



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE
KIRŞEHİR İLİNDE CEVİZ YETİŞTİRİCİLİĞİ
İÇİN UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ**

EBRU ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

KIRŞEHİR

2025



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE
KIRŞEHİR İLİNDE CEVİZ YETİŞTİRİCİLİĞİ
İÇİN UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ**

EBRU ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Berk ANBAROĞLU

KIRŞEHİR

2025

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

21/07/2025

Ebru ŞİRİN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TABLolar DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Cevizin Sistematiği ve Genel Özellikleri.....	7
2.2. Cevizde Çiçeklenme Özellikleri ve Tozlaşma Süreci.....	7
2.3. Cevizin Besin Değeri.....	8
2.4. Cevizin Çoğaltılması	9
2.5. Cevizin Toprak İsteği.....	10
2.6. Cevizin İklim İsteği.....	11
2.7. Ceviz Yetiştiriciliğinde İklim Değişikliği, Su Yönetimi ve Verimlilik.....	13
2.8. Meyve Yetiştiriciliğinde CBS uygulamaları ve Analizleri.....	14
2.9. Ceviz Yetiştiriciliğinde CBS uygulamaları ve Uygunluk Analizleri.....	17
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Metodoloji.....	24
3.3. Veri Toplama ve Hazırlık.....	25
3.4. Kriterlerin Belirlenmesi.....	26
3.5. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemi.....	27
3.6. Kriterlerin Değerlendirilmesi.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	71
EKLER	81
EK-1 Kongre Katılım Belgesi.....	81
ÖZGEÇMİŞ	82

TEŞEKKÜR

Doktoraya baŐlamamda ve doktora ders s¼recinde kendisini tanıdığım g¼nden bu yana g¼sterdiđi sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana ¼rnek olmasının yanı sıra bir bilim insanının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden ¼đrendiđim değerli danıŐmanım Prof. Dr. Yaşar ERT¼RK'e b¼y¼k bir içtenlikle teŐekk¼r ederim. Tezimin her aşamasında gerek sorularım ile gerekse alt ayda bir yapılan tez izleme komitesi sunumlarında tezin Őekillenmesinde ve nihai hale gelmesinde katkıları olan değerli j¼ri ¼yelerim. Prof. Dr. Kenan YILDIZ ve Prof. Dr. Aysen KOÇ'a teŐekk¼rlerimi içtenlikle sunarım.

Tezi yazma s¼recimde sorularıma verdikleri cevap ile bana destek olan Prof. Dr. Yaşar ERT¼RK ve Doç. Dr. Berk ANBAROĞLU'na teŐekk¼r ederim.

Tezimi, ailem başta olmak ¼zere ¼zellikle kıymetli kardeŐim Onur KARAYİĞİT ve değerli eŐim Prof. Dr. Emre ŞİRİN'e ithaf ederim.

Temmuz, 2025

Ebru ŞİRİN

ÖZET

DOKTORA TEZİ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KIRŞEHİR İLİNDE CEVİZ YETİŞTİRİCİLİĞİ İÇİN UYGUN ALANLARIN BELİRLENMESİ

Ebru ŞİRİN

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK
Yıl: 2025, Sayfa: 83
Jüri: Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK
Prof. Dr. Kenan YILDIZ
Prof. Dr. Aysen KOÇ
Doç Dr. Selma BOYACI
Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin YILMAZ
İkinci Danışman Doç. Dr. Berk ANBAROĞLU

Bu çalışmada, Kırşehir ilinde ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliği için uygun alanların belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, iklimsel faktörler (Yıllık toplam yağış miktarı, Minimum sıcaklık, 5°C altındaki gün sayısı, Bahar nispi nemi ve Yaz nispi nemi), topografik özellikler (Eğim, Bakı), toprak verileri (Organik madde, pH, Kil Silt, Kum), yerleşim yerleri, ulaşım ağı ve su kaynakları olmak üzere 14 farklı kriter değerlendirmiştir. Yerleşim yerleri ve ulaşım ağları faktörleri dışlama faktörü olarak değerlendirilmiştir. İklim verileri, Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden sağlanmış ve mekânsal dağılımları ArcGIS Pro 3.2 yazılımında IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon) yöntemi ile enterpole edilmiştir. Topografya verileri (eğim ve bakı) ise USGS Earth Explorer platformundan elde edilmiştir. Yerleşim yerleri, yollar ve su kaynakları gibi coğrafi veriler, açık kaynaklı veri sağlayıcısı olan OpenStreetMap (OSM) üzerinden temin edilmiştir. Araziye ait toprak özellikleri ise Uluslararası Toprak Referans ve Bilgi Merkezi (ISRIC) tarafından geliştirilen ve 250 m çözünürlükte mekânsal veri sağlayan SoilGrids 2.0 veri seti kullanılarak elde edilmiştir. Tüm bu veri katmanları, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve Ağırlıklı Bindirme Analizi (Weighted Overlay Analysis) ile uygunluk haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma, ceviz yetiştiriciliği için uygun alanların belirlenmesine katkı sağlarken, CBS tabanlı karar destek sistemlerinin tarımsal planlama ve sürdürülebilirlik açısından önemini vurgulamaktadır. Çalışma sonucunda; Kırşehir il yüzölçümünün %3,31'inin (21.741,11 ha) ceviz yetiştiriciliği için çok uygun, %8,63'lük (56.789,07 ha) kısmının orta uygun ve % 26,90'lık (177.149,76 ha) kısmının ise az uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, Ceviz yetiştiriciliği, Uygun alanlar, AHP, Arazi uygunluk analizi

ABSTRACT

DOCTORAL THESIS

DETERMINATION OF SUITABLE AREAS FOR WALNUT CULTIVATION IN KIRSEHIR PROVINCE USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Ebru ŞİRİN

KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF HORTICULTURE

Supervisor: Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK
Year: 2025, Pages: 83
Juries: Prof. Dr. Yaşar ERTÜRK
Prof. Dr. Kenan YILDIZ
Prof. Dr. Aysen KOÇ
Assoc. Prof. Dr. Selma BOYACI
Assoc. Prof. Dr. Sebahattin YILMAZ
Co-Supervisor Assoc. Prof. Berk ANBAROĞLU

In this study, Geographic Information System (GIS)-based analytical methods were employed to identify suitable areas for walnut (*Juglans regia* L.) cultivation in Kırşehir Province. Within this scope, a total of 14 different criteria were evaluated, including climatic factors (annual total precipitation, minimum temperature, number of days below 5°C, spring relative humidity, and summer relative humidity), topographic features (slope and aspect), soil properties (organic matter, pH, clay, silt, and sand), settlements, transportation networks, and water resources. Settlements and transportation networks were considered exclusionary factors. Climatic data were obtained from the Kırşehir Provincial Directorate of Meteorology and spatially interpolated using the Inverse Distance Weighted (IDW) method in ArcGIS Pro 3.2 software. Topographic data (slope and aspect) were acquired from the USGS Earth Explorer platform. Geographic data such as settlements, roads, and water bodies were obtained from the open-source provider OpenStreetMap (OSM). Soil properties of the area were derived from the SoilGrids 2.0 dataset, developed by the International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), which provides spatial data at a 250 m resolution. All data layers were weighted using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method and combined through Weighted Overlay Analysis to generate a land suitability map. This study contributes to identifying suitable areas for walnut cultivation and highlights the importance of GIS-based decision support systems in agricultural planning and sustainability. As a result, it has been determined that 3.31% (21.741,11 ha) of the total area of Kırşehir Province is highly suitable for walnut cultivation. As a result of the study, it was determined that 3.31% (21.741,11 ha) of the total area of Kırşehir province is highly suitable for walnut cultivation, 8.63% (56.789,07 ha) is moderately suitable, and 26.90% (177.149,76 ha) is marginally suitable.

Keywords: Geographic information systems, Walnut cultivation, Suitable areas, AHP (Analytic Hierarchy Process), Land suitability analysis

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Cevizin Besin Değeri.....	9
Tablo 3.1. Veri Faktörleri ve Veri Tipi.....	26
Tablo 3.2. Kriterlerin Uygunluk Derecesi.....	27
Tablo 3.3. AHP Karar Ölçeği.....	30
Tablo 3.4. Toprak Parametrelerine Ait AHP İkili Karşılaştırma Matrisi.....	31
Tablo 3.5. Toprak Kriterlerine Ait Ağırlıklar	31
Tablo 3.6. AHP Yöntemiyle Karşılaştırma Matrisinden Elde Edilen Her Bir Kriter İçin Ağırlıkların Hesaplanması	32
Tablo 3.7. Kriter Ağırlıkları.....	33
Tablo 4.1. Toprak Parametreleri Optimum Aralık ve Riskli Aralık.....	48
Tablo 4.2. Kırşehir Merkez İlçe Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı	60
Tablo 4.3. Akçakent İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı	60
Tablo 4.4. Akpınar İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı.	61
Tablo 4.5. Mucur İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı...	61
Tablo 4.6. Boztepe İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı.	62
Tablo 4.7. Çiçekdağı İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı.....	62
Tablo 4.8. Kaman İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı...	62
Tablo 4.9. Kırşehir İli ve İlçelerinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Kıtalara Göre Kabuklu Ceviz Üretim Miktarı.....	4
Şekil 1.2. Ülkelere Göre Kabuklu Ceviz Üretimi.....	4
Şekil 1.3. Türkiye’de 1989-2023 Yılları Arasında Meyve Veren ve Meyve Vermeyen Ceviz Ağacı Sayısı.....	5
Şekil 1.4. Kırşehir İlinde Yıllara Göre Ceviz Üretim Miktarı.....	5
Şekil 1.5. Kırşehir İl’ine Ait Uzun Yıllar Ortalama İklim Parametreleri.....	6
Şekil 3.1. Çalışma Alanı ve Meteoroloji İstasyonlarının Konumları.....	23
Şekil 4.1. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliğine Uygun Eğim Haritası.....	37
Şekil 4.2. Kırşehir İl ve İlçeleri Bakı Haritası.....	39
Şekil 4.3. Kırşehir İl ve İlçeleri İlkbahar Geç Donları İçin Minimum Sıcaklık Haritası...	41
Şekil 4.4. Kırşehir İl ve İlçeleri Çiçeklenme Dönemindeki 5°C Altındaki Gün Sayısı Sıcaklık Haritası.....	42
Şekil 4.5. Kırşehir İl ve İlçeleri Bahar Dönemindeki Nispi Nem Haritası.....	44
Şekil 4.6. Kırşehir İl ve İlçeleri Yaz Dönemindeki Nispi Nem Haritası.....	45
Şekil 4.7. Kırşehir İl ve İlçeleri Yıllık Toplam Yağış Miktarı Haritası.....	47
Şekil 4.8. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Organik Madde Miktarı Haritası.....	51
Şekil 4.9. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak pH Uygunluk Haritası.....	52
Şekil 4.10. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Kil Dağılımı Haritası.....	53
Şekil 4.11. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Silt Dağılımı Haritası.....	54
Şekil 4.12. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Kum Dağılımı Haritası.....	55
Şekil 4.13. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin Toprak Uygunluk Haritası...	56
Şekil 4.14. Kırşehir İl ve İlçeleri Tampon Bölgeler Haritası.....	66
Şekil 4.15. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin Uygun Alanlar Haritası.....	67
Şekil 4.16. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin FAO Uygunluk Sınıfları Haritası.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
$\frac{g}{cm^3}$: Gram bölü santimetreküp (toprak yoğunluğu)
ha	: Hektar
km ²	: Kilometrekare
mm	: Milimetre
°C	: Santigrat derece
$\frac{t}{ha}$: Ton bölü hektar (verim ölçümü için)
pH	: Toprak asiditesi/bazlılığı değeri
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
%	: Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKA	: Çok Kriterli Karar Analizi
DEM	: Dijital Yükseklik Modeli
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
MCDA	: Çok Kriterli Karar Analizi
IDW	: Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon
SOILGRIDS	: Uluslararası Toprak Referans ve Bilgi Merkezi (ISRIC)
OSM	: Open Street Map
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
USGS	: Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırması
WOA	: Ağırlıklı Bindirme Analizi

1. GİRİŞ

Tarım alanlarının uygunluk analizi, mevcut arazi kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak için gereklidir. Arazilerin farklı kullanım amaçlarına göre sınıflandırılıp bu doğrultuda değerlendirilmesi durumunda sürdürülebilir tarım gerçekleştirilebilir (FAO, 2006). Tarım/toprak uygunluk haritasının oluşturulmasında kullanılan metodoloji, toprak uygunluğunu belirleyen ana faktörler olarak kabul edilen çeşitli katmanların işlenmesi ve entegrasyonuna dayanır. Toprak, iklim, topografya ve mevcut arazi kullanımı gibi faktörler, belirli bir bölgedeki tarımsal üretim için toprağın uygunluk durumunu değerlendirmede kullanılan temel katmanlardır. Toprak katmanı, fiziksel özellikler (toprak derinliği ve tekstürü) ile kimyasal özellikler (organik madde ve pH düzeyi) gibi parametreleri içerir. İklim faktörü, yağış miktarı ve sıcaklık koşullarını kapsar, topografya ise eğimi ve bakıyı değerlendirir. Mevcut arazi kullanımı ve örtüsü de bu değerlendirmede önemli bir yer tutar. Bu katmanların birleştirilmesi, tarım alanlarının uygunluğunu belirlemek için kritik bir yöntemdir (Malczewski, 1996). Çevresel faktörlere bağlı olarak mevcut ve gelecekteki arazi kullanımları için en uygun mekânsal düzen belirlenirken, farklı faaliyetlerin gereksinimleri, tercihleri veya öngörülleri de ortaya konulmaktadır (Hopkins, 1977; Collins ve ark., 2001).

Tarımsal üretimde uygun alanların belirlenmesi için toprak ve iklim özellikleri büyük önem taşımaktadır. İklim, bakı, eğim ve coğrafi konum gibi çevresel faktörler, mekânsal veriler aracılığıyla analiz edilerek Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla modellenabilmektedir (Yıldırım, 2002). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzun süredir tarım arazilerinin alternatif kullanım alanlarını belirleme, hassas tarımı uygulamaları, ürün verimliliğini değerlendirme ve arazi uygunluk haritalarını oluşturma süreçlerinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Noor Maris ve ark., 2008). Sürdürülebilir arazi yönetimi açısından, çevresel sınırların belirlenmesi ve arazi uygunluk potansiyelinin değerlendirilmesi kritik bir adımdır (Bandyopadhyay ve ark., 2009). CBS tabanlı arazi uygunluk analizlerinde, çalışma alanı, poligonlar veya rasterler gibi temel mekânsal birimlere ayrılarak değerlendirilir. Arazi kullanım uygunluğu çalışmaları, belirlenen alanların belirli bir faaliyete elverişliliğini değerlendirmeyi ve bu alanları uygunluk derecelerine göre sınıflandırmayı içermektedir (Amiri, 2009; Amiri ve Arzani, 2010). Arazi verimliliği, iklim, topografya, toprak türü ve bitki örtüsü gibi çevresel faktörlere bağlıdır. Yanlış arazi kullanımı, bozulmaya ve tarımsal verimliliğin düşmesine yol açabilir (Lupia, 2012).

