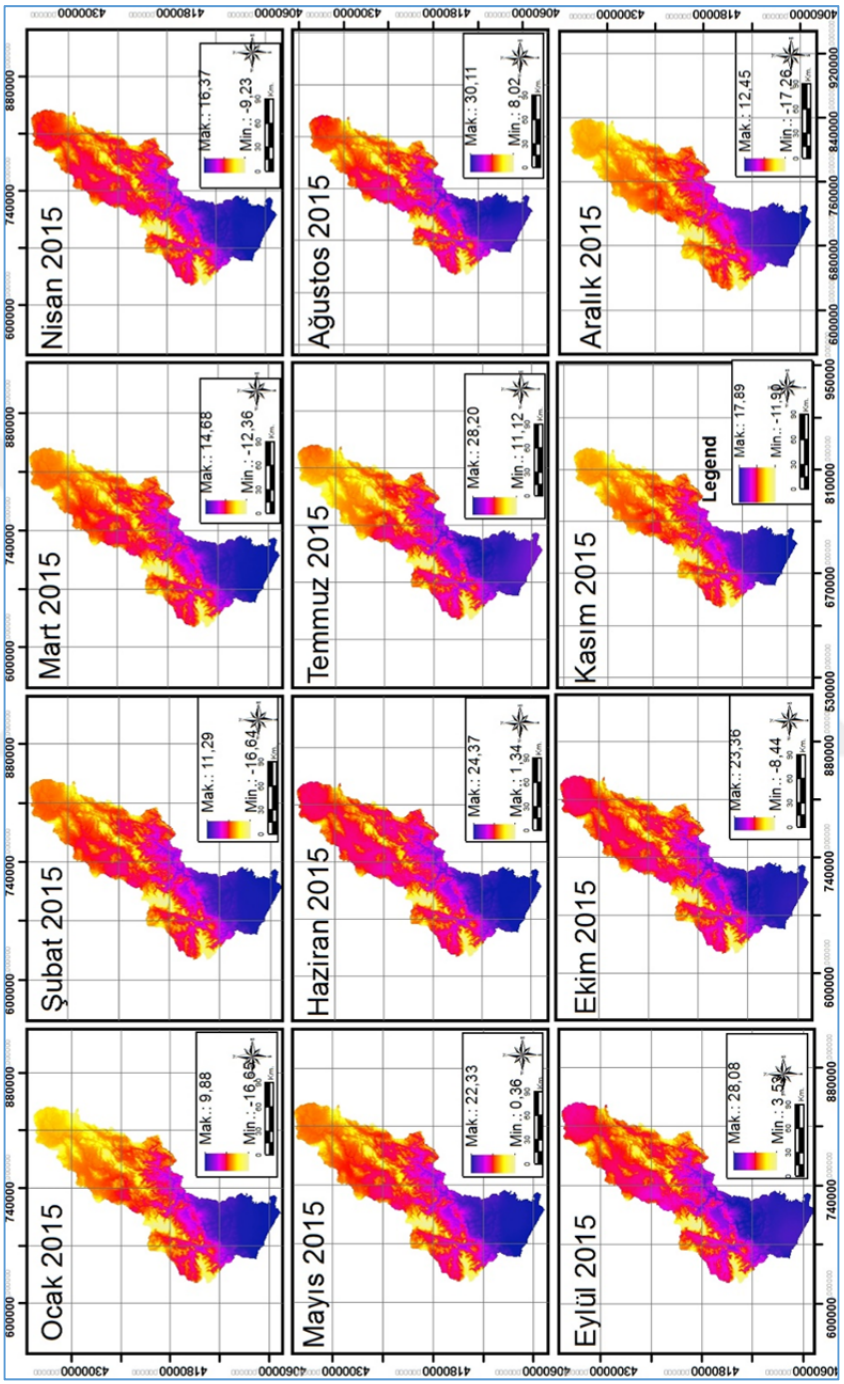
Ek 16. 2013 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



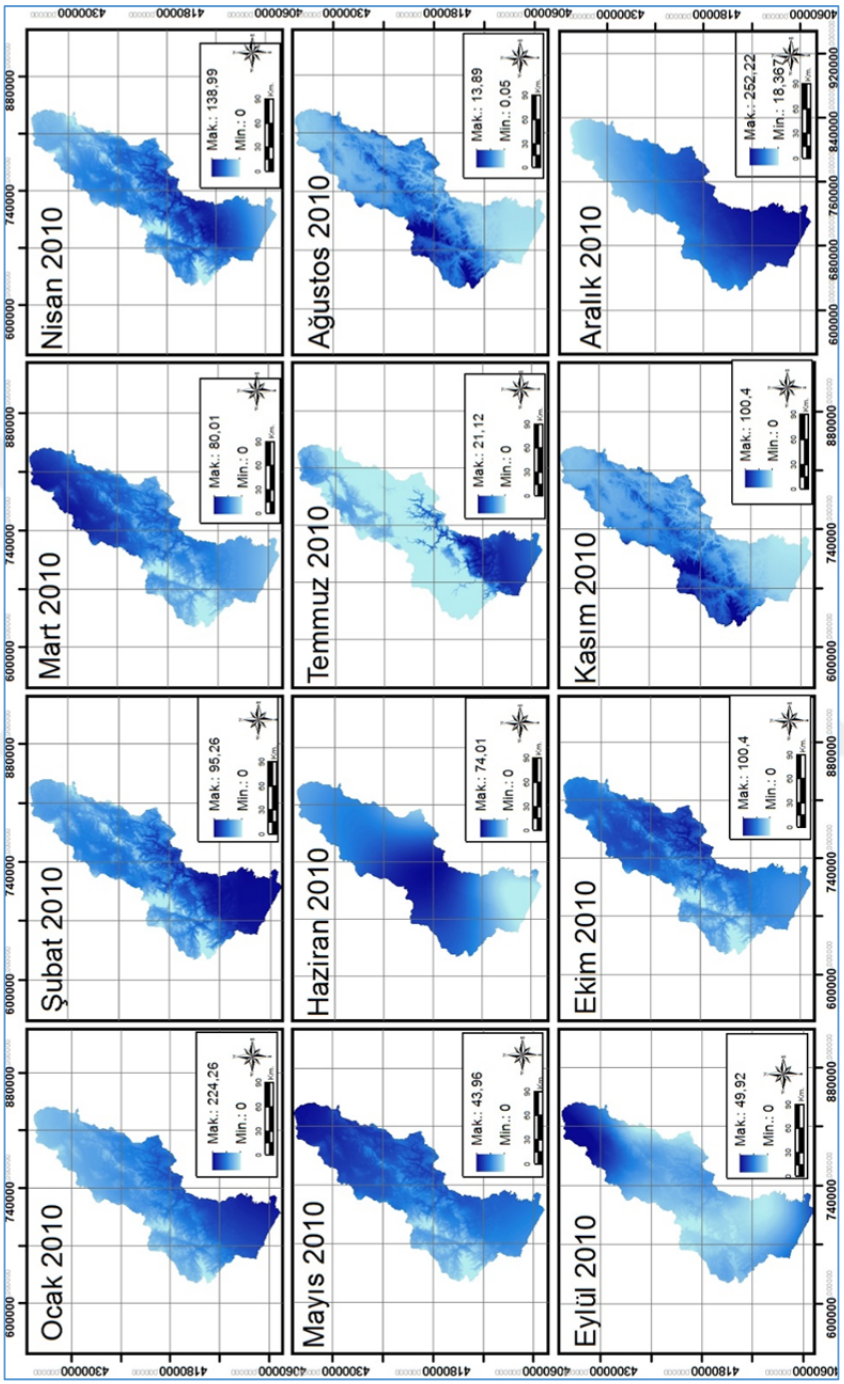
Ek 17. 2014 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