CBS, kentsel planlama, doğal kaynak yönetimi, ekonomik kalkınma, eğitim, tarım ve ormancılık gibi birçok alanda giderek yaygınlaşan bir şekilde kullanılmaktadır. Planlama süreçlerini destekleyen ve mekânsal analizler yapmaya imkân tanıyan güçlü bir araç olarak, kullanıcılara etkileşimli sorgular oluşturma, harita verilerini düzenleyerek mekânsal bilgileri analiz etme ve elde edilen sonuçları görselleştirme olanağı sunmaktadır (Rajak, 2013).

Tarımsal planlama, mevcut kaynakların düzenlenmesi ve sınıflandırılması yoluyla, bitkisel üretim açısından arazinin biyofiziksel potansiyelinin belirlenmesini mümkün kılar. Bu planlama ve sınıflandırma sürecine ise 'arazi uygunluk değerlendirmesi' adı verilmektedir (Lara-Estrada ve ark., 2017). Tarım arazilerinin uygunluk değerlendirmesi, tarımın gelişmesi için temel araçlardan biridir ve tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması arazinin doğru kullanımına bağlıdır (Noszczyk ve ark., 2017).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA), son yıllarda arazi kullanımı planlaması ve yönetimi konularında karar verme süreçlerini destekleyen etkili bir araç olarak sıkça kullanılmaktadır (Kazemi ve Akinci, 2018).

CBS mekânsal problemlerin analizinde önemli bir araç olurken, çok kriterli karar analizi karar problemlerinin yapılandırılmasına, alternatiflerin değerlendirilmesine ve ağırlıklandırılmasına imkan tanımaktadır (Kahsay ve ark., 2018). Arazi uygunluk değerlendirmesi, birden fazla çevresel ve sosyo-ekonomik kriterin birlikte analizini gerektiren mekânsal bir problem niteliğindedir. Bu bağlamda, CBS destekli ÇKKA yöntemleri, karar vericilere çok sayıda kriteri sistematik bir şekilde değerlendirme ve önceliklendirme imkânı sunmaktadır (Musakwa, 2018).

Ceviz yetiştiriciliğinde çevresel faktörlere olan gereksinimler; çeşit, ağaç yaşı, anaç tipi, meyve varlığı ile büyüme ve dinlenme dönemlerine göre değişiklik gösterir. Diğer meyve türlerine kıyasla ceviz, düşük adaptasyon kapasitesine (plastisite) sahip olup, sıcaklık, ışık, nem ve toprak özellikleri açısından daha yüksek gereksinimleri vardır. Bu faktörler, ceviz yetiştiriciliğinin yayılımını sınırlandıran temel etkenlerdir. Oldukça güçlü bir ağaç olan ceviz, yüksek miktarda besin maddesi ve suya ihtiyaç duyar. Bu nedenle, yıllık ortalama yağış miktarının 650–700 mm'nin altında olduğu bölgelerde sulama zorunlu bir tarımsal uygulama haline gelmektedir (Cociu, 1972; Ramos, 1997; Kamal ve Kamal, 2011; Scedei ve ark., 2020).

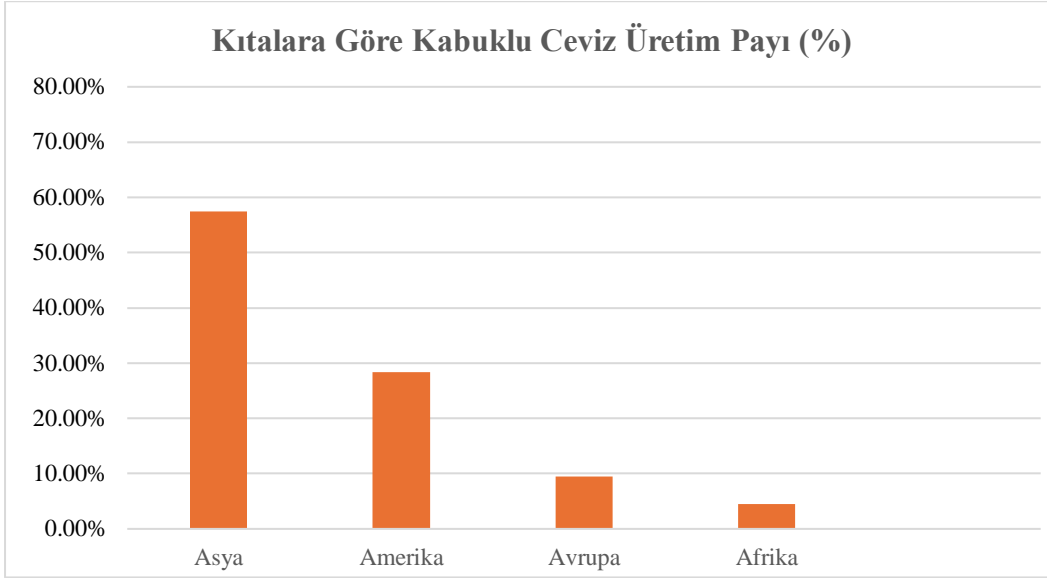
Ceviz bahçesi kurulumunda yer seçimi yapılırken, iklimsel koşullar, toprak özellikleri, su kaynaklarının miktarı ve kalitesi, sulama altyapısının varlığı, enerji erişimi,

ulaşım ağları, bölgedeki tarımsal faaliyet yoğunluğu, iç gücü potansiyeli ve bölgenin sosyo-kültürel yapısı gibi faktörler dikkatle değerlendirilmelidir. Ceviz ağağları derin kök yapısına sahip olup, kökleri 3 metreye kadar ulaşabilmektedir. Verimli ceviz üretimi için ideal toprak yapısı, alüvyon karakterli ve taşkın yataklarına yakın, derin ve iyi drene olabilen tınlı topraklardır. Ancak, taban suyu seviyesi yüksek olan veya sel riski taşıyan alanlar, ceviz tarımı açısından riskli kabul edilmektedir. Arazinin eğimli olduğu bölgelerde teraslama yapılması hem su tutumunu artırmakta hem de erozyon riskini azaltmaktadır. Yeni ceviz bahçesi kurulumlarında, konturlara uygun dikim ve eğime dik toprak işleme uygulamaları, toprak kaybını minimize ederek uzun vadeli verimliliği desteklemektedir (Akça, 2021). Ceviz yetiştiriciliği için %45'ten fazla kil içeren topraklar sıkı yapılı, su geçirgenliği düşük, havalanması zor, asidik, nemli, soğuk ve besince zengindir. Ancak köklerin gelişimini zorlaştırır ve düzensiz verim alınır. Sezonun uzaması, geç sonbahara kadar büyümenin sürmesi ve düşük dona dayanıklılık gibi dezavantajları vardır. Ayrıca bir çok kök hastalıklarına karşı hassasiyeti artırır (Pini ve ark., 1999; Popa ve ark., 2023).

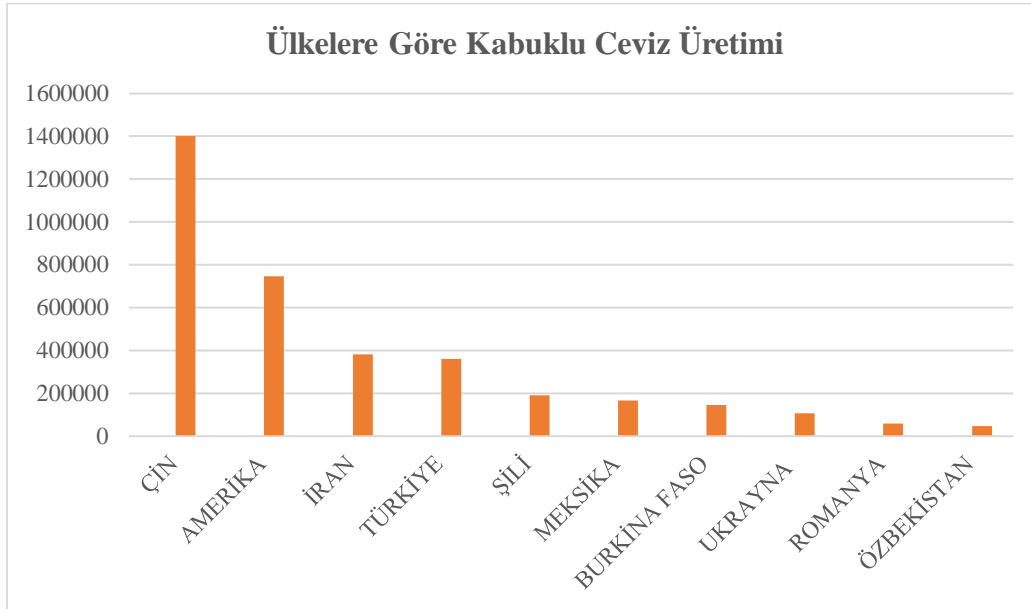
Türkiye ceviz üretiminde de önemli bir potansiyele sahip ülkelerden birisidir. Ceviz yetiştiriciliğinde önde gelen ülkeler Çin, ABD, İnan ve Türkiye'dir (şekil 1.2). lkeler arasında en büyük ceviz ihracatçısı ABD'dir. 2023 yılı verilerine göre kabuklu ceviz üretiminde 1.400.000 ton üretimle Çin birinci, 747.520 ton üretimle ABD ikinci, 380.998 ton üretimle İnan nc, 360.000 ton üretimle Türkiye ise dördüncü sırada yer almaktadır. Kıtalar bazında ise en fazla üretim asya kıtasındadır (şekil 1.1). En fazla hasat alanına sahip ülkeler ise sırasıyla Çin, ABD, Türkiye ve İnan olduğu bilinmektedir (FAOSTAT, 2024). Ceviz retiminde 2022, 2023 yeterlilik derecesi %80,6 olarak belirlenmiştir. Değerin 100'n altında olması, yurt içi talebin üretim miktarının üzerinde olduğunu ve arzın talebi tam olarak karşılayamadığını göstermektedir (TÜİK, 2023). Ülkemizde 2020 yılından itibaren meyve veren ağaç sayısı artarken, meyve vermeyen ceviz ağacı sayısı sabit kalmıştır (Tablo 1.3). Ülkemiz içinde ise Kırşehir ceviz üretimi bakımından önemli bir merkezdir. Kırşehir'de yetiştirilen başlıca ceviz eşitleri ve genotipleri arasında Kaman 1, Chandler, Fernor, Franquette, Midland ve Kaman 5 bulunmaktadır (oban, 2020). Kırşehir ilinde yıllara göre ceviz üretimi 2024 yılı verilerine 4920 ton (şekil 1.4) olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2023)

Kırşehir ili, toplam 6.585 km² yüzölçümüne sahiptir (Anonim, 2025). İl genelinde 326.400 ha tarım alanı, 129.220 ha mera alanı, 52.780 ha nadas alanı ve 43.668 ha orman alanı bulunmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Kırşehir, İç Anadolu Bölgesi'nin

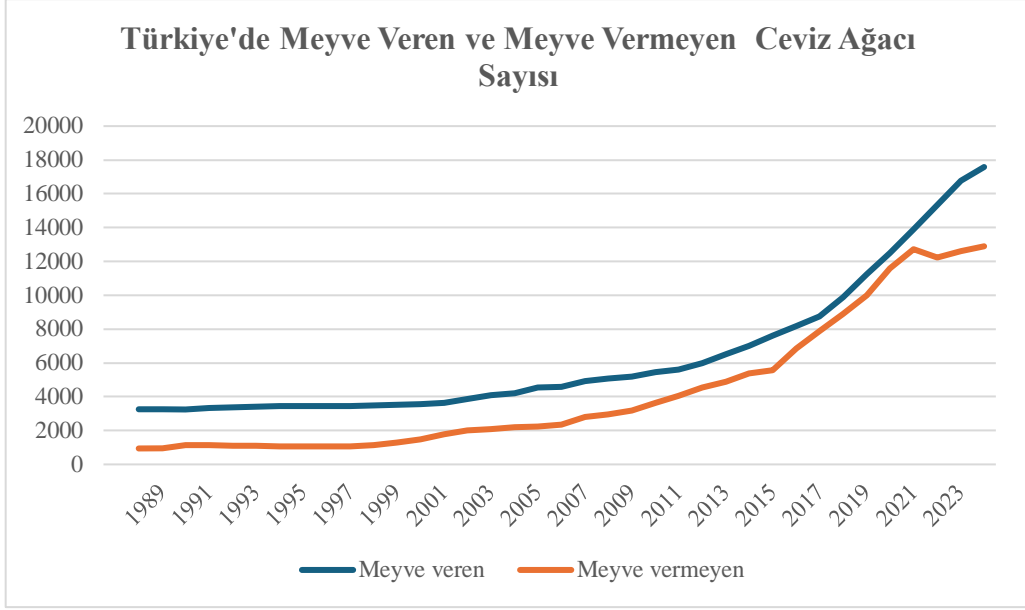
Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer almakta olup, 38°50'–39°50' kuzey enlemleri ile 33°30'–34°50' doğu boylamları arasında konumlanmaktadır. Bölgeye ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 11,6 °C, ortalama en yüksek sıcaklık 17,9 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 382 mm'dir (Şekil 1.5) (MGM, 2024).



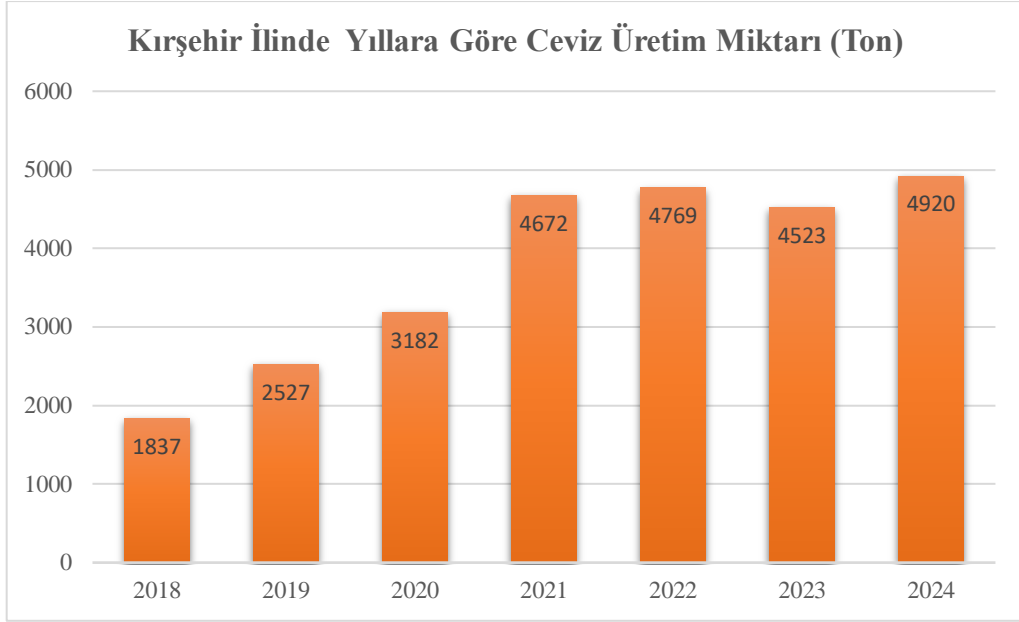
Şekil 1.1. Kıtalara Göre Kabuklu Ceviz Üretim Miktarı (%)



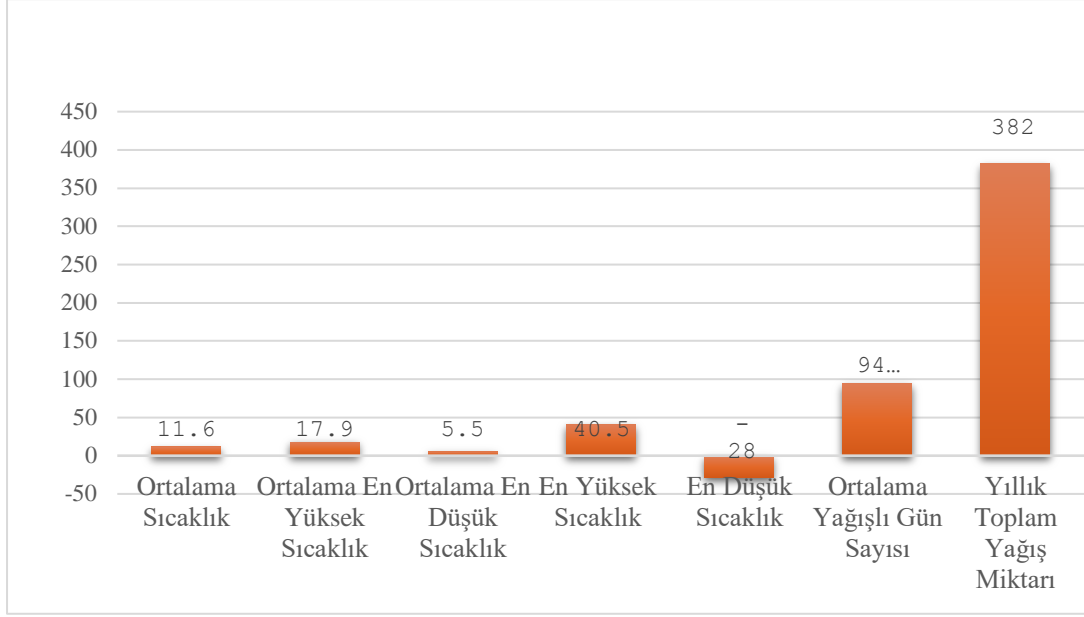
Şekil 1.2. Ükelere Göre Kabuklu Ceviz Üretimi (Ton)



Şekil 1.3. Türkiye’de 1989-2023 Yılları Arasında Meyve Veren ve Meyve Vermeyen Ceviz Ağacı Sayısı (Adet)



Şekil 1.4. Kırşehir İlinde Yıllara Göre Ceviz Üretim Miktarı (Ton)



Şekil 1.5. Kırşehir İl'ine Ait Uzun Yıllar Ortalama İklim Parametreleri (MGM, 2023)

1.1. Amaç

Bu çalışmada, Kırşehir ili ve ilçelerinde ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesinde, birden fazla parametreyi entegre eden ve değerlendiren Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı kullanılmıştır. Uygunluk analizinde; toprak özellikleri, iklim verileri, topografik yapı ve yerleşim yerleri başta olmak üzere toplam 14 temel faktör dikkate alınmıştır. Bu faktörlerden ulaşım ağları ve yerleşim yerleri sınırlayıcı faktörler olarak değerlendirilmiştir. İklim, toprak, yerleşim yerleri ve topografya verileri, ArcGIS Pro 3.2 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Farklı veri katmanlarının entegrasyonu ile gerçekleştirilen analizler sonucunda Kırşehir ili ve ilçelerini kapsayan tüm alanlarda ceviz yetiştiriciliği açısından en uygun alanların belirlenmesi hedeflenmiş böylece doğru arazi kullanım kararlarının alınmasına ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mevcut tez çalışması ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar geçmişten günümüze incelenmiş ve elde edilmiş bulgu ve sonuçlar araştırılan konu etrafında yeniden değerlendirilmesi yapılmıştır.

2.1. Cevizin Sistematığı ve Genel Özellikleri

Ceviz (*Juglans regia* L.), Juglandaceae familyasına ve *Juglans* L. cinsine ait olup yaklaşık 60 tür içermektedir. Bu türlerden 21'i doğrudan *Juglans* cinsine dahil edilmiştir. Tüm türlerin meyveleri yenilebilir olmakla birlikte, hiçbiri Anadolu veya İngiliz cevizi olarak bilinen *Juglans regia* L. kadar büyük ve kolay kırılabilir değildir (Manning, 1978). Diğer ceviz türlerinden belirgin farklılıklar göstermesi nedeniyle *Juglans regia* L. en tanınmış ceviz türü olup dünya genelinde meyvesi için yetiştirilen çeşitlerin büyük çoğunluğunu içermektedir (Şen, 2011). Ceviz ağaçları, çiçek biyolojisi bakımından monoik (tek evcikli) bitkiler arasında yer alır. Erkek ve dişi çiçekler aynı ağaçta, ancak farklı konumlarda bulunur. Ceviz ağacında çiçeklenme, farklı yaşlardaki sürgünlerde meydana gelir. Aynı yılın yıllık sürgünlerinin uçlarında oluşan çiçekler dişi çiçekler olarak adlandırılırken, bir önceki yılın sürgünlerinde gelişen kedicikler erkek çiçeklerdir. Erkek ve dişi çiçeklerin farklı zamanlarda aktif hale gelmesi ise dikogami olarak adlandırılır. Dikogamiyi genetik bir özellik olmakla birlikte sıcaklık gibi çevresel faktörlerdende etkilenmektedir. Ceviz çeşitlerinin çiçeklenme zamanları, verimi doğrudan etkileyen kritik bir unsur olup bahçe kurulumunda dikkate alınmalıdır. Dikogami, ceviz bahçelerinde homojen ve düzenli verim sağlamak için öncelik verilmesi gereken temel konulardan biridir (Shu-Ganga ve ark., 2011). Yeterli meyve tutumuna sahip olmak için ceviz ağacının bol ve sağlıklı çiçeklere sahip olması büyük önem taşımaktadır. Ancak ceviz ağaçları, genellikle polen veya tozlaşma eksikliğine bağlı olarak yüksek çiçek ve meyve dökümü gösterebilir (Valdebenito ve ark., 2017).

2.2. Cevizde Çiçeklenme Özellikleri ve Tozlaşma Süreci

Ceviz (*Juglans regia* L.) ağacında dişi çiçekler oval yapıdadır ve iki karpel içerir. Stigma (dişi organ ucu) iri loblara sahip olup, yüzeyindeki girintili yapı sayesinde polenin tutunmasını kolaylaştırır. Dişi çiçeklerin gelişimi genellikle nisan ayının ortalarında başlar. Polen alımına uygunluğu ifade eden reseptif dönemde, stigmanın rengi sarıdan koyu turuncuya döner ve yaklaşık 45° açıyla açılır. Bu dönemde stigma yüzeyi, poleni

daha etkin yakalayabilmek için yapışkan bir salgı ile kaplanır. Uygun ekolojik koşullarda reseptiflik süresi ortalama yedi gün olup, yaklaşık 20 günlük fizyolojik sürecin ardından stigmalar kuruyarak işlevini yitirir. Erkek çiçekler, bir önceki yılın sürgünleri üzerinde gelişen ve "kedicik" olarak adlandırılan yapılar üzerinde oluşur. İlkbaharda gelişmeye başlayan bu kedicikler, başlangıçta gri renkli ve konik formda olup, 2–3 mm uzunluğunda küçük tomurcuklar hâindedir. Olgunlaşma sürecinde 10–15 cm uzunluğa ulaşan kedicikler aşağı doğru sarkar. Kedicikler, merkezî bir eksen boyunca dizilen ve bu eksene kısa saplarla bağlı çok sayıda erkek çiçekten oluşur. Erkek çiçeklerin çiçek örtüsü altı parçalı bir yapı sergiler ve her bir erkek çiçekte ortalama 12 ila 18 stamen bulunur. Bir kedicikte yaklaşık 150 erkek çiçek yer almakta olup, bu yapıdan yaklaşık 2 milyon polen tanesi üretilebilmektedir. Olgun bir ceviz ağacında ortalama 5.000 kedicik bulunabilir ve bu kediciklerin toplamda 5 ila 20 milyar arasında polen ürettiği bildirilmektedir. Bu polenlerin yaklaşık %10–25'i canlı kalmakta ve potansiyel olarak tozlaşma sürecine katılabilmektedir. Polen üretimini tamamlayan kedicikler zamanla canlılığını yitirir, siyaha döner ve bitkiden ayrılır. Ceviz çiçeklerinde nektar bulunmaması nedeniyle böceklerle tozlaşma gerçekleşmez. Bu nedenle tozlaşma rüzgârla sağlanmakta ve etkili dölleme için ceviz ağaçları yüksek miktarda polen üretmektedir (Keles, 2021).

2.3. Cevizin Besin Değeri

Cevizin yenilebilir kısmı olan iç ceviz, toplam meyve ağırlığının yaklaşık yarısını oluşturur. Yüksek enerji içeriğine sahip olan ceviz, proteinler, yağlar ve mineraller açısından oldukça zengindir. B grubu vitaminleri bakımından iyi bir kaynaktır ve tüm kabuklu yemişler arasında B6 vitamini açısından en zengin olanıdır. Cevizin uçucu aroma bileşenleri arasında 6 aldehit, 6 alkol ve 5 keton olmak üzere toplam 37 farklı bileşik yer almaktadır (Mitra ve ark., 1991). Vücut tarafından üretilmeyen ancak besinlerle alınması gereken esansiyel yağ asitlerinden olan linolenik ve linoleik asit, aynı zamanda omega-3 ve omega-6 yağ asitleri olarak da bilinmektedir (Harris ve ark., 2007).

100 gram yenilebilir ceviz 15,23 gram protein içerirken, bu proteinlerin büyük bir kısmı yüksek biyoyararlanıma sahip olup kolay sindirilebilir özelliktedir. İçeriğindeki yüksek yağ oranı nedeniyle ceviz, yağda çözünen A ve E vitaminlerini taşır; suda çözünen C, B1, B2, folik asit, pantotenik asit ve niasin gibi vitaminler açısından da zengin bir kaynaktır (Tablo 2.1).

Mineral içeriği bakımından ceviz; demir, çinko, bakır, magnezyum, fosfor ve mangan gibi önemli elementler içermektedir. Siyah ceviz, eser elementlerden krom

açısından zengin olup aynı zamanda yüksek oranda iyot içermektedir. Kalsiyum içeriği ise orta seviyededir (Parle ve Khanna, 2011).

Hem olgunlaşmamış ceviz meyveleri hem de ceviz kabuğunun yeşil dış kısmı, askorbik asit (C vitamini) açısından zengin olup sırasıyla %2,0–2.5 ve %0,4–0,8 oranında askorbik asit içermektedir. Ceviz meyvesinin yaklaşık %60-70'i yağdan oluşmaktadır. Bu yağların başlıca bileşenleri linoleik asit (%49,2), oleik asit (%25,7) ve linolenik asit (%18,2) olup, bu bileşenler ceviz yağının besin değerini artırmaktadır (Ahmad ve ark., 2018).

Ceviz yağı diğer kuruyemişlerden daha yüksek oranda omega-3 ve omega-6 çoklu doymamış yağ asitleri içerir (Yildiz ve ark., 2021). Ceviz içi, cevizin ana ekonomik ürünü ve yenilebilir kısmıdır; besin kalitesi ve etkin kullanımı, daima araştırma ve geliştirme çalışmalarının odak noktalarından biri olmuştur. Ceviz içinin besin kalitesi ve verimi; yetiştirilen çeşit, bölgesel çevre koşulları ve uygulanan tarımsal yönetim uygulamaları gibi birçok faktörden etkilenmektedir. (Zhang ve ark., 2023; Xu ve ark., 2024).