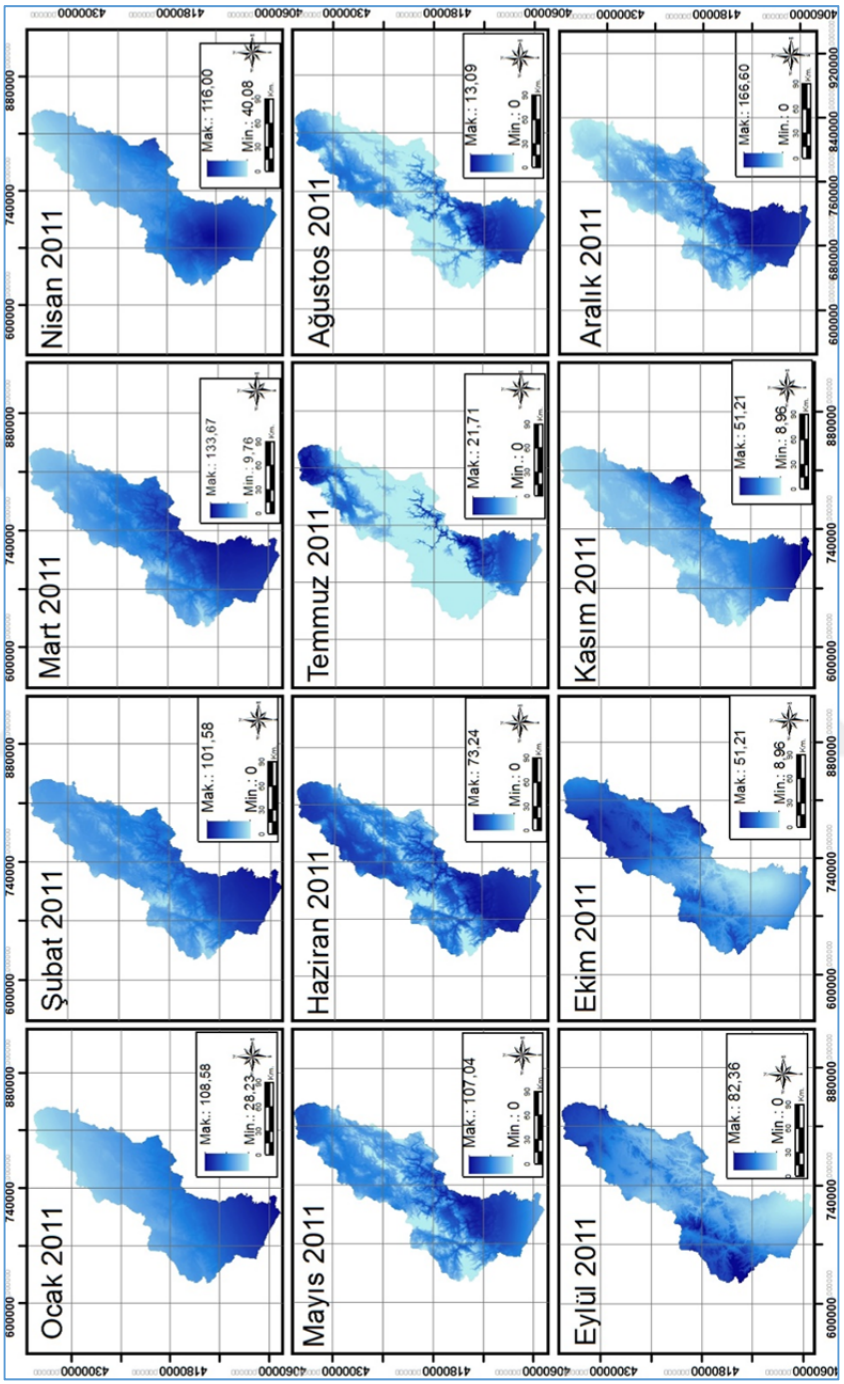
Ek 18. 2015 Yılı Aylık Ortalama Sıcaklık



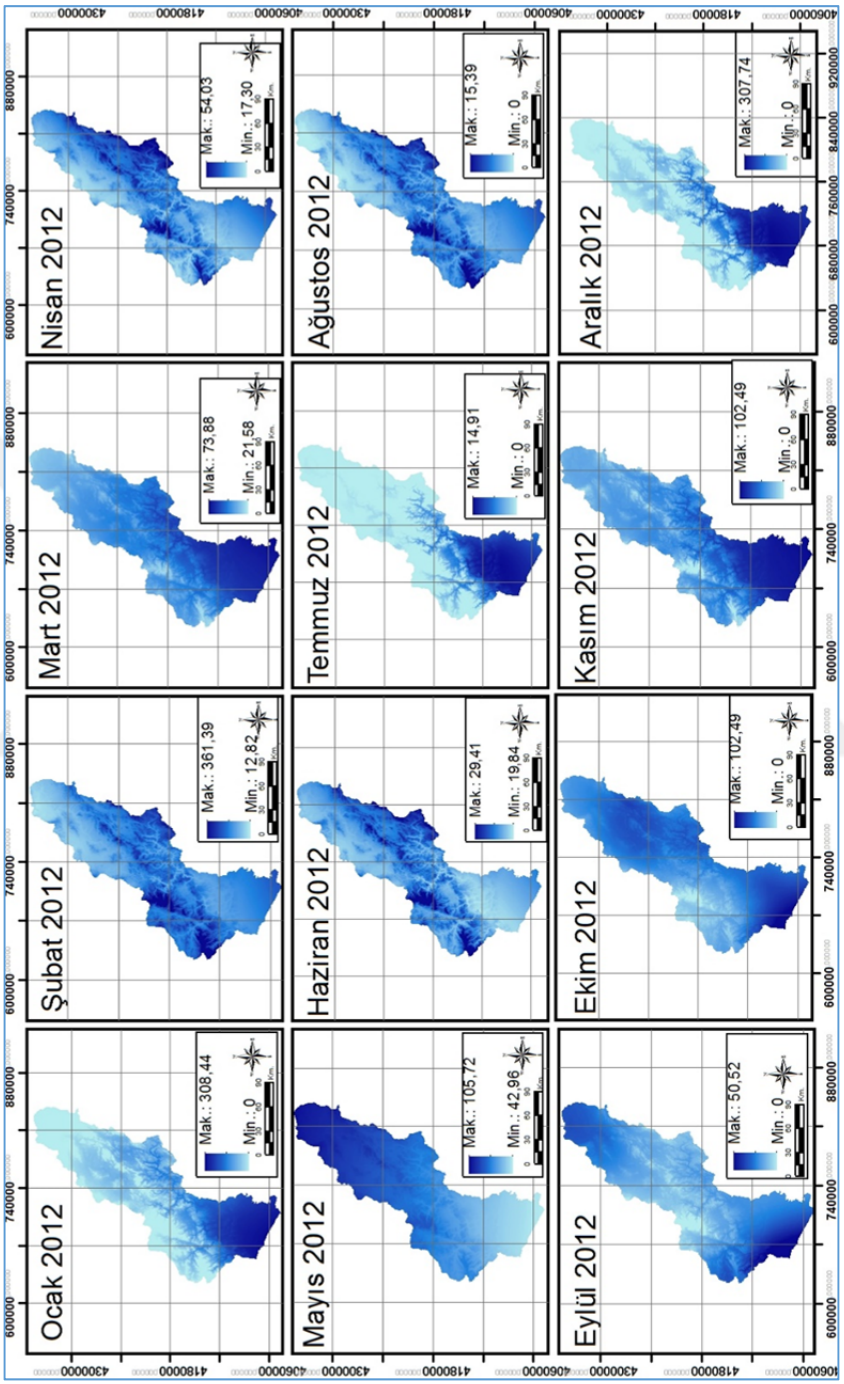
Ek 19. 2010 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