Tablo 2.1. Cevizin Besin Değeri (100 g.) (Ozkan ve Koyuncu, 2005; Ahmad ve ark., 2018)

Besin Ögesi	Miktar	Vitamin	Miktar	Mineral	Miktar
Enerji	2738 kJ (654 kcal)	A Vitamini	1 mg	Kalsiyum	98 mg (%10)
Karbonhidrat	13.71 g	Beta-karoten	12mg	Demir	2,91 mg (%22)
Şeker	2.61 g	Lutein+Zeaksan tin	9 mg	Magnezyum	158 mg (%45)
Nişasta	0.06 g	Tiamin	0,341mg (%30)	Fosfor	346 mg (%49)
Lif (Diyet lifi)	6.7 g	Riboflavin	0,15 mg (%13)	Potasyum	441 mg (%9)
Yağ	65.21 g	Niasin	1,125 mg (%18)	Sodyum	2 mg (%0)
Doymuş Yağ	6.126 g	Pantotenik Asit (B5)	0,570 mg (%11)	Çinko	3.09 mg (%33)
Tekli Doymamış Yağ	8.933 g	B6 Vitamini	0,537 mg (%41)	Manganez	3.414 mg (%163)
Çoklu Doymamış Yağ	47.174 g	Folat	98 mg (%25)		
Protein	15.23 g	E Vitamini	0,7 mg (%5)		
Su	4.07 g	K Vitamini	2.7 µg (%3)		
		C Vitamini	1,3 mg (2 %)		

2.4. Cevizin Çoğaltılması

Cevizin tohumla çoğaltılmasında bitki materyalindeki heterozigotluk, uzun gençlik dönemi ve meyve şekli, boyutu, rengi, kalitesi ve olgunluğu ile değişkenlik

gösterir. Bitkiler yönetilemez boyuta ulaşır, verimde düşüğe sebep olur. Günümüzde, tohumdan elde edilen bitkiler yalnızca anaç üretimi ve ıslah çalışmaları için kullanılır. Ancak, bu materyallerin yüksek değişkenliği anaç kalitelerini de tutarsızlığa ve düşüğe neden olmaktadır (Vahdati, 2003). Cevizde vejetatif çoğaltma, ilk kez 1915 yılında Kaliforniya'da, genetik özellikleri ana ağaca birebir benzeyen fidan materyali üretmek amacıyla uygulanmıştır. Bu amaçla geliştirilen kalem ve göz aşısı teknikleri standart hale getirilmiştir. Bu yöntemlerde, sağlam kök sistemine sahip anaç bitkiler üzerine, seçilen ceviz çeşidinin gözünü barındıran sürgünler aşısı materyali olarak kullanılmaktadır. Vejetatif çoğaltım için yalnızca vejetatif tomurcuklar uygundur. Sürgün tam olarak gelişmiş ve dolgun olmalı, iyi taze muhafaza edilmeli ve sürme belirtisi olmamalıdır. Ceviz aşılması için uygun zaman şubat ayının son haftasından mart ayının ortasına kadardır (Verma, 2014). Mikroçoğaltım, büyük ölçekli çoğaltım için uygun bir yöntemdir. Başarısı içsel ve dışsal faktörlere bağlı olmakla birlikte, adventif köklerin oluşumu en kritik aşamadır. Ayrıca hormonal dengesizlik, oksine yanıt vermeyen olgun dokular gibi önemli etkenler de bu süreci etkiler. Anaç bitkilere uygulanan işlemler ve çevresel koşulların yanı sıra oksijen, pH, enzimler, fitohormonlar, poliaminler, karbonhidratlar veya fenolik bileşikler gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal faktörle cevizde adventif kök oluşumunu etkileyebilir. Adventif kök oluşumunun yanısıra mikroçoğaltımın başarısı, birçok ceviz genotipinin *in vitro* koşullarda kültüre alınmaya karşı gösterdiği yüksek dirençle de sınırlanmaktadır (Vahdati ve ark., 2022).

2.5. Cevizin Toprak İsteği

Ceviz (*Juglans regia* L.), verimli ve iyi kalitedeki topraklarda en iyi şekilde büyür. Ceviz, büyüme mevsimi boyunca yeterli nemi bulunduran ve aynı zamanda kökler için yeterli havalandırma sağlayan bir toprağa ihtiyaç duyar. Etkili kök derinliği 90 ila 150 cm veya daha fazla olmalıdır. Kum veya çakıl tabakası, sıkışmış kütleli kil tabakası veya ana kaya tarafından sınırlandırılmamalıdır. Aşırı nem ve durgun su, köklerin gerekli oksijeni almasını engeller; bu durum kök büyümesini yavaşlatır ve ağacın büyümesini durdurur. Ceviz bitkisinin diğer meyve türlerine göre toprak kirecine daha toleranslı olduğu, ancak CaCO₃ formundaki kalsiyumun aşırı miktarda bulunmasının, birçok bitki besin maddesinin bağlanmasına neden olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, toprakta uygun miktarda kalsiyum bulunması istenmektedir. Organik madde içeriği, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler. Cevizde verim, kalite ve toprak verimliliğinde önemli rol

oynar ve ceviz için gerekli temel elementlerin önemli bir kaynağını sağlar. Organik madde hem ağacın beslenmesi hem de kök sağlığı ve drenaj açısından son derece önemlidir. Ceviz, organik madde açısından zengin topraklarda iyi gelişir. Ceviz yetiştiriciliğinde toprakta istenen organik madde miktarı %2,0-3,5 arasında olmalıdır (Ponder, 2004). Çinko ve bor eksikliğine karşı hassas olduğundan, dikim yapılacak alan belirlenmeden önce toprak analizi yapılarak çinko seviyesinin yeterli olup olmadığı kontrol edilmelidir. Optimum büyüme için, normal kireç içeriğine sahip, humus içeriği yüksek, derin ve gevşek yapılı tınlı, balçıklı veya killi tınlı topraklar tercih edilmelidir. Köklerin 3 ila 4 metre derinliğe ulaşabilmesi için alt toprak tabakalarının geçirgen olması ve aşırı kil, taşlı yapılar ya da su tutan katmanlar içermemesi gerekir. Ceviz ağaçları, taban suyu yüksekliğinin uzun sürdüğü topraklarda gelişemez ve kısa süreli su baskınları bile köklerine ciddi zarar verebilir (Ahmad ve ark., 2018).

Ceviz üretim alanlarında toprak verimliliği, pH ve tuzluluk seviyeleri incelenmiştir. Arazi gözlemlerinde bazı bölgelerde ceviz ağaçlarının daha kuru olduğu ve üreticinin belirttiği gibi bir tuzluluk sorununun olup olmadığı araştırılmıştır. Toprak pH değeri üst toprakta 8.3, alt toprakta ise 8,5 olarak ölçülmüş ve bu yüksek pH seviyelerinin bazı eser elementlerin alınımını zorlaştırarak besin eksikliklerine yol açabileceği ifade edilmiştir (Bruning ve ark., 2021).

Yön ve Sönmez (2021), Burdur bölgesinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, ceviz yetiştiriciliği yapılan toprakların pH değerinin 0-30 cm derinlikte 6,58-7,59, 30-60 cm derinlikte ise 6,84-7,64 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Toprak örneklerinin organik madde içeriklerinin düşük humuslu ve alınabilir P bakımından fakir, kısmen yetersiz, alınabilir Fe ve Zn içeriklerinin ise yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Toprakların %80'inden fazlasının kireç açısından yüksek, demir ve çinko içeriklerinin, kısmen de fosfor içeriklerinin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir.

Günümüzde kuzey bölgelerdeki ceviz üretimi önemli bir paya sahiptir ve bu bölgelerdeki ceviz bahçelerinde toprak verimliliği ile gübreleme yönetimi büyük önem arz etmektedir. Yeni ceviz bahçeleri için arazi seçimi yapılırken, toprak oluşum koşulları ile mevcut besin maddelerinin sağlama kapasitesinin dikkate alınması önemlidir (Yan ve ark., 2024).

2.6. Cevizin İklim İsteği

Ceviz (*Juglans regia* L.) için optimum ortalama yıllık sıcaklık 10,5-15°C aralığında olup, kış aylarında sıcaklığın 2,5°C'nin üzerinde olması önemlidir (Bernyi ve

ark., 1991). Ayrıca, ortalama yıllık sıcaklık 7°C'nin altına düştüğünde büyüme ve gelişim ciddi şekilde olumsuz etkilenir. Ceviz, su ihtiyacı açısından da seçici olup, yıllık yağışın 600 mm'nin altına düşmesi bitki için uygun olmayan koşullar yaratır. İlkbahar ve sonbahar donlarına oldukça hassas bir türdür bu nedenle, ceviz yetiştiriciliği için sıcaklık ve yağış koşullarının dengeli olduğu bölgeler tercih edilmelidir. Küresel ısınmanın etkisiyle ortalama yıllık sıcaklıkların ve daha ılıman kışların artış eğiliminin devam ettiği varsayıldığında, *J. regia*'nin büyüme ve gelişme koşullarının daha da iyileşeceği bildirilmiştir (Barengo, 2001). Bir alanın iklim koşulları, bitki büyümesi ve toprak oluşumu üzerinde etkili olan önemli çevresel özelliklerdir. Asgari iklim verisi olarak, en yakın meteoroloji istasyonundan alınan aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama yağış miktarı (mm) kullanılabilir. Mümkünse, bitki gelişim süresi de belirtilmelidir. FAO (1976)'ye göre, bitki gelişim süresi sıcaklığın ≥ 5 °C olduğu dönem boyunca, potansiyel evapotranspirasyondan fazla yağışın bulunduğu nemli koşulların olduğu zaman dilimi olarak tanımlanır (FAO, 2006). Ceviz ağaçları, 400 ile 1800 saat arasında soğuklama gereksinimi duyar ve 0 ile 1700 metre arasındaki yüksekliklerde yetişebilir. Bu özellikler, ceviz yetiştiriciliği için geniş bir coğrafi alan sağlar. Diğer birçok meyve türü gibi, ceviz yetiştiriciliğinde kültürel uygulamalar verim ve kaliteyi etkiler, ancak ana etki ekolojik koşullardan kaynaklanmaktadır (Miletić ve ark., 2009). Ceviz yetiştiriciliği, mutlak minimum kış sıcaklıklarına ve yıllık ortalama sıcaklıklara daha az bağımlıdır (Cosmulescu ve ark., 2010). Nisan veya Mayıs başındaki ilkbahar geç donları, sıcaklıkların -3°C'ye kadar düşmesine yol açabilir ve bu durum yeni sürgünlerin zarar görmesine, dolayısıyla cevizlerin gelişiminin olumsuz etkilenmesine neden olabilir. Ceviz ağaçları mart ile temmuz arasında dengeli yağışa ihtiyaç duyar. Ancak, 500 mm'den az yağış alan bölgeler ceviz yetiştiriciliği için uygun değildir (Verma, 2014). Bir yörede meyve yetiştirilmesi planlanırken o yöreye en uygun çeşit ve genotipin belirlenmesi esastır. Bunun için bir bölgedeki doğal flora dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde verimlilik ve kalite kayıpları ile ilgili çeşitli sorunların önüne geçilememektedir. Bir meyve ağacının herhangi bir ekolojik bölgede yetişebilmesi, kaliteli meyve verebilmesi ve ürünlerini olgunlaştırabilmesi için iklim ve toprak faktörleri hayati öneme sahiptir. Bu nedenle bir yörede çeşit ve tür seçiminde iklim en belirleyici faktördür. Sıcaklık, meyve yetiştiriciliğinde çeşitli iklim faktörleri arasında en kritik olanıdır. Çünkü bitkiler, vejetasyon dönemlerinde belirli bir süre düşük ve yüksek sıcaklık kombinasyonuna ihtiyaç duyarlar (Bükücü ve Sütyemez, 2016). Ceviz ağaçları, sonbaharda yaprak dökümünü teşvik eder ve dormansiye (uyku dönemi) geçiş yapar. Derin dormansi

sırasında -11°C 'ye kadar olan düşük sıcaklıklarda fazla zarar görmeden dayanabilir. Ancak dormansi sonrası büyüme başladığında, 0°C 'nin birkaç derece altındaki sıcaklıklar bile yaprak, sürgün ve çiçeklerde hasara yol açarak ürün kaybına neden olabilir. Ceviz ağaçları, ilkbaharda don riskinin düşük olduğu serin iklimlerde iyi gelişirken, aşırı sıcak yazlara sahip bölgelerde verim düşebilir. İlkbahar geç veya sonbahar erken donlarının sık görüldüğü alanlarda ceviz yetiştiriciliği önerilmez, çünkü bu tür don olayları büyüme noktalarını öldürerek üretimi ciddi şekilde etkileyebilir. Ayrıca, 38°C ve üzerindeki aşırı sıcaklıklar ceviz kabuklarında güneş yanıklarına ve iç kısmında buruşmaya neden olabilir (Ahmad ve ark., 2018). Ceviz, 600-1500 m yükseklik aralığında ekonomik olarak verimli bir şekilde yetiştirilebilirken, bu sınırların dışındaki yüksekliklerde randıman ve nitelik sorunları yaşanabilmektedir (Bayazıt ve ark., 2020). Ceviz, sıcaklığa ihtiyaç duyan bir ağaç türüdür ve büyüme süreçleri, besin alımı, solunum, terleme, fenolojik gelişme evreleri ve kış aylarında dormansi gibi faktörler sıcaklığa bağlıdır (Popa ve ark., 2023).

2.7. Ceviz Yetiştiriciliğinde İklim Değişikliği, Su Yönetimi ve Verimlilik

Küresel iklim değişikliğinin, aşırı iklim olaylarının (kuraklık ve sıcak hava dalgaları) sıklığını artırarak bitki biyolojik çeşitliliğinde değişimlere ve ürün veriminde azalmaya yol açacağı öngörülmektedir (Fedoroff ve ark., 2010). Sınırlı doğal kaynaklar, yeni meyve bahçelerinin genişletilmesini kısıtlamakta ve bu durum üretim uygulamalarının optimize edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, dünya genelinde birçok araştırmacı, azalan doğal kaynaklara (su, ekilebilir arazi) uyumlu sürdürülebilir gıda üretim sistemleri geliştirmek için çözümler aramaktadır (Costa ve ark., 2013). Cevizin su ihtiyacı hakkındaki sınırlı bilgi, yetersiz su kullanımının ve kötü sulama yönetiminin nedenlerinden biridir (Abuzar ve ark., 2013). Meyve kalitesinin ve ekonomik verimliliğin artırılmasında iklim, bahçe konumu, toprak ve doğal çevre koşulları gibi ekolojik faktörler, çeşit ve anaçların genetik ve coğrafi kökeni ile teknolojik koşullar önemli rol oynamaktadır (Botu ve ark., 2021). Ceviz plantasyonu kurmak sürdürülebilir ve ekonomiktir, çünkü dikimden itibaren 3. ve 4. yılda hızlı büyümeye başlar ve 10-12 yıl sonra yüksek verim sağlar, 50-80 yıl arasında uzun bir ömre sahiptir. Ayrıca, diğer meyve türlerine kıyasla kimyasal gübre ve pestisit gerektirmeyen yapısıyla hava, toprak ve su kirliliğini azaltarak organik tarıma uygun bir türdür. Aynı zamanda, Avrupa Birliği'nin pestisit ve yakıt tüketimini %35 azaltma hedefiyle uyumludur (Popa ve ark., 2023).