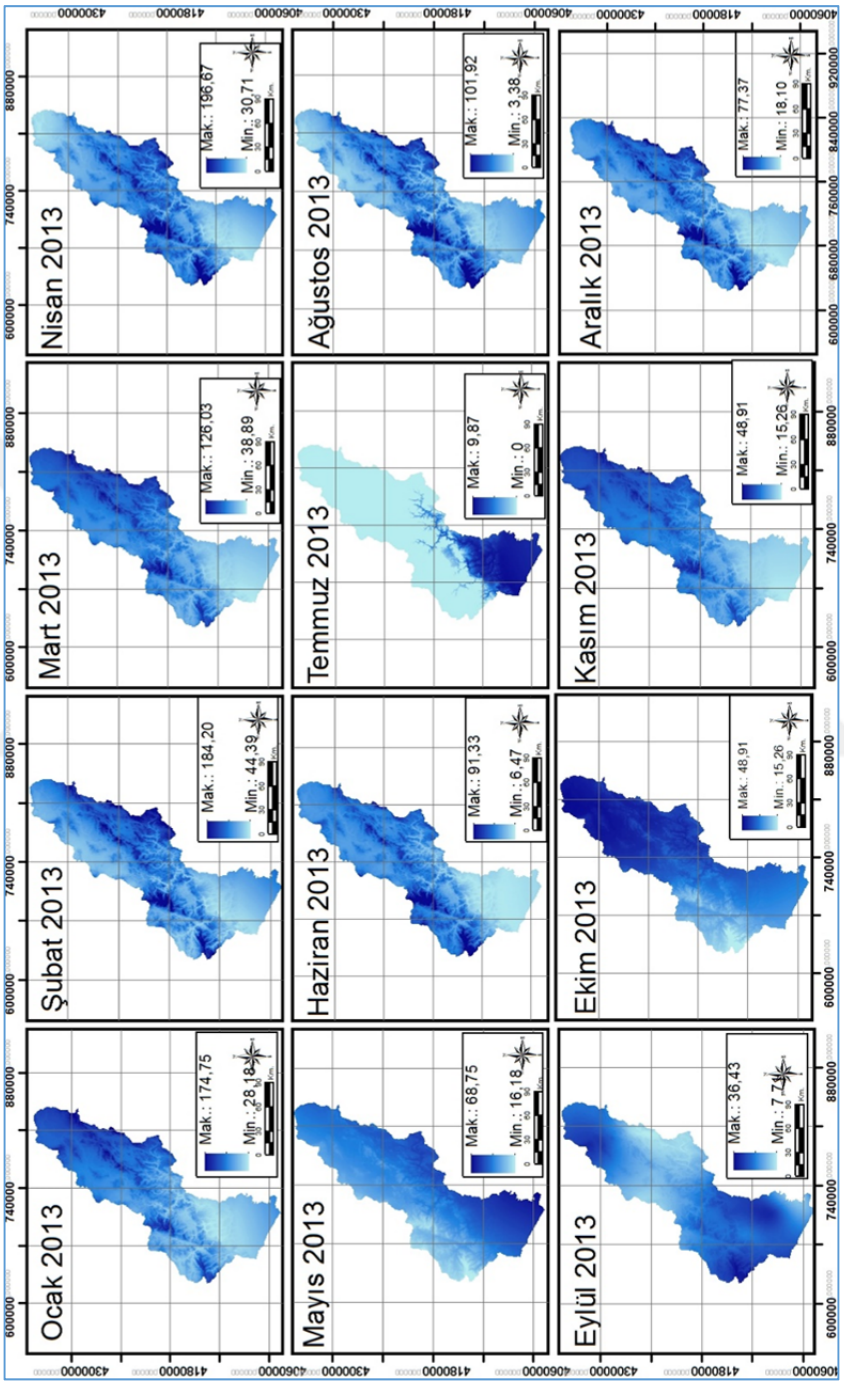
Ek 20. 2011 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



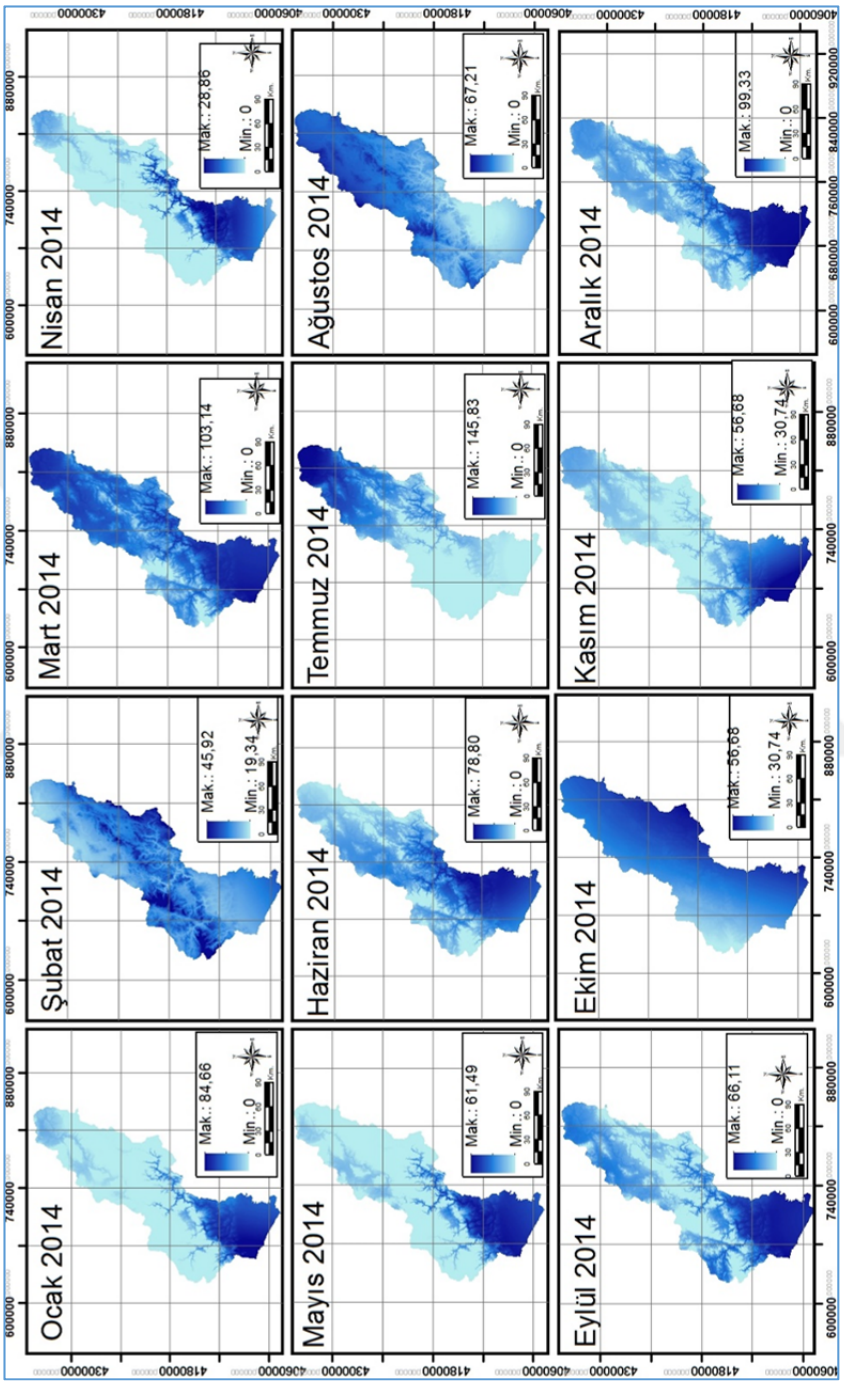
Ek 21. 2012 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



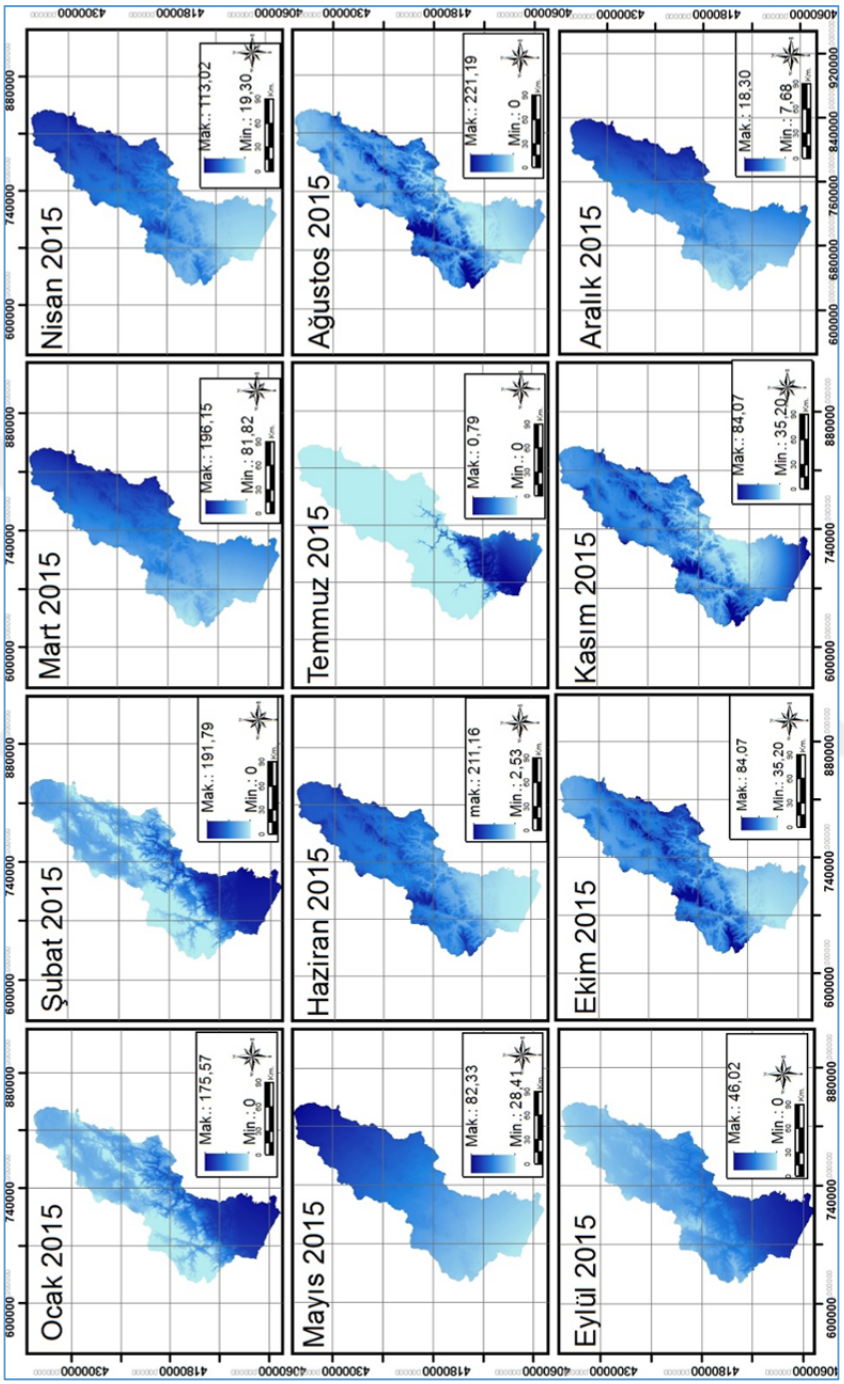
Ek 22. 2013 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