Fotirić Akšić ve ark. (2024), çalışmalarında, AK (Alsószentiváni 117'× 'Pedro) ceviz çeşidinde polen tüpü büyümesi ve dölleme sonrası süreçlerin apomiksis ile birlikte düşük sıcaklıklara daha iyi adapte olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak ceviz üretiminde iklimin daha karasal olduğu kuzey bölgelere veya daha yüksek rakımlara kaydırılmasının daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Cevizde toprak-bitki su dengesi modelleri neredeyse hiç geliştirilmemiştir. Son yıllarda, iklim değişikliğine bağlı olarak yaz aylarında yağışlarının azalması, özellikle su kaynakları sınırlı bölgelerde su kıtlığı riskini artırmıştır. Bu durum, suya duyarlılığı yüksek olan ceviz yetiştiriciliği gibi tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle, suyun verimli kullanımı ve sulama stratejilerinin optimize edilmesi, günümüzde birçok araştırmanın konusu olmuştur. İtalya'nın Po Vadisi'nde yapılan bir çalışmada, farklı sulama seviyelerinin ceviz ağaçlarının verimi ve su kullanım verimliliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada %50 ETc (evapotranspirasyonun %50'si) düzeyinde sulama yapılan uygulamalarda, yalnızca ilk iki yılda bitki fizyolojik performansı ve verimde orta düzeyde bir azalma gözlenmiştir. Ayrıca sulama seviyelerinin, cevizin fizyolojik performansını, meyve kalite parametrelerini ve verimini önemli ölçüde etkilemediğini bildirmişlerdir (Perulli ve ark., 2025).

2.8. Meyve Yetiştiriciliğinde CBS Uygulamaları ve Uygunluk Analizleri

Meyve ağaçlarında yüksek verim ve kaliteli ürün elde edebilmek için uygun tarım sisteminin belirlenmesi önemlidir (Dixon ve ark., 2001), belirli ürünler için uygun arazilerin doğru şekilde tahmin edilmesi gereklidir (Huynh ve Boehme, 2005). Potansiyel verim (mümkün olan maksimum verim), iklim, toprak özellikleri, topografya, sulama, gübre yönetimi ve daha da önemlisi bitkilerin özellikleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Chlingaryan ve ark., 2018). Ancak, gerçek verim genellikle her aşamada bir veya daha fazla sınırlayıcı faktör nedeniyle potansiyel verimin önemli ölçüde altına düşer (Jin ve ark., 2020). Birçok faktörün etkileşimi, özellikle alternans meyve veren türlerde (bir yıl yüksek, ertesi yıl düşük ya da hiç meyve vermeyen türler) verim tahminini karmaşık bir hâle getirmektedir. Ancak bu faktörler; çevresel faktörler, genotipe bağlı faktörler ve bu iki unsurun interaksiyonları olmak üzere üç temel kategori altında sınıflandırılabilir. Çevresel faktörler arasında hava durumu, yağış, bahçenin konumu, toprak özellikleri, su miktarı ve kalitesi ve tozlaşma faktörlerinin mevcudiyeti bulunur, ancak bunlarla sınırlı değildir. Çevresel faktörleri incelemek sınırlayıcı parametreyi bulmaya ve çözmeye

yardımcı olur. Sınırlı doğal kaynaklar yeni meyve bahçelerin genişlemesini kısıtlar; bu nedenle üretim uygulamalarının optimize edilmesi kaçınılmaz hale gelir. Sonuç olarak, dünya çapında birçok araştırmacı, azalan doğal kaynaklar (su, tarıma uygun arazi), artan iklim anormallikleri, daha katı çevresel düzenlemeler, yeni dirençli zararlı ve hastalık türlerinin ortaya çıkışı bu arayışları daha da önemli kılmaktadır. Bu amaçla, geleneksel bahçe yönetimi uygulamaları yerine, sulama, besin yönetimi, hastalık ve zararlı kontrolü, budama ve hasat gibi tarımsal faaliyetlerin verimsizliğini giderecek veri temelli karar alma yaklaşımlarına geçilmesi gerekmektedir (Jafarbiglu ve Pourreza, 2022).

Qiu ve ark. (2005), Çin'in Fujian eyaleti'nin güneydoğusunda muz, liçi ve longan meyvelerinin üretimi için uygun alanları belirlemek amacıyla Çok Kriterli Değerlendirme (MCE) yaklaşımını kullanmışlardır. Bu çalışmada iklim, topoğrafya ve toprak verileri CBS ile birleştirilmiş; eğim, bakı ve sıcaklık gibi faktörler ArcGIS 8.3 yazılımı ile analiz edilmiştir. AHP ve ağırlıklı doğrusal kombinasyon yöntemiyle uygunluk haritaları oluşturulmuş ve mevcut arazi kullanımı verileriyle karşılaştırılarak potansiyel uygun alanlar tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bölgenin büyük bir kısmının bu meyve türlerinin yetiştiriciliği için çok uygun veya uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Başayığıt ve Şenol (2008), Isparta ilinde meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların coğrafi Bilgi Sistemleri ile belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada toprak ve topoğrafik özellikler ile Landsat uydu verisine ait görüntüleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda il sınırları içerisinde yer alan 154,495 ha'lık alanın meyve yetiştiriciliği yönüyle bir potansiyeli olduğunu, meyve yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli tehditin yüksek taban suyu seviyesi ve topraktaki aşırı nem birikiminin olduğunu bildirmişlerdir.

Dhami ve ark. (2012), Hindistan'ın Uttarakhand bölgesinde elma ve armut yetiştiriciliğine uygun alanları uzaktan algılama ve CBS teknikleriyle analiz etmiş, bölgenin güney kesiminin daha elverişli olduğunu; yüksek rakımlı, killi topraklara sahip tepelik alanların ise düşük sıcaklık ve don riski nedeniyle uygun olmadığını ortaya koymuşlardır.

Teka ve Haftu (2012), arazi birim haritalarını ILWIS 3.3 ve ArcView 3.2 yazılımlarıyla oluşturarak parametrik metodolojiyle yaptıkları değerlendirmede, incelenen Etiyopya'daki tarım arazilerinin %91,5'inin guava ve mango, %77,4'ünün papaya ve %68,9'unun avokado yetiştiriciliği için marjinal uygunluk sınıfında (S3) yer aldığını belirlemiş ve başarılı yetiştiricilik için toprak yönetimi ve iyileştirme çalışmalarının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Selim ve ark. (2018), Antalya ilinde avokado yetiştiriciliğine uygun alanları, CBS tabanlı AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve bindirme analizleri kullanılarak belirlemiştir. Yedi farklı çevresel ve topografik kriter değerlendirilmiş, analiz sonucunda avakado yetiştiriciliği için en uygun ve orta derecede uygun alanların sırasıyla 602.12 km² ve 653.14 km² olduğunu bildirmişlerdir.

Allaw ve Al-Shami (2018), Güney Lübnan'nın kıyı bölgelerinde elma, avokado, çekirdekli meyveler ve dağlık bölgelerde çekirdekli meyveler, muz, turuncgiller, muşmula, incir, antep fıstığı, mango, zeytin, nar ve üzüm olmak üzere onüç tür kalıcı ağacın yetiştirilmesi için en uygun alanı belirlemeyi amaçlamışlardır. Coğrafi faktörler ve toprak, yağış, pH, sıcaklık ve yükseklik, kriterini ele almışlardır. Sonuç olarak, farklı ağaç türleri için uygun farklı lokasyonları göstermekte olduğunu bildirmişler ve CBS'nin önemini de vurgulamışlardır.

Orhan (2021), Mersin ilinde narenciye tarımına uygun alanların belirlenmesi amacıyla CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) yöntemini kullanmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında AHP yöntemi tercih edilmiş ve CBS ortamında ağırlıklı bindirme yöntemi ile arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda, en uygun (85.824 ha) ve orta düzeyde uygun (85.430 ha) alanlar tespit edilmiştir.

Salata ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, İzmir büyükşehir alanında bağcılığa uygun alanlar belirlenmiştir. Yükselti, eğim, bakı, arazi kabiliyeti ve güneş radyasyonu kriterleri, Esri ArcGIS 10.8 yazılımı ile mekânsal bindirme (overlay) yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve Temel Bileşenler Analizi (PCA) tekniğiyle değerlendirilmiştir. Elde edilen son katman, gelecekteki stratejik genişleme ve yönetim için hangi alanların değerlendirilebileceğini tanımlamak üzere kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, stratejik bağ alanlarının belirlenmesi ve yönetimi için karar destek aracı olarak önerilmiş, geleneksel yöntem ve uygulamaları korumayı amaçlayan tekniklerle yeni bir bağ dikim politikasının teşvik edileceği Kozak Yaylası'na odaklanıldığı ifade edilmiştir.

Uyan ve ark. (2023), Ankara bölgesinde bağcılık için arazi uygunluğunu değerlendirmek amacıyla coğrafi bilgi sistemi tabanlı çok kriterli değerlendirme yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, 11 kriter göz önünde bulundurularak belirlenen uygunluk bölgeleri, en uygundan uygun olmayan bölgelere kadar sınıflandırılmış ve elde edilen sonuçlara göre çalışma alanının güney kesimlerinin bağcılık için daha uygun olduğu saptanmıştır.

2.9. Ceviz Yetiştiriciliğinde CBS uygulamaları ve Uygunluk Analizleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bir alanın çevresel kalitesini değerlendirmek amacıyla günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Arazi örtüsü, yollar, akarsular ve diğer mekânsal veriler; çevresel kalitenin farklı ölçütlerini üretmek üzere bir araya getirebilmektedir (Forman ve Alexander, 1998; Wade ve ark., 2003). Özellikle arazi örtüsünün veya ulaşım ağlarının akarsularla çakıştırılması, kıyı habitatu ve su kalitesi hakkında önemli göstergeler sağlayabilmektedir (Wickham ve ark., 2002; Wade ve ark., 2003). Ayrıca (CBS) ve uzaktan algılama verileri, arazi uygunluğunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Maris ve ark., 2008). Arazi uygunluğu sınıflandırma süreci ise, belirli alanların tanımlanmış bir kullanım amacı doğrultusunda uygunluk düzeylerine göre analiz edilmesi ve sınıflandırılmasını kapsamaktadır (Bhagat ve ark., 2009).

Ülkemizde ceviz üretimi gerçekçi olmayan çeşit seçimleri, ilkbahar geç donları, uygun olmayan toprak koşulları, hastalılarla zararlıların yanı sıra doğru ve zamanında yapılmayan kültürel uygulamalar önemli oranda sınırlandırmaktadır. Ülkemizde bu değerlendirmeler ışığında yetiştiriciliğe başlanması, doğru planlamaların yapılması ve plantasyonlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir (Budak, 2010). Dünya nüfusunun hızla artması, tarıma elverişli araziler üzerinde kısıtlayıcı bir faktör hâline gelmiş olup, mevcut tarım alanlarının etkin ve verimli kullanımına her zamankinden daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, belirli bir bölgeye en uygun bitki türlerinin seçimine büyük önem verilmektedir (Kassa ve Mulu, 2012).

Delibaş ve ark. (2015), ceviz yetiştiriciliği için uygun alanların belirlenmesi amacıyla arazi eğimi, bakı ve toprak haritalarını kullanarak eşleştirme çalışması yapmışlardır. ArcGIS 10.1 yazılımı kullanılarak yapılan mekânsal analizler sonucunda, %2'nin üzerinde eğime sahip 24.934 hektarlık alanın baskın olduğunu belirlemişlerdir. Eğim, toprak özellikleri ve diğer bazı faktörler dikkate alındığında, toplam 11.140 hektarlık alanın ceviz tarımı açısından uygun olduğu ortaya konmuştur.

Facciotto ve ark. (2015), İtalya'da yapılan araştırmalarla, marjinal tarım arazilerinde kurulan ceviz plantasyonlarının genellikle başarısız olduğunu ortaya koymuştur. Bu durumun, uygun olmayan ekolojik koşullar, seçilmiş fidan materyalinin eksikliği ve yetersiz bakım gibi faktörlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu nedenle, ceviz yetiştiriciliğinde verimli tarım arazilerinin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Gao ve ark. (2018) ise Çin'in Pekin kentinde CBS verilerini kullanarak ceviz yetiştiriciliğine uygun alanları belirlemeye yönelik bir analiz gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, kentin batı ve kuzeyinde yer alan alçak dağlık bölgelerin ceviz tarımı açısından elverişli olduğu tespit edilmiştir.

Soleimani ve ark. (2018), Tahranda yapmış oldukları çalışmada 12 sinoptik istasyondan ve komşu illerden 8 istasyondan 11 yıllık istatistiksel dönem (2004-2014) iklim parametrelerini (sıcaklık, bağıl nem, yağış ve rüzgar hızı dahil), topografya ve arazi verilerini ceviz yetiştiriciliği için uygun bölgelerin yer seçimi ve imar planlaması için kullanılmışlardır. Tahran Eyaleti'nin tüm alanının %17,82'sine eşit olan 243.882,95 hektarlık bir alanın, ceviz yetiştiriciliği için en uygun olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca sıcaklık, bağıl nem ve bakı'nın ceviz ağaçlarının büyümesi üzerinde özel bir öneme ve etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Erbaş (2019), Trabzon ili Büyükliman Havzası'nda yer alan Tonya ilçesinde, ceviz dikimine uygun alanların belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir arazi uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak eğim, bakı, yükseklik ve Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) gibi topoğrafik parametreler analiz edilmiş ve uygun alanlar belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar orman arazileri ile mekânsal analize tabi tutularak, ceviz yetiştiriciliği için potansiyel taşıyan orman arazileri de belirlenmiştir.

İran'da ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliği için toprak uygunluğunu, mevcut ve gelecekteki (2020–2049) koşullarda iklim değişikliği etkileriyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak belirlemişlerdir. Çalışmada, 375 sinoptik istasyondan sıcaklık, bağıl nem ve soğuklama gereksinimi gibi veriler toplanmış, ayrıca ASTER sensörleri ile irtifa ve arazi eğimi gibi parametreler incelenmiştir. İran'ın kuzey, kuzeybatı ve batı bölgelerinin ceviz yetiştiriciliği için uygun olduğu ve bu alanların gelecekte de önemli birer yetiştirme alanı olacağı, ancak mevcut büyüklüklerinin azalacağı ifade edilmiştir (Vahdati ve ark., 2019).