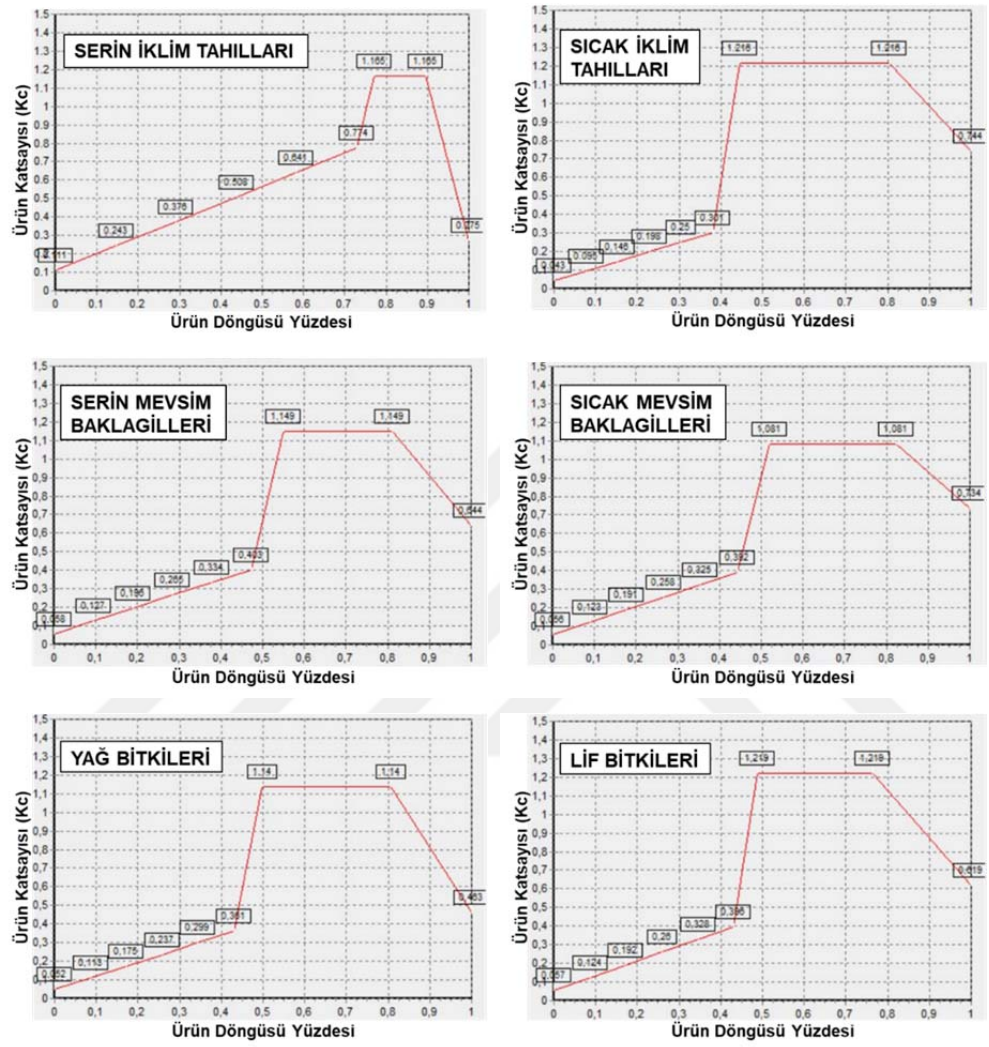
Ek 23. 2014 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



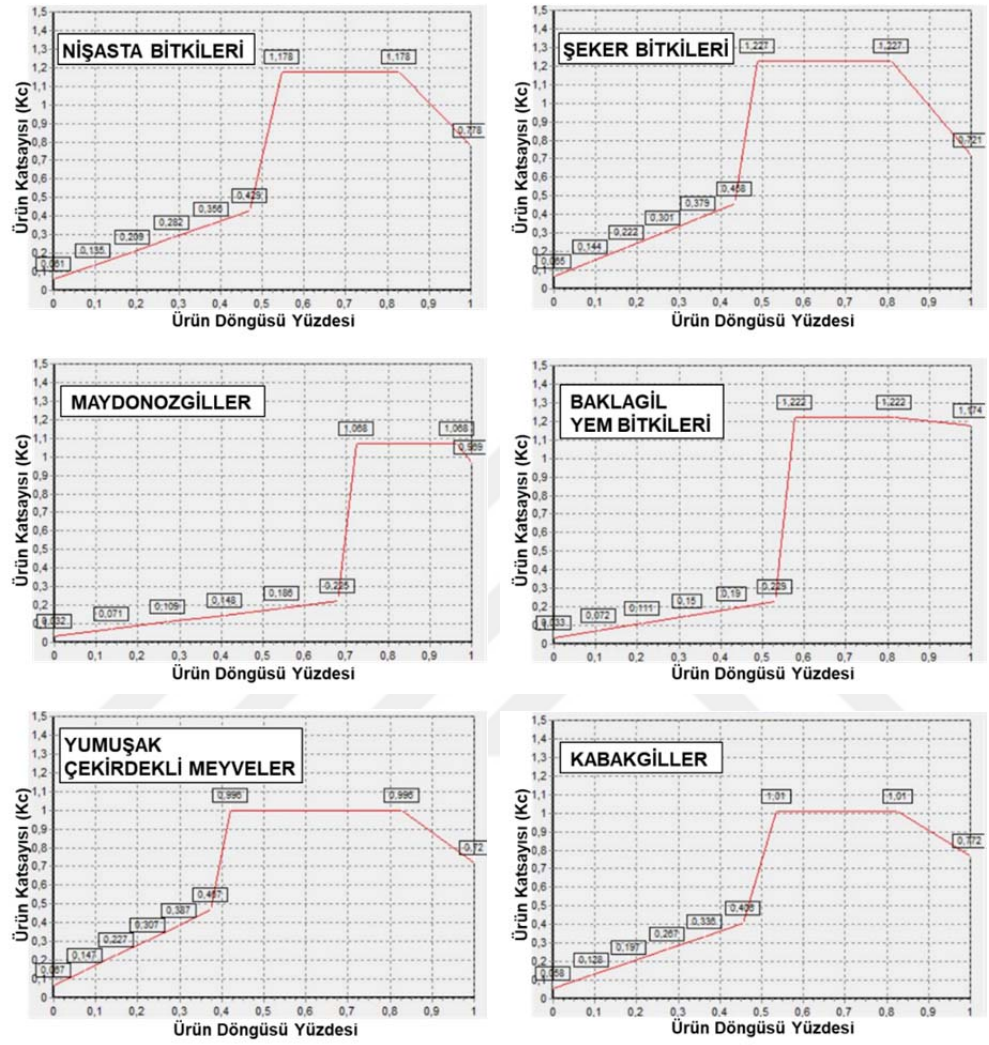
Ek 24. 2015 Yılı Aylık Toplam Yağış Miktarı