Kelkit Vadisi'nde yer alan ve ceviz yetiştiriciliği açısından önemli bir bölge olan Şebinkarahisar ilçesinde uygun alanların belirlenmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı bir analiz gerçekleştirmiştir. ArcGIS- ArcMap 10.3 kullanılarak yükselti, eğim, bakı, büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyeti ve toprak derinliği gibi çevresel faktörler değerlendirilmiş ve ceviz yetiştiriciliğine uygunluk haritası oluşturulmuştur. Arazi analizleri sonucunda ilçede toplam 159,695 km²'lik alanın ceviz dikimi için uygun

olduğu belirlenmiştir. Belirlenen uygun alanlardaki toprak özelliklerinin detaylı analiz edilmesi gerektiğini vurgulamış ve ilerleyen çalışmalarda su kaynaklarına yakın bölgelerin değerlendirilmesinin faydalı olacağını ifade etmişlerdir (Atmaca ve Cüce, 2023).

Mardin'in Savur ilçesinde ceviz yetiştiriciliği için uygun alan seçimi üzerine literatür verilerine, uzman görüşlerine ve yerel ceviz üreticilerinin bakış açılarına dayanarak, Coğrafı Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) kullanılarak bir mekânsal karar destek sistemi geliştirmiştir. Ceviz bahçeleri için toprak uygunluk değerlendirmesi dört ana değerlendirme unsuru, on ana kriter ve kırk yedi alt kriter üzerinden yapılmıştır. Çalışmada belirlenen kriterler; akarsulara yakınlık, arazi kullanım kabiliyeti, nisan ayındaki minimum sıcaklık (ilkbahar geç donları), kasım ayındaki minimum sıcaklık (sonbahar erken donları), kışın minimum sıcaklık (aralık-subat), yazın maksimum sıcaklık (haziran-ağustos), rakım, toprak derinliği, büyük toprak grupları ve eğimdir. Değerlendirme kriterleri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve ağırlıklı örtüşme yöntemi ile toprak uygunluk haritası oluşturulmuştur. Çalışmanın sonuçları, Savur ilçesinde 442,56 ha çok yüksek derecede uygun, 9789,43 ha yüksek derecede uygun ve 1140,76 ha alanın orta derecede uygun olduğunu göstermektedir. Çok uygun arazilerin Savur ilçe merkezinin kuzey kesimlerinde yer aldığını bildirmiştir. Bu alışma, AHP ve CBS entegrasyonunun tarımsal arazi kullanım planlaması ve karar destek sistemlerine nasıl katkı sağladığını göstermektedir (Mercan, 2025).

3. MATERYAL VE METOT

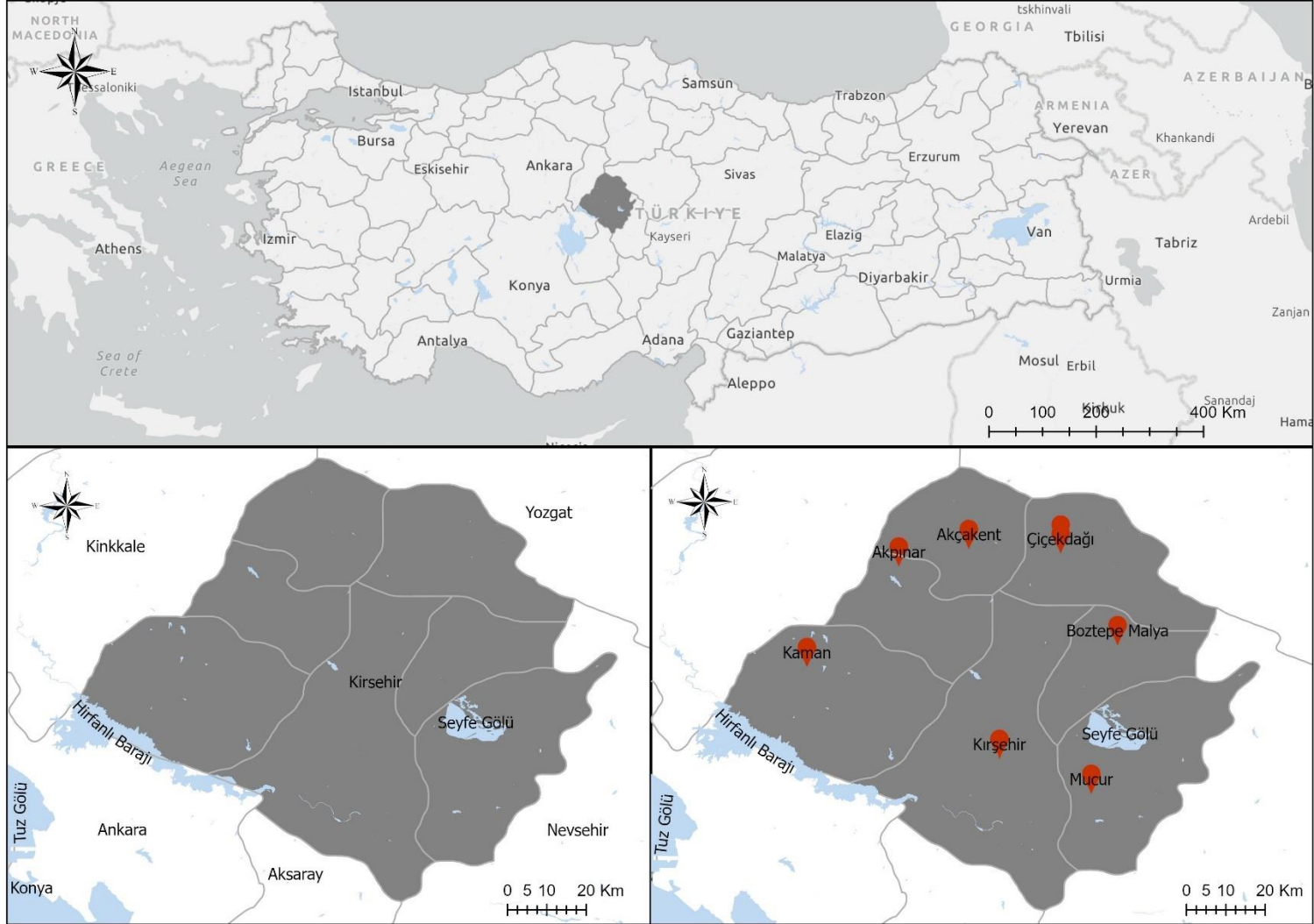
3.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini, 38°50'–39°50' kuzey enlemleri ile 33°30'–34°50' doğu boylamları arasında yer alan Kırşehir ili ve ilçeleri oluşturmaktadır. Çalışmada Kırşehir ilinin eğim, bakı ve iklim özellikleri ile yerleşim yerleri ve su kaynaklarına yakınlık kriterleri dikkate alınmıştır. İdari sınır verileri (il, ilçe ve köy sınırları) Harita Genel Müdürlüğü'nün resmî web sitesi üzerinden ücretsiz olarak temin edilmiştir (Şekil 3.1). İklim verileri kapsamında; toplam yağış miktarı, minimum sıcaklık, 5°C altındaki sıcaklık gün sayısı, bahar dönemine ve yaz dönemine ait nispi nem verileri, Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Bu kapsamda Akçakent, Akpınar, Boztepe (Malya), Çiçekdağı, Çiçekdağı TİGEM, Kaman, Kırşehir ve Mucur meteoroloji istasyonlarına ait 2013–2023 yılları arasındaki 10 yıllık dönem verileri kullanılmıştır. Toprak özelliklerine ilişkin veriler ise SoilGrids platformundan temin edilmiştir. SoilGrids, dünya genelinde toprak özelliklerinin (toprak pH'sı, organik madde oranı, kum, kil ve silt) tahmini dağılımlarını sunan, açık kaynaklı bir küresel veri platformudur. Bu veriler, çalışmada toprak analizlerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca ceviz yetiştiriciliğini olumsuz etkileyebilecek faaliyetlerinden kaynaklı baskıları azaltmak amacıyla tampon bölge (buffer) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; yerleşim yerlerine uzaklık ve su kaynaklarına yakınlık kriterleri dikkate alınmıştır.

Yerleşim yerleri, yollar ve su kaynakları gibi unsurlar için mesafe temelli analizler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, yerleşim yerleri için 500 metre, ana yollar için 300 metre ve su kaynakları için 250 metre yarıçapında tampon bölgeler (buffer zones) oluşturulmuştur. Belirlenen mesafelerin altındaki alanlar, çevresel ve insan kaynaklı etkiler nedeniyle uygun değil olarak kabul edilmiştir. Riskli alanlar analiz dışı bırakılırken, diğer alanlar mesafeye dayalı uygunluk düzeyleri belirlenmiş detaylı bir mekânsal değerlendirme yapılmıştır. Bu tampon bölgeler içerisindeki alanlar uygunluk analizinde uygun değil olarak değerlendirilmiştir. Böylece hem riskli alanlar dışlanmış hem de kalan alanlar arasında göreceli uygunluk dereceleri belirlenmiştir.

Yerleşim yerleri ve su kaynaklarına yakınlık analizi için OpenStreetMap (OSM) platformundan yararlanılmıştır. OSM, gönüllü katılımcılar tarafından sürekli güncellenen ve serbest erişime açık olan küresel bir harita veri kaynağıdır. Topografik özelliklerin belirlenmesinde ise Earth Explorer (USGS) platformu kullanılarak 25 metrelik çözünürlüğe sahip bir Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) elde edilmiştir. Bu SYM verisi

kullanılarak bölgenin eğim ve bakı haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında üretilmiştir. Toplanan tüm bu veriler doğrultusunda, çalışma alanına ait toprak uygunluk haritası, bakı haritası, eğim haritası ve iklim haritası oluşturulmuş; belirlenen uygunluk kriterleri çerçevesinde Kırşehir ili için ceviz yetiştiriciliği uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma Alanı ve Meteoroloji İstasyonlarının Konumları

3.2. Metodoloji

Bu çalışma, Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı mekânsal analiz yöntemlerine dayanmaktadır. Analiz süreci, 14 farklı çevresel ve fiziksel faktörün değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu faktörlerden ikisi (yerleşim yerleri, ulaşım ağları), sınırlayıcı faktörler olarak tanımlanmıştır. Su kaynaklarına yakınlık ise uygunluk derecesini etkileyen bir kriter olarak ele alınmış ve değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Söz konusu sınırlayıcı faktörler, ceviz yetiştiriciliği için elverişsiz olan alanların dışlanmasında kullanılmıştır. Çalışma aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

Veri Toplama ve Hazırlık: İklim, toprak, topografya, yerleşim yerleri, ulaşım ve su kaynaklarına ilişkin tüm gerekli veriler çeşitli kurumsal ve açık kaynaklardan temin edilmiştir. Toplanan veriler, CBS yazılımları kullanılarak analiz için uygun formata getirilmiş veriler düzenlenmiştir (Tablo 3.1).

Kriterlerin Belirlenmesi: Ceviz yetiştiriciliğini etkileyen çevresel faktörler tanımlanmış ve bu faktörlerin uygunluk aralıkları literatürler doğrultusunda kriterlerin uygunluk derecesi belirlenmiştir (Tablo 3.2).

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) Yöntemi: Belirlenen kriterler, AHP yöntemi ile karşılıklı olarak kıyaslanarak göreceli önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu süreçte tutarlılık oranı (CR) da değerlendirilmiş ve 0.10'dan küçük olduğu için sonuçlar güvenilir kabul edilmiştir.

Toprak Verileri ile Ön AHP Analizi:

Çalışmanın ilk aşamasında, toprak özelliklerinin (kil oranı, organik madde miktarı, pH vb.) ceviz yetiştiriciliği üzerindeki etkisini ayrı olarak değerlendirmek amacıyla, yalnızca toprak verilerine dayalı bir AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz ile, farklı toprak özelliklerine sahip alanların uygunluk düzeyleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar, bölgedeki toprak yapısının ceviz yetiştiriciliğine uygunluğunu ortaya koymuştur.

Tüm Kriterlerle Entegre AHP Uygulaması:

İkinci aşamada, toprak uygunluğu değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar, iklim (sıcaklık, yağış, nem), topografya (eğim, bakı), hidroloji (su kaynaklarına yakınlık) ve insan etkisi (yerleşim yerlerine uzaklık, tampon bölgeler) gibi diğer çevresel kriterlerle birlikte değerlendirilerek kapsamlı bir AHP analizi gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, her bir kriterin ceviz yetiştiriciliği üzerindeki göreceli önemi uzman görüşleri ve literatür doğrultusunda belirlenmiş ve ağırlıklandırılmıştır. Bu iki aşamalı analiz yaklaşımı, toprak

özelliklerinin hem kendi içinde değerlendirilmesini hem de diğer kriterlerle birlikte entegre edilerek bütüncül bir uygunluk haritası oluşturulmasını sağlamıştır.

Ağırlıklı Çakıştırma (Weighted Overlay) Analizi: Tüm faktör katmanları CBS ortamında yeniden sınıflandırılarak 1–9 puan aralığında uygunluk değerleri atanmıştır (Tablo 3.3). Belirlenen AHP ağırlıkları doğrultusunda tüm katmanlar birleştirilmiş ve nihai uygunluk haritası elde edilmiştir.

Uygunluk Analizi ve Sınıflandırma: Ağırlıklı analiz sonucu elde edilen harita, ceviz yetiştiriciliğine uygunluk açısından farklı sınıflara (çok, orta, az uygun ve uygun olmayan alanlar) ayrılmıştır.