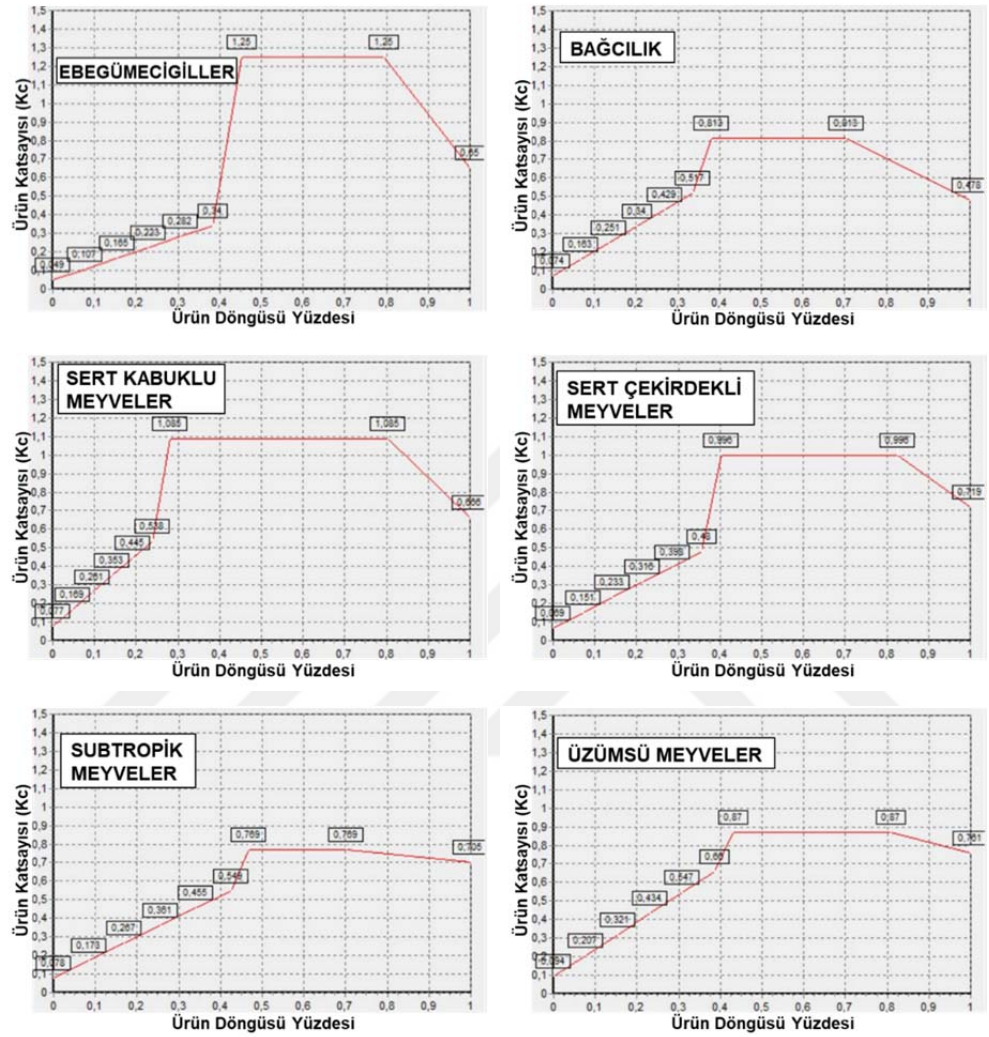
Ek 25. Ürün grupları için ürün katsayısı ve ürün döngüsü değişim grafikleri (a)



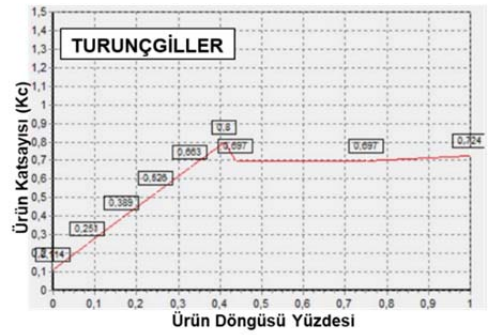
Ek 26. Ürün grupları için ürün katsayısı ve ürün döngüsü değişim grafikleri (b)

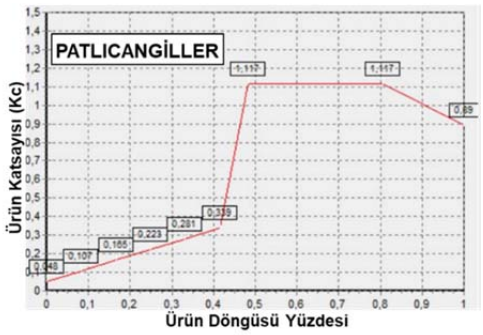


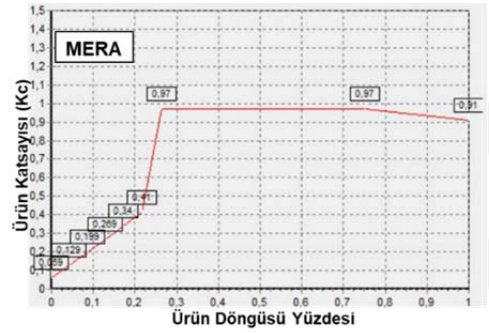
Ek 27. Ürün grupları için ürün katsayısı ve ürün döngüsü değişim grafikleri (c)

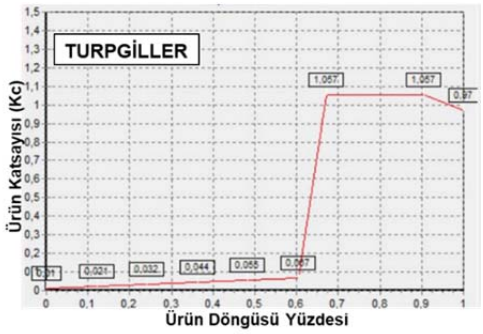


Ek 28. Ürün grupları için ürün katsayısı ve ürün döngüsü değişim grafikleri (d)











Ek 29.Toprak uygunluk indeksi puanlama (a)

No	ÜRÜN GRUPLARI	Alüvyal	Kahverengi	Kestane Rengi	Kırmızımsı Kestane Rengi
1	**SERİN İKLİM TAHILLARI** (arpa, buğday)	4	5	5	5
2	**SICAK İKLİM TAHILLARI** (mısır, çeltik, sorgum)	4	5	5	5
3	**SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER** (Bakla, mercimek, nohut)	4	4	3.5	4.5
4	**SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ** (fasulye)	4	4	3.5	4.5
5	**YAĞ BİTKİLERİ** (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	4	4.5	4.25	4.75
6	**LİF BİTKİLERİ** (pamuk)	5	4.5	4	4
7	**NİŞASTA BİTKİLERİ** (patates)	3	5	4.5	4.5
8	**ŞEKER BİTKİLERİ** (şeker pancarı)	3.5	3.5	4	5
9	**MAYDANOZGİLLER** (havuç, maydanoz)	3.5	3.5	4	5
10	**BAKLAGİL YEM BİTKİLER** (fiğ, korunga, yonca)	4	4	3.5	4.5
11	**YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY.** (elma , armut)	2	4	4.5	5
12	**KABAKGİLLER** (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	3.5	4	4	5
13	**EBEGÜMECİGİLLER** (bamya)	5	4.5	4	4
14	**BAĞCILIK**	1.5	3.5	4	3.5
15	**SERT KABUKLU MEYVELER** (badem, ceviz)	1.5	3.5	4	3.5
16	**SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER** (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	1.5	3.5	4	3.5
17	**SUBTROPİK MEYVELER** (nar, zeytin)	3.5	4	3.5	4
18	**ÜZÜMSÜ MEYVELER** (çilek)	3.5	4	4	5
19	**TURUNÇGİLLER**	2	4	4.5	5
20	**PATLICANGİLLER** (biber, domates, patlıcan)	5	4.5	4	4
21	**MERA**	4	3.5	3.5	3.5
22	**TURPGİLLLER** (Lahana)	5	4.5	4	4
23	**SOĞANGİLLER** (soğan, sarımsak)	3	5	4.5	4.5

Ek 30.Toprak uygunluk indeksi puanlama (b)

No	ÜRÜN GRUPLARI	Kırmızı Kahv. Akdeniz	Kırmızımsı Kahverengi	Hidromorfik	Kolüvyal
1	**SERİN İKLİM TAHILLARI** (arpa, buğday)	5	5	0	3.5
2	**SICAK İKLİM TAHILLARI** (mısır, çeltik, sorgum)	5	5	0	3
3	**SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER** (Bakla, mercimek, nohut)	3.5	4.5	0	3
4	**SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ** (fasulye)	3.5	4.5	0	3
5	**YAĞ BİTKİLERİ** (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	4.25	4.75	0	3.25
6	**LİF BİTKİLERİ** (pamuk)	3.5	3	0	3.5
7	**NİŞASTA BİTKİLERİ** (patates)	5	5	0	4.5
8	**ŞEKER BİTKİLERİ** (şeker pancarı)	5	5	0	3.5
9	**MAYDANOZGİLLER** (havuç, maydanoz)	5	5	0	3.5
10	**BAKLAGİL YEM BİTKİLER** (fiğ, korunga, yonca)	3.5	4.5	0	3
11	**YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY.** (elma , armut)	5	5	0	4
12	**KABAKGİLLER** (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	5	5	0	3.5
13	**EBEGÜMECİGİLLER** (bamya)	3.5	3	0	3.5
14	**BAĞCILIK**	4	4	0	4.5
15	**SERT KABUKLU MEYVELER** (badem, ceviz)	4	4	0	4.5
16	**SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER** (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	4	4	0	4.5
17	**SUBTROPİK MEYVELER** (nar, zeytin)	3.5	4	0	4.5
18	**ÜZÜMSÜ MEYVELER** (çilek)	5	5	0	3.5
19	**TURUNÇGİLLER**	5	5	0	4
20	**PATLICANGİLLER** (biber, domates, patlıcan)	3.5	3	0	3.5
21	**MERA**	4	3.5	0	3.5
22	**TURPGİLLLER** (Lahana)	3.5	3	0	3.5
23	**SOĞANGİLLER** (soğan, sarımsak)	5	5	0	4.5

Ek 31.Toprak uygunluk indeksi puanlama (c)

No	ÜRÜN GRUPLARI	Regosoller	Kahverengi Orman	Kireçsiz Kahv. Orman	Rendzinalar
1	**SERİN İKLİM TAHILLARI** (arpa, buğday)	1.5	3.5	4	4
2	**SICAK İKLİM TAHILLARI** (mısır, çeltik, sorgum)	1.5	4	3.5	4
3	**SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER** (Bakla, mercimek, nohut)	4	3.5	3	2.5
4	**SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ** (fasulye)	4	3.5	3	2.5
5	**YAĞ BİTKİLERİ** (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	2.75	3.5	3.5	3.25
6	**LİF BİTKİLERİ** (pamuk)	4	3.5	3	2.5
7	**NİŞASTA BİTKİLERİ** (patates)	5	4.5	4	3.5
8	**ŞEKER BİTKİLERİ** (şeker pancarı)	4	4	3.5	3.5
9	**MAYDANOZGİLLER** (havuç, maydanoz)	4	4	3.5	3.5
10	**BAKLAGİL YEM BİTKİLER** (fiğ, korunga, yonca)	4	3.5	3	2.5
11	**YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY.** (elma , armut)	1	3.5	3.5	2.5
12	**KABAKGİLLER** (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	1.5	4	4	2.5
13	**EBEGÜMECİGİLLER** (bamya)	4	3.5	3	2.5
14	**BAĞCILIK**	1.5	4.5	4	4
15	**SERT KABUKLU MEYVELER** (badem, ceviz)	1.5	4.5	4	4
16	**SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER** (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	1.5	4.5	4	4
17	**SUBTROPİK MEYVELER** (nar, zeytin)	1	3.5	4	2.5
18	**ÜZÜMSÜ MEYVELER** (çilek)	1.5	4	4	2.5
19	**TURUNÇGİLLER**	1	3.5	3.5	2.5
20	**PATLICANGİLLER** (biber, domates, patlıcan)	4	3.5	3	2.5
21	**MERA**	2.5	4	4	4
22	**TURPGİLLLER** (Lahana)	4	3.5	3	2.5
23	**SOĞANGİLLER** (soğan, sarımsak)	5	4.5	4	3.5

Ek 32.Toprak uygunluk indeksi puanlama (d)

No	ÜRÜN GRUPLARI	Alüvyal Sahil	Kırmızı Akdeniz	Kireçsiz Kahverengi	Vertisoller
1	**SERİN İKLİM TAHILLARI** (arpa, buğday)	3	5	4.5	4.5
2	**SICAK İKLİM TAHILLARI** (mısır, çeltik, sorgum)	3	5	4.25	4.5
3	**SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER** (Bakla, mercimek, nohut)	2.5	3.5	3.5	4
4	**SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ** (fasulye)	2.5	3.5	3.5	4
5	**YAĞ BİTKİLERİ** (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	2.75	4.25	4	5
6	**LİF BİTKİLERİ** (pamuk)	4.5	3.5	3.75	5
7	**NİŞASTA BİTKİLERİ** (patates)	3	4	4.5	0
8	**ŞEKER BİTKİLERİ** (şeker pancarı)	3	4	3.5	1
9	**MAYDANOZGİLLER** (havuç, maydanoz)	3	4	3.5	1
10	**BAKLAGİL YEM BİTKİLER** (fiğ, korunga, yonca)	2.5	3.5	3.5	4
11	**YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY.** (elma , armut)	1.5	5	3.75	0.5
12	**KABAKGİLLER** (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	3.5	5	4	4.5
13	**EBEGÜMECİGİLLER** (bamya)	4.5	3.5	3.75	4
14	**BAĞCILIK**	2	5	3.75	0
15	**SERT KABUKLU MEYVELER** (badem, ceviz)	2	5	3.75	0
16	**SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER** (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	2	5	3.75	0
17	**SUBTROPİK MEYVELER** (nar, zeytin)	2.5	5	4	0
18	**ÜZÜMSÜ MEYVELER** (çilek)	3.5	5	4	4.5
19	**TURUNÇGİLLER**	1.5	5	3.75	4
20	**PATLICANGİLLER** (biber, domates, patlıcan)	4.5	3.5	3.75	5
21	**MERA**	3	4	3.75	4
22	**TURPGİLLLER** (Lahana)	4.5	3.5	3.75	5
23	**SOĞANGİLLER** (soğan, sarımsak)	3	4	4.5	0