3.3. Veri Toplama ve Hazırlık

Çalışmada kullanılan mekânsal ve tematik veriler farklı kaynaklardan temin edilmiştir. İdari sınır verileri Harita Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Toprak özelliklerine ilişkin veriler ise SoilGrids platformundan elde edilmiştir. Bu platform, 250 metrelik mekânsal çözünürlüğe sahip raster formatında küresel toprak verileri sunmakta olup, makine öğrenme algoritmaları kullanılarak dünya genelinde yaklaşık 240.000 lokasyondan toplanan toprak gözlemlerini; bitki örtüsü, arazi morfolojisi, iklim, jeoloji ve hidroloji gibi 400'den fazla çevresel değişkenle birleştirerek modellemektedir (Poggio ve ark., 2021). Bu kapsamda çalışma alanına ait organik madde, pH, kil, kum ve silt oranları değerlendirilmiştir. Toprak verileri temel alınarak, yalnızca bu kriterlere dayalı bir ön uygunluk analizi gerçekleştirilmiş, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak toprak uygunluk sınıflaması oluşturulmuştur. Bu analizde toprak faktörleri birbiriyle karşılaştırılarak ağırlıklandırılmış ve çok kriterli değerlendirme sonucunda toprak yapısı açısından uygunluk düzeyleri ortaya konmuştur. Elde edilen raster tabanlı toprak uygunluk haritası, bir sonraki aşamada diğer tüm kriterlerle birlikte nihai uygunluk analizine entegre edilmiştir. İklim verileri (yıllık toplam yağış, minimum sıcaklık, 5°C altı sıcaklık gün sayısı, bahar ve yaz dönemine ait nispi nem oranları) Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu veriler, il genelinde yer alan 8 meteoroloji istasyonuna ait 2013–2023 yılları arasındaki 10 yıllık ortalamaları temsil etmektedir. Topografik veriler, Earth Explorer (USGS) platformundan elde edilen 25 m çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri üzerinden türetilmiştir. Bu veriler kullanılarak eğim ve bakı katmanları üretilmiştir. Yerleşim yerleri, su kaynakları ve yol ağına ilişkin veriler ise OpenStreetMap (OSM) platformundan sağlanmıştır. Tüm veriler

CBS ortamında ortak bir projeksiyon sistemine (UTM WGS84 36N) dönüştürülerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Tablo 3.1. Veri Faktörleri ve Veri Tipi

Kategori	Faktörler	Veri tipi
Meteorolojik Faktörler	Çiçeklenme dönemindeki Minimum sıcaklık (Mart-Nisan-Mayıs ayları) °C Çiçeklenme dönemindeki 5°C Altındaki sıcaklık Gün Sayısı (Mart-Nisan-Mayıs ayları) °C Yıllık toplam yağış (mm) Bahar Nispi nem (Mart-Nisan-Mayıs ayları)(%) Yaz Dönemi Nispi nem (Temmuz ve Ağustos ayları) (%)	Noktasal veri (İstasyon verisi)
Topografik Faktörler	Eğim, Bakı (USGS)	Raster veri (25m)
Toprak Verileri	Organik madde, PH, Kil, Kum, Silt (SoilGrids)	Raster veri (250 m)
Yerleşim Nokta	Yerleşim yerleri, Su kaynakları Yol ağı (OSM)	Vektör veri

3.4. Kriterlerin Belirlenmesi

Ceviz yetiştiriciliğine uygunluk analizinde dikkate alınan çevresel kriterler, literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiş, her bir kriter için uygunluk aralıkları tanımlanmıştır (Cebellos-Silva ve Lopez-Blanco, 2003). Kullanılan temel kriterler aşağıdaki başlıklar altında gruplandırılmıştır;

İklim Verileri: Noktasal meteorolojik gözlemlere (yıllık toplam yağış, çiçeklenme dönemindeki minimum sıcaklık, 5°C altındaki gün sayısı, bahar ve yaz dönemi nispi nem oranları) Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) enterpolasyon yöntemi uygulanmış; bu sayede mekânsal dağılımları raster formatta haritalandırılmış ve analizlerde kullanılmıştır.

Toprak Özellikleri: pH, organik madde miktarı ve toprak tekstür bileşenleri (kil, kum, silt oranları) SoilGrids platformundan raster formatta temin edilmiştir. Bu verilerden toprak uygunluk sınıfları oluşturularak analiz sürecine entegre edilmiştir.

Topografik Özellikler: USGS kaynaklı Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak eğim ve bakı, haritaları türetilmiş, bu veriler topografik sınırlamaların değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Yerleşim yerleri, yol ağı ve su kaynakları

OpenStreetMap (OSM) verisinden elde edilmiştir. Bu unsurlar için farklı mesafe tamponları oluşturulmuş, ardından raster formata dönüştürülerek mekânsal analizlere dâhil edilmiştir. Tüm kriterler, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi çerçevesinde çok kriterli değerlendirme sürecine tabi tutulmuştur. Bu kapsamda, kriterler arası göreceli önem düzeylerini belirlemek amacıyla ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş; hesaplanan tutarlılık oranı (Consistency Ratio, CR) yardımıyla karar matrisinin tutarlılığı kontrol edilmiştir. Tutarlılık oranının 0.10'dan küçük olması durumunda karar matrisinin kabul edilebilir olduğu varsayılmıştır.

Tablo 3.2. Kriterlerin Uygunluk Derecesi

Kriter	Sınıf/ Aralık /Yön		
	Çok Uygun	Orta Uygun	Az Uygun
Bakı	Kuzey Kuzeydoğu Kuzeybatı	Doğu	Batı
Eğim (%)	2-8	8-12	12-15
Minimum Sıcaklık (°C)	≥ -3	≥ -6	≥ -8
5°C Altı Gün Sayısı	≤ 23 gün	≤ 29 gün	≤ 39 gün
Yağış (mm)	≥ 449 mm	410 – 395 mm	≤ 395 mm
Bahar Nispi Nem (%)	84-89	89-92	92-95
Yaz Nispi Nem (%)	52-62	62-66	66-72
Toprak Özellikleri	PH 6,5-7,2 OM ≥ %2	PH 7,2-7,5 OM ≥ % 1,4-1,3	PH ≤5,5 - ≥8,5 OM ≤ %1,3
Yerleşim Yeri Mesafesi	500 m	500 – 300 m	≤ 300 m
Su kaynaklarına Mesafe	250 m	250 – 300 m	≥ 300 m
Yol Uzaklık Mesafesi	300 m	300 – 350 m	≤ 350 m

3.5. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), karar verme sürecinde karar vericilere destek sağlayan matematiksel bir yaklaşımdır. Bu yöntem, karmaşık yapıdaki problemlerde amaçlar, hedefler ve alternatifler arasında hiyerarşik bir yapı kurarak, önceliklendirme esasına dayalı bir model aracılığıyla kararların daha mantıklı ve tutarlı biçimde alınmasına olanak tanır. Bu yönüyle AHP, karar vericilere sistematik bir bilgi temeli sunmaktadır (Ünal, 2012). Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), ilk olarak 1970 yılında Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş bir karar verme yöntemidir. Saaty, 1971 yılında bu yöntemi olasılık planlama problemlerine uygulamış, 1972'de ise Amerika'daki bir

projede AHP'yi kullanmıştır. 1974-1978 yılları arasında ise yöntemin gelişimi tamamlanmıştır (Brodetsky ve Gusev, 2014). AHP, yöntemi özellikle karmaşık karar verme problemlerinin hiyerarşik yapılarla modellenmesini kolaylaştırmakta ve süreci sistematik hâle getirmektedir. AHP hem bireysel hem de grup kararlarında kullanılabilen, objektif ve subjektif yargıların bir arada değerlendirilebildiği nicel bir yaklaşımdır (Yılmaz, 2022). Bu yöntem, "hangi alternatifin daha uygun olduğu" sorusuna yanıt ararken, aynı zamanda problemin tanımlanmasına da katkı sağlar.

AHP Aşamaları

AHP'nin temel adımları ve hesaplama süreci aşağıda özetlenmiştir.

1. Adım: Hiyerarşik Yapının Kurulması

Karar verme problemi tanımlanarak, karar kriterleri ve varsa alt kriterler belirlenir. En üstte amaç, bir altında kriterler ve en altta alternatifler yer alacak şekilde iki ya da üç seviyeli bir hiyerarşik yapı oluşturulur. Kriterler birbirinden bağımsız olarak değerlendirilir ve karşılaştırmalar ikili karşılaştırma matrisi ($n \times n$ boyutunda) kullanılarak yapılır. Bu matris, kriterlerin göreceli önemlerini 1'den 9'a kadar olan ölçekle ifade eder. Kendiyle karşılaştırılan her kriter için değer 1 olur. Her bir matris elemanı a_{ij} , i ve j kriterlerinin karşılaştırmasını gösterir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Burada A , $n \times n$ boyutunda bir ikili karşılaştırma matrisini; a_{ij} ise i . kriterin j . kritere göre göreceli önemini ifade etmektedir. Matrisin köşegenindeki tüm değerler 1 olup ($a_{ii} = 1$), $a_{ij} = 1 / a_{ji}$ olacak şekilde simetrik olmayan bir yapıdadır.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \quad a_{ii} = 1$$

2. Adım: Matrisin Normalizasyonu

İkili karşılaştırma matrisindeki her bir eleman, kendi sütunun toplamına bölünerek normalize edilir. Bu işlem tüm hücrelere uygulandığında, normalize edilmiş matris (Y matrisi) elde edilir. Bu işlem aşağıdaki formülle ifade edilir. Daha sonra, normalize matrisin her bir satırının ortalaması alınarak öncelik ağırlıkları hesaplanır.

$$Y_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

3. Adım: Öncelik Vektörünün Hesaplanması

Normalize edilmiş matrisin her bir satırı toplanarak, toplam değer kriter sayısına (n) bölünür. Böylece her bir kriterin ağırlığını belirten öncelik vektörü elde edilir;

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n}$$

4. Adım: λ max Değerinin Hesaplanması

Ağırlık vektörü ile orijinal karşılaştırma matrisinin çarpımı sonucu elde edilen değerlerin oranlarının ortalaması alınarak en büyük özdeğer λ max Değerinin Hesaplanması;

Ağırlık vektörü ile çarpım sonucu her satırın oranı alınarak hesaplanır:

$$\lambda_{max} = \frac{(A\omega)_i}{\omega_i}$$

5. Adım: Sonuç Vektörünün Hesaplanması

Her kriter için hesaplanan öncelik vektörleri, alternatiflerin karşılaştırma matrisleriyle çarpılarak toplam öncelik matrisi oluşturulur. Bu matris ile alternatiflerin öncelik vektörleri çarpılarak nihai karar vektörü elde edilir. Ağırlığı en yüksek olan alternatif, en uygun karar seçeneği olarak belirlenir.

6. Adım: Tutarlılık Analizi

AHP yönteminde tutarlılığın değerlendirilmesi, kararların güvenilirliğini ölçmek açısından önemlidir. Bunun için Tutarlılık İndeksi (CI) hesaplanır (Zhou ve Shi, 2009). CI değeri aşağıdaki gibi hesaplanır: Burada λ_{max} , karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğerini, n ise matrisin boyutunu ifade eder. Rassal İndeks (RI) değeri ise, karar verilen matrisin boyutuna bağlı olarak Rassal İndeks tablosundan uygun değer seçilmesiyle belirlenir. Bu değer, tutarlılık oranını (CR) hesaplamada kullanılır (Hafeez ve ark., 2007)

Burada $CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1}$, n: kriter sayısı

Çarpım matrisi ile öncelik vektörünün oranlarının ortalamasıdır. Daha sonra bu değer, rassal tutarlılık indeksi (RI) ile kıyaslanarak Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır:

7. Adım: Tutarlılık Oranı (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

RI: Rassal indeks değeri (n'ye bağlı olarak aşağıdaki tabloda verilir).

8. Adım: Rassal İndeks (RI) Tablosu:

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

CR değeri %10'dan küçükse (yani 0.10'dan küçükse), karşılaştırmaların tutarlı olduğu kabul edilir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), karmaşık karar verme süreçlerinde kriterlerin karşılaştırılması ve önem derecelerinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan çok kriterli bir karar analiz yöntemidir. AHP, her kriterin diğer kriterlerle olan göreceli önemini analiz ederek karar vericilere daha sistematik ve bilinçli seçimler yapma imkânı sunar. Bu yöntemde kriterler ikili karşılaştırmalara tabi tutulur ve elde edilen ağırlıklar yardımıyla analizler gerçekleştirilir. Bu çalışmada belirlenen çevresel kriterlere AHP yöntemi uygulanarak göreceli ağırlıklar hesaplanmış ve bu ağırlıklar kullanılarak CBS ortamında ağırlıklı çakıştırma (Weighted overlay) analizi yapılmıştır. Tüm kriterler raster formata dönüştürülmüş ve her bir katman, 1 ile 9 arasında değişen uygunluk değerlerine yeniden sınıflandırılmıştır (reclassification). Bu sınıflamada, 9 çok uygun, 1 ise az uygunluğu temsil etmektedir. Çakıştırma işlemi sonucunda Kırşehir sınırları içerisinde ceviz yetiştiriciliğine uygunluk açısından farklı mekânsal sınıflar elde edilmiştir. Oluşturulan uygunluk haritası, çalışma alanındaki uygun alanların dağılımını görsel olarak ortaya koymuştur. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kapsamında kriterler arasındaki göreceli önem derecelerinin belirlenmesinde, Tablo 3.3'te sunulan 1–9 aralığındaki standart AHP ölçeği kullanılmıştır.

Tablo 3.3. AHP Karar Ölçeği

Değer	Açıklama
1	İki kriter eşit önemdedir.
3	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Bir kriter belirgin şekilde daha önemlidir.
7	Bir kriter güçlü bir şekilde daha önemlidir.
9	Bir kriter son derece daha önemlidir.
2,4,6,8	İki kriter arasındaki ara önem derecelerini ifade eder.

Örneğin, bir kriterin diğerine göre "3" olarak değerlendirilmesi, o kriterin diğerine kıyasla biraz daha önemli olduğunu ifade ederken, "7" değeri güçlü bir önem farkını göstermektedir. Bu tür değerlendirmeler, karar verme sürecinde hangi kriterin daha kritik olduğu konusunda yapısal bir çerçeve sunar (Saaty, 1980). Bu çalışmada öncelikle toprak

verileri AHP yöntemiyle değerlendirilmiş; pH, Organik madde ve toprak tekstürü bileşenleriyle (kil, silt, kum) ilişkin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Uzman görüşleri ve literatür bulguları dikkate alınarak kriter ağırlıkları belirlenmiş ve karşılaştırma matrisinin tutarlılığı değerlendirilmiştir. CR değeri %10'un altındaysa tutarlılık kabul edilebilir düzeydedir. Bu koşul sağlandığında, alternatifler belirlenen kriter ağırlıklarına göre değerlendirilir ve en uygun alternatif, en yüksek öncelik değerine sahip olan olarak belirlenir. AHP'nin sunduğu sistematik yapı sayesinde, karmaşık karar verme süreçleri daha şeffaf ve rasyonel bir şekilde yönetilebilmekte, böylece karar vericilerin daha güvenilir sonuçlara ulaşmaları mümkün hale gelmektedir (Ömürbek ve Şimşek, 2014). Elde edilen tutarlılık oranı (Consistency Ratio, CR) değeri 0.0 olup, bu değer 0.10'un altında olduğu için matrisin tutarlı olduğu kabul edilmiştir.