Ek 33. Sıcaklık Uygunluk İndeksi Puanlama

ÜRÜN GRUPLARI	Gelişim Evresi	Çok Uygun	Uygun	Orta	Düşük	Çok Düşük	Yok
		5	4	3	2	1	0
SERİN İKLİM TAHILLARI (arpa, buğday)	Çimlenme	5-10	3-5 ve 10-12	1-3 ve 12-14	(-2)-1 ve 14-16	(-4)-(-2) ve 16-18	<(-4) ve >18
	Büyüme	10-25	7-10 ve 25-27	4-7 ve 27-29	2-4 ve 29-31	0-2 ve 31-33	<0 ve >33
SICAK İKLİM TAHILLARI (mısır, çeltik, sorgum)	Çimlenme	10-20	8-10 ve 20-21	6-8 ve 21-24	4-6 ve 24-26	2-4 ve 26-28	<2 ve >28
	Büyüme	20-30	17-20 ve 30-33	14-17 ve 33-35	12-14 ve 35-37	10-12 ve 37-39	<10 ve >39
SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER (Bakla, mercimek, nohut)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Büyüme	15-25	12-15 ve 25-28	9-12 ve 28-31	7-9 ve 31-33	5-7 ve 33-35	<5 ve >35
SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ (fasülye)	Çimlenme	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-24	9-11 ve 24-26	7-9 ve 26-28	<7 ve >28
	Gelişim	20-25	17-20 ve 25-28	14-17 ve 28-31	12-14 ve 31-33	10-12 ve 33-35	<10 ve >35
YAĞ BİTKİLERİ (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	20-25	17-20 ve 25-28	14-17 ve 28-31	12-14 ve 31-33	10-12 ve 33-35	<10 ve >35
LİF BİTKİLERİ (pamuk)	Çimlenme	20-25	17-20 ve 25-28	14-17 ve 28-31	12-14 ve 31-33	10-12 ve 33-35	<10 ve >35
	Gelişim	25-30	23-25 ve 30-32	21-23 ve 32-34	19-21 ve 34-36	17-19 ve 36-38	<17 ve >38
NİŞASTA BİTKİLERİ (patates)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	16-22	14-16 ve 22-25	12-14 ve 25-28	10-12 ve 28-30	8-10 ve 30-32	<8 ve >32
ŞEKER BİTKİLERİ (şeker pancarı)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	16-22	14-16 ve 22-25	12-14 ve 25-28	10-12 ve 28-30	8-10 ve 30-32	<8 ve >32
MAYDANOZGİLLER (havuç, maydanoz)	Bütün Gelişim	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-24	9-11 ve 24-26	7-9 ve 26-28	<7 ve >28
BAKLAGİL YEM BİTKİLER (fiğ, korunga, yonca)	Bütün Gelişim	10-20	5-10 ve 20-24	(-1)-5 ve 24-28	(-6)-(-1) ve 28-31	(-10)-(-6) ve 31-34	<(-10) ve >34
YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY. (elma, armut)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-24	9-11 ve 24-26	7-9 ve 26-28	<7 ve >28
	Sınırlayıcılar	Soğuklama 2000 - 2500 saat arası ve tüm yıl en düşük sıcaklık > -10°C					
KABAKGİLLER (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-23	11-13 ve 23-26	9-11 ve 26-28	7-9 ve 28-30	<7 ve >30
EBEGÜMECİGİLLER (bamya)	Çimlenme	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-24	9-11 ve 24-26	7-9 ve 26-28	<7 ve >28
	Gelişim	21-30	20-21 ve 30-32	18-20 ve 32-34	16-18 ve 34-36	14-16 ve 36-38	<14 ve >38
BAĞCILIK	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-25	13-15 ve 25-28	11-13 ve 28-31	9-11 ve 31-33	7-9 ve 33-35	<7 ve >35
	Sınırlayıcılar	Yıllık ortalam sıcaklık > 10°C ve yıl içinde en düşük sıcaklık > -5°C					
SERT KABUKLU MEYVELER (badem, ceviz)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-23	11-13 ve 23-26	9-11 ve 26-28	7-9 ve 28-30	<7 ve >30
	Sınırlayıcılar	Soğuklama > 1000 saat ve tüm yıl en düşük sıcaklık > -10°C					
SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-23	11-13 ve 23-26	9-11 ve 26-28	7-9 ve 28-30	<7 ve >30
	Sınırlayıcılar	Soğuklama > 700 saat ve tüm yıl en düşük sıcaklık > -10°C					
SUBTROPİK MEYVELER (nar, zeytin)	Sürgün-Çiçek	10-20	8-10 ve 20-21	6-8 ve 21-24	4-6 ve 24-26	2-4 ve 26-28	<2 ve >28
	Gelişim	20-25	17-20 ve 25-28	14-17 ve 28-31	12-14 ve 31-33	10-12 ve 33-35	<10 ve >35
	Meyve	10-20	8-10 ve 20-21	6-8 ve 21-24	4-6 ve 24-26	2-4 ve 26-28	<2 ve >28
	Sınırlayıcılar	Yıllık ortalam sıcaklık > 10°C ve yıl içinde en düşük sıcaklık > 0°C					
ÜZÜMSÜ MEYVELER (çilek)	Çimlenme	10-20	8-10 ve 20-21	6-8 ve 21-24	4-6 ve 24-26	2-4 ve 26-28	<2 ve >28
	Gelişim	20-25	18-20 ve 25-27	16-18 ve 27-29	14-16 ve 29-31	12-14 ve 31-33	<12 ve >33
	Sınırlayıcılar	Soğuklama 400 - 500 saat arası ve tüm yıl en düşük sıcaklık > 0°C					
TURUNÇGİLLER	Çiçeklenme	10-20	8-10 ve 20-21	6-8 ve 21-24	4-6 ve 24-26	2-4 ve 26-28	<2 ve >28
	Gelişim	20-30	18-20 ve 30-32	16-18 ve 32-34	14-16 ve 34-36	12-14 ve 36-38	<12 ve >38
	Sınırlayıcılar	Yıllık ortalam sıcaklık > 10°C ve yıl içinde en düşük sıcaklık > 0°C					
PATLICANGİLLER (biber, domates, patlıcan)	Çimlenme	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-24	9-11 ve 24-26	7-9 ve 26-28	<7 ve >28
	Gelişim	20-25	18-20 ve 25-27	16-18 ve 27-29	14-16 ve 29-31	12-14 ve 31-33	<12 ve >33
MERA	Çimlenme	10-15	8-10 ve 15-17	6-8 ve 17-19	4-6 ve 19-21	2-4 ve 21-23	<2 ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-23	11-13 ve 23-26	9-11 ve 26-28	7-9 ve 28-30	<7 ve >30
TURPGİLLLER (Lahana)	Çimlenme	10-15	7-10 ve 15-18	4-7 ve 18-21	2-4 ve 21-23	(-1)-2 ve 23-25	<(-1) ve >25
	Gelişim	15-20	12-15 ve 20-21	9-12 ve 21-24	6-9 ve 24-26	3-6 ve 26-28	<3 ve >28
	Sınırlayıcılar	Tohum veya fide döneminde 4- 10°C arası > 4 hafta ve yıl içinde en düşük sıcaklık > -5°C					
SOĞANGİLLER (soğan, samırsak)	Çimlenme	10-15	7-10 ve 15-17	4-7 ve 17-19	2-4 ve 19-21	(-1)-2 ve 21-23	<(-1) ve >23
	Gelişim	15-20	13-15 ve 20-22	11-13 ve 22-26	9-11 ve 26-29	7-9 ve 29-31	<7 ve >31
	Sınırlayıcılar	Tohum veya fide döneminde 4- 10°C arası > 4 hafta					

Ek 34. Erozyon uygunluk indeksi puanlama

ÜRÜN GRUPLARI	EROZYON (ton*ha*yıl)				
	Çok Az (0-5)	Az (5-10)	Orta (10-20)	Yüksek (20-40)	Çok Yük. (>40)
SERİN İKLİM TAHILLARI (arpa, buğday)	5	4	3	1	0
SICAK İKLİM TAHILLARI (mısır, çeltik, sorgum)	5	3	1	0	0
SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER (Bakla, mercimek, nohut)	5	3	2	0	0
SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ (fasulye)	5	3	2	0	0
YAĞ BİTKİLERİ (ayçiçeği, soya, susam, yerfıstığı)	5	3	1	0	0
LİF BİTKİLERİ (pamuk)	5	2	1	0	0
NİŞASTA BİTKİLERİ (patates)	5	2	1	0	0
ŞEKER BİTKİLERİ (şeker pancarı)	5	2	1	0	0
MAYDANOZGİLLER (havuç, maydanoz)	5	3	1	0	0
BAKLAGİL YEM BİTKİLER (fiğ, korunga, yonca)	5	5	5	5	5
YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY. (elma, armut)	5	5	4	3	2
KABAKGİLLER (hıyar, kabak, karpuz, kavun)	5	3	1	0	0
EBEGÜMECİGİLLER (bamya)	5	3	2	0	0
BAĞCILIK	5	4	3	2	0
SERT KABUKLU MEYVELER (badem, ceviz)	5	5	4	3	2
SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER (erik, kayısı, kiraz, şeftali)	5	5	4	3	2
SUBTROPİK MEYVELER (nar, zeytin)	5	5	4	3	2
ÜZÜMSÜ MEYVELER (çilek)	5	4	3	2	0
TURUNÇGİLLER	5	5	5	4	3
PATLICANGİLLER (biber, domates, patlıcan)	5	3	1	0	0
MERA	5	5	5	5	5
TURPGİLLLER (Lahana)	5	3	2	0	0
SOĞANGİLLER (soğan, sarımsak)	5	3	1	0	0

Ek 35. Seyhan Havzası ilçeleri ürün bilgisi (TÜİK, 2019)

Ürün Grupları	Aladağ	Çamardı	Çukurova	Feke	Karaisalı	Karataş	Pınarbaşı	Pozantı	Saimbeyli
Serin İklim Tahılları	5030	13895	4119	4887	10739	11097	50312	1165	4568
Sıcak İklim Tahılları	76	40	516	22	1161	8122	154	0	11
Serin Mevsim Baklagil.	159	1364	84	13	19	22	1014	327	70
Sıcak Mevsim Baklagil.	23	964	27	230	63	0	128	332	29
Yağ Bitkileri	272	0	2359	0	6489	11832	0	0	0
Lif Bitkileri	50	0	143	0	420	62777	0	0	0
Nişasta Bitkileri	48	294	137	0	16	84	325	2	29
Şeker Bitkileri	0	0	0	0	0	0	1070	0	0
Maydanozgiller	0	0	0	0	7	0	0	0	3
Baklagil Yem Bitkiler	580	197	45	872	102	73	4072	7	7148
Yumuşak Çek. Mey.	75	5254	6	92	74	14	22	563	102
Kabakgiller	14	52	154	3	92	5377	0	0	38
Ebegümecigiller	0	1	16	4	0	0	0	0	1
Bağcılık	74	460	13	500	733	6	0	1152	1340
Sert Kabuklu Meyveler	122	30	81	188	256	4	6	51	129
Sert Çekirdekli Mey.	108	693	26	143	110	109	12	164	645
Subtropik meyveler	161	0	671	38	1593	413	0	0	0
Üzümsü Meyveler	0	2	18	1	0	3	0	4	7
Turunçgiller	0	0	27	0	47	2865	0	0	0
Patlıcangiller	20	179	186	156	292	2426	0	54	256
Turpgilller	0	5	59	0	2	0	0	0	0
Soğangiller	0	25	41	6	17	184	0	4	15

Ürün Grupları	Sarıçam	Sarız	Seyhan	Tarsus	Tomarza	Tufanbeyli	Ulukışla	Yahyalı	Yüreğir
Serin İklim Tahılları	21324	8988	1182	35874	30080	16062	13822	14399	10253
Sıcak İklim Tahılları	2324	136	11653	18453	63	0	73	456	22696
Serin Mevsim Baklagil.	4	171	43	546	558	6137	988	1852	0
Sıcak Mevsim Baklagil.	0	35	26	475	145	1296	583	140	2
Yağ Bitkileri	10025	0	2150	8888	0	0	0	744	12051
Lif Bitkileri	846	0	2166	9195	0	0	0	0	18338
Nişasta Bitkileri	1880	37	265	182	1773	566	72	21	1972
Şeker Bitkileri	0	21	0	0	619	208	95	755	0
Maydanozgiller	0	0	54	173	0	0	2	0	2
Baklagil Yem Bitkiler	192	4133	741	1218	2008	5402	505	2184	828
Yumuşak Çek. Mey.	33	38	63	236	38	175	3059	3030	51
Kabakgiller	484	3	2327	3343	13071	9	32	20	3586
Ebegümecigiller	0	0	42	439	0	0	0	0	2
Bağcılık	43	0	50	9911	0	218	572	914	160
Sert Kabuklu Meyveler	80	14	0	84	0	423	79	12	30
Sert Çekirdekli Mey.	235	4	821	1760	0	72	1952	45	808
Subtropik meyveler	1616	0	225	5345	0	0	0	0	1759
Üzümsü Meyveler	5	0	32	20	0	0	27	8	0
Turunçgiller	411	0	7136	6765	0	0	0	0	19056
Patlıcangiller	114	0	974	2038	0	77	81	106	269
Turpgilller	0	0	61	182	0	5	372	0	4
Soğangiller	451	0	497	572	0	6	104	0	2722

Ek 36. Ürün grupları genel uygunluk indeks değerleri

Ürün Grupları	Aladağ	Çamardı	Çukurova	Feke	Karaisalı	Karataş	Pınarbaşı	Pozantı	Saimbeyli
Serin İklim Tahılları	3,32	3,16	4,30	2,93	4,02	4,69	3,28	3,32	2,93
Sıcak İklim Tahılları	1,68	1,08	3,30	0,34	2,50	4,42	0,00	1,65	0,06
Serin Mevsim Baklagil.	2,13	2,83	3,18	1,19	2,82	4,27	3,74	2,75	1,78
Sıcak Mevsim Baklagil.	2,33	2,61	3,39	0,89	3,01	4,26	3,45	2,78	0,89
Yağ Bitkileri	2,34	2,24	3,17	1,18	2,88	4,31	3,26	2,78	1,73
Lif Bitkileri	0,06	0,00	2,92	0,00	0,84	4,35	0,00	0,11	0,00
Nişasta Bitkileri	2,07	2,55	2,90	1,02	2,22	3,64	0,00	0,92	1,24
Şeker Bitkileri	0,66	0,79	1,37	0,19	1,03	2,44	0,00	0,77	0,27
Maydanozgiller	0,24	0,03	1,06	0,00	0,92	0,00	3,18	1,80	0,12
Baklagil Yem Bitkiler	3,60	3,94	3,70	3,67	3,12	4,18	4,31	3,93	3,71
Yumuşak Çek. Mey.	2,14	0,23	0,00	1,55	0,49	0,00	1,04	2,57	0,75
Kabakgiller	2,39	2,99	3,32	1,26	2,93	4,23	3,96	2,90	1,92
Ebegümecigiller	1,46	0,04	2,06	0,63	1,52	4,35	0,00	2,11	0,67
Bağcılık	3,05	0,49	3,80	2,20	3,41	3,86	0,00	2,98	1,11
Sert Kabuklu Meyveler	1,13	0,12	0,00	1,32	0,28	0,00	0,00	1,00	1,42
Sert Çekirdekli Mey.	2,58	1,77	0,00	2,42	0,75	0,00	1,05	3,26	1,50
Subtropik meyveler	3,09	0,04	0,00	2,42	0,97	0,00	0,00	2,53	0,91
Üzümsü Meyveler	0,57	0,00	0,00	0,23	0,39	0,00	0,00	0,13	0,03
Turunçgiller	2,98	0,00	4,32	1,15	3,73	4,45	0,00	0,12	0,30
Patlıcangiller	1,70	1,37	2,98	0,62	1,96	4,29	0,83	2,45	0,33
Mera	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,00	0,17
Turpgilller	0,27	0,05	0,00	0,46	0,13	0,00	0,02	2,30	0,07
Soğangiller	2,00	2,73	0,13	0,76	1,25	0,00	3,67	2,63	0,36

Ürün Grupları	Sarıçam	Sarız	Seyhan	Tarsus	Tomarza	Tufanbeyli	Ulukışla	Yahyalı	Yüreğir
Serin İklim Tahılları	4,35	2,81	4,67	4,15	3,48	3,46	3,06	2,64	4,74
Sıcak İklim Tahılları	3,42	0,00	4,19	3,05	1,27	0,00	1,94	1,27	4,42
Serin Mevsim Baklagil.	3,21	3,29	3,93	3,24	3,53	3,26	2,65	1,79	4,13
Sıcak Mevsim Baklagil.	3,50	2,99	4,12	3,27	3,19	3,04	1,09	1,30	4,31
Yağ Bitkileri	3,33	2,48	4,04	3,29	3,34	3,14	2,63	1,64	4,24
Lif Bitkileri	1,73	0,00	3,98	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97
Nişasta Bitkileri	1,76	0,00	3,36	2,89	2,03	0,21	1,73	1,52	3,36
Şeker Bitkileri	1,33	0,00	2,51	1,15	1,01	0,08	0,73	0,51	2,99
Maydanozgiller	1,69	2,24	0,09	0,85	1,40	2,92	0,52	0,20	0,00
Baklagil Yem Bitkiler	1,53	4,16	3,70	3,82	4,12	4,11	3,84	3,69	3,74
Yumuşak Çek. Mey.	0,00	1,27	0,00	0,89	1,28	2,54	1,30	1,02	0,00
Kabakgiller	3,56	3,51	4,04	3,38	3,75	3,45	2,84	1,86	4,22
Ebegümecigiller	1,41	0,00	3,07	3,17	0,00	0,02	0,02	0,25	3,66
Bağcılık	3,66	0,00	3,86	3,53	0,13	0,04	1,71	1,27	3,97
Sert Kabuklu Meyveler	0,00	0,00	0,00	0,57	0,16	0,58	0,42	0,55	0,00
Sert Çekirdekli Mey.	0,00	1,30	0,00	1,12	2,87	2,62	2,35	2,55	0,00
Subtropik meyveler	0,00	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,91	0,72	0,00
Üzümsü Meyveler	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Turunçgiller	4,17	0,00	4,56	3,67	0,00	0,00	0,00	0,03	4,63
Patlıcangiller	1,51	0,88	3,90	3,04	2,34	1,92	2,13	1,35	3,81
Mera	0,00	1,37	0,00	0,00	1,40	2,71	1,18	0,57	0,00
Turpgilller	0,00	0,01	0,00	0,44	0,01	0,00	0,08	0,12	0,00
Soğangiller	1,20	3,15	0,00	1,32	3,50	3,02	2,60	1,53	0,00