AHP yöntemiyle oluşturulan toprak parametrelerine ait ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Toprak Parametrelerine Ait AHP İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriter	OM	PH	Kil	Silt	Kum
OM	1	9/8	9/4	9/3	9/2
PH	8/9	1	8/4	8/3	8/2
Kil	4/9	4/8	1	4/3	4/2
Silt	3/9	3/8	3/4	1	3/2
Kum	2/9	2/8	2/4	2/3	1

Bu ağırlıklar, ArcGIS Pro 3.2 yazılımında toprak uygunluk haritalarının oluşturulmasında kullanılmıştır (Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Toprak Kriterlilerine Ait Ağırlıklar

Toprak Değerlendirme Kriterleri	Kriter Ağırlıkları %
Organik Madde (OM)	34,6
PH	30,8
Kil	15,4
Silt	11,5
Kum	7,7

Her toprak verisi katmanı (kil, silt, kum, pH ve organik madde), SoilGrids platformundan 15–30 cm, 30–60 cm ve 60–100 cm derinliklerden elde edilmiştir (ISRIC

– World Soil Information, 2023). Katmanlar sınıflandırılmış ve uygunluk skorları belirlenmiştir. Ardından, bu katmanlar Weighted Overlay (Ağırlıklı Bindirme) analizine dahil edilerek birleşik toprak uygunluk haritası oluşturulmuştur.

$$\lambda_{\max} = 5.00$$

$$CI \text{ (Tutarlılık İndeksi)} = 0.000$$

$$CR \text{ (Tutarlılık Oranı)} = 0.000$$

$$RI \text{ (Rastsal İndeks, } n=5 \text{ için)} = 1.12$$

Sonuç; olarak matris tamamen tutarlıdır.

Toprak kriterlerine ilişkin yapılan AHP analizinin ardından, çalışmada yer alan tüm çevresel faktörler birlikte değerlendirilerek genel uygunluk analizi gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. AHP Yöntemiyle Karşılaştırma Matrisinden Elde Edilen Her Bir Kriter İçin Ağırlıkların Hesaplanması

Kriterler	Bakı	Eğim	Min. Sıcaklık	5°C altı Sıcaklık	Yağış	Yaz Nispi Nem	Bahar Nispi Nem	Toprak	Tampon Bölge
Bakı	1	9/6	9/7	9/7	9/5	9/3	9/3	9/4	9/5
Eğim	6/9	1	6/7	6/7	6/5	6/3	6/3	6/4	6/5
Minimu m Sıcaklık	7/9	7/6	1	1	7/5	7/3	7/3	7/4	7/5
5°C Altı Sıcaklık	7/9	7/6	1	1	7/5	7/3	7/3	7/4	7/5
Yağış	5/9	5/6	5/7	5/7	1	5/3	5/3	5/4	1
Yaz Nispi Nem	3/9	3/6	3/7	3/7	3/5	1	1	3/4	3/5
Bahar Nispi Nem	3/9	3/6	3/7	3/7	3/5	1	1	3/4	3/5
Toprak	4/9	4/6	4/7	4/7	4/5	4/3	4/3	1	4/5
Tampon Bölge	5/9	5/6	5/7	5/7	1	5/3	5/3	5/4	1

3.6. Kriterlerin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan veri setlerinin etki dereceleri AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ile ikili karşılaştırmalar yapılarak belirlenmiş ve her faktör CBS ortamında

sayısallaştırılmıştır. Toplanan veriler ve belirlenen kriter ağırlıkları ArcGIS 3.2 Pro yazılımı kullanılarak haritalar üretilmiştir. Özellikle bakı, eğim, yağış, iklim ve diğer çevresel kriterler CBS ortamında analiz edilmiştir. AHP’de elde edilen kriterler ve alt kriterlere göre belirlenen değerler CBS ortamında karşılaştırılarak uygunluk haritaları oluşturulmuştur. İklim Haritalarında vejetasyon dönemindeki toplam yağış, erkek ve dişi çiçeklerin gelişim süreçlerindeki 5°C altındaki sıcaklıkların görülme sıklığı, ilkbahar geç donlarının gözlemlendiği minimum sıcaklık değeri, bahar ve yaz aylarındaki nispi nem değerlerini içermektedir.

Bu matris temelinde kriter ağırlıkları hesaplanmış ve elde edilen ağırlık yüzdeleri Tablo 3.7’de verilmiştir;

Tablo 3.7. Kriter Ağırlıkları

Kriter	Ağırlık %
Bakı	18,4
Eğim	12,2
Minimum Sıcaklık	14,3
5 C altındaki sıcaklık	14,3
Bahar nispi nem	6,12
Yaz nispi nem	6,12
Yağış	10,2
Toprak	8,16
Tampon Bölge	10,2

λ max (Maksimum Özdeğer): = 9.00

CI (Tutarlılık İndeksi): = 0.013

RI (Rastsal İndeks, n=9 için): 1.45

CR (Tutarlılık Oranı): 0.009 <(0,10)

AHP yöntemiyle oluşturulan karşılaştırma matrisi için yapılan tutarlılık analizinde, maksimum özdeğer (λ max) yaklaşık olarak 9.00, tutarlılık indeksi (CI) 0.013, rastgele tutarlılık indeksi (RI, n=9 için) 1,45 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre tutarlılık oranı (CR) şu şekilde hesaplanmıştır. CR <0.10 olduğu için karşılaştırma matrisi tutarlıdır ve elde edilen kriter ağırlıkları güvenilir kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kırşehir ili için ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesine yönelik olarak toprak, iklim, topografya ve yerleşim etkisini içeren çevresel faktörler değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde, söz konusu faktörler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle ağırlıklandırılmış; elde edilen kriter ağırlıkları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında Ağırlıklı Bindirme Analizi tekniğiyle birleştirilmiştir. Bu sayede, çalışmanın temel çıktısı olan ceviz yetiştiriciliği uygunluk haritası elde edilmiştir. Mekânsal analiz sonuçları detaylı biçimde ele alınarak, bölgesel planlama, tarımsal üretim ve doğal kaynak yönetimi açısından taşıdığı potansiyel etkiler de değerlendirilmiştir.

Eğim analizi; tarıma elverişli potansiyel alanların belirlenmesi, toprak korumaya yönelik havza yönetimi, ağaçlandırma ve sulama yönetiminin optimize edilmesi gibi birçok alanda önemli bilgiler sağlar. Toprak derinliği, nemi, tekstürü ve besin maddesi mevcudiyeti gibi toprak özelliklerinin dağılımı eğimle birlikte değişmektedir. Dik yamaçlarda erozyonun yüksek olması nedeniyle toprak derinliği genellikle azdır; buna karşın, vadilerin tabanında ve yamaç eteklerinde topraklar daha derin yapıdadır. Toprak besin maddeleri yalnızca çevresel değişkenlere göre değil, aynı zamanda toprak derinliğine göre de farklılık gösterir. Bu nedenle, yerel farklılıklar bitkisel verimlilik, besin içeriği ve mineral dağılımını etkiler. Farklı eğim değerlerine sahip alanlarda farklı toprak derinlikleri ile tarımsal üretim yapılmaktadır. Genellikle eğimi daha az olan alanlarda ürün verimi daha yüksek olmaktadır (Seyedmohammadi ve ark., 2019).

Kırşehir ili genelinde ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliği için topografyanın önemli bir unsuru olan eğim değerlerinin dağılımı Şekil 4.1’ da verilmiştir. Eğim; toprak işlenebilirliği, su yönetimi, erozyon riski ve mekanizasyon olanakları gibi tarımsal üretimde temel belirleyici etmenlerden biridir. Haritada öne çıkan %2–8 eğim aralığı, ceviz yetiştiriciliği açısından optimum koşulları temsil etmektedir.

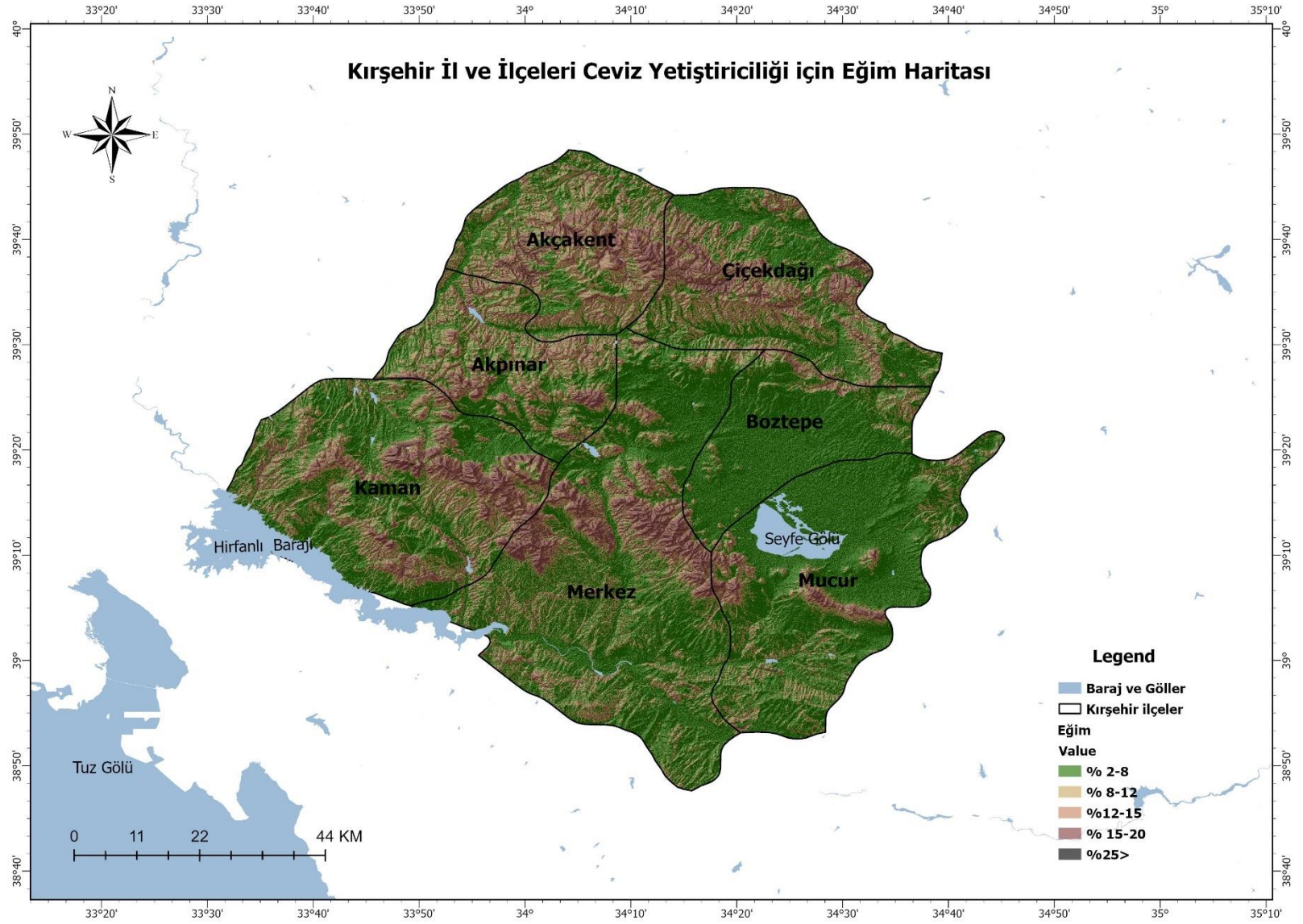
Bu eğim aralığına sahip alanlar:

- Tarımsal mekanizasyonun rahatlıkla uygulanabildiği,
- Sulama suyunun homojen bir şekilde dağıtılabildiği,
- Erozyon riskinin düşük seviyede kaldığı,
- Kök gelişimi açısından uygun toprak derinliği ve havalanmasına sahip alanlardır.

Nitekim konuyla ilgili bir çalışmada; Tekirdağ ili merkez köylerinde ceviz yetiştiriciliği için %2'nin üzerinde eğime sahip 24.934 hektarlık alan tespit edilmiş, bu alanlardan 11.140 hektarı uygun olarak sınıflandırılmıştır (Delibaş ve ark., 2015). Bu çalışmada, Kaman ilçesi genelinde farklı eğim sınıfları gözlenmekle birlikte, özellikle %2–8 aralığındaki düşük eğimli alanlar, ceviz yetiştiriciliği için son derece elverişli koşullar sunmaktadır. Her iki çalışma da düşük eğimli arazilerin erozyon riski düşük, tarımsal mekanizasyona uygun ve üretim açısından avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Arazi eğimi, ceviz yetiştiriciliğinde hem tarımsal mekanizasyona uygunluk hem de su yönetimi açısından kritik bir faktördür.

%3–6 arasında değişen hafif eğimli araziler, meyve bahçelerinin bakım, hasat ve ulaşım faaliyetlerinin kolayca yürütülmesine olanak tanımakta, aynı zamanda makine kullanımını da desteklemektedir. Hafif eğimli araziler, eriyen kar suları ve yağış sonrası oluşabilecek yüzey sularının doğal şekilde drenajını sağlayarak suyun birikmesini önler ve bitki köklerinin zarar görmesini engeller. %10–12'nin üzerindeki eğim değerine sahip araziler, verimlilik ve sürdürülebilir üretim açısından sınırlayıcı özellik taşımaktadır (Popa ve ark., 2023). Bu çalışmalara göre %8–12 eğim aralığı ise kontrollü ceviz yetiştiriciliği için kısmen uygun kabul edilmekte olup, bu tür alanlarda teraslama ve toprak koruma önlemleri zorunlu hale gelmektedir. %12'in üzerindeki eğimler ise, yüksek erozyon riski, işleme zorlukları ve sulama verimsizliği gibi nedenlerle ekonomik ve teknik açıdan ceviz yetiştiriciliğine uygun değildir. Ayrıca eğimle birlikte toprak tekstürü ve gübreleme uygulamaları da entegre şekilde değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, eğim faktörü ceviz yetiştiriciliğinde sadece arazi işleme açısından değil, sürdürülebilir üretim planlaması ve ekonomik verimlilik bağlamında da kritik bir öneme sahiptir. Buna göre yapılan çalışmalarda en uygun eğimin %3-6 arasında olduğu, %10-12 arasında ise risk oluşturduğu ortaya konulmuş ve bu eğim aralıkları değerlendirilerek çalışmamızda bölge koşulları dikkate alınarak en uygun eğim aralığı % 2-8 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliğine Uygun Eğim Haritası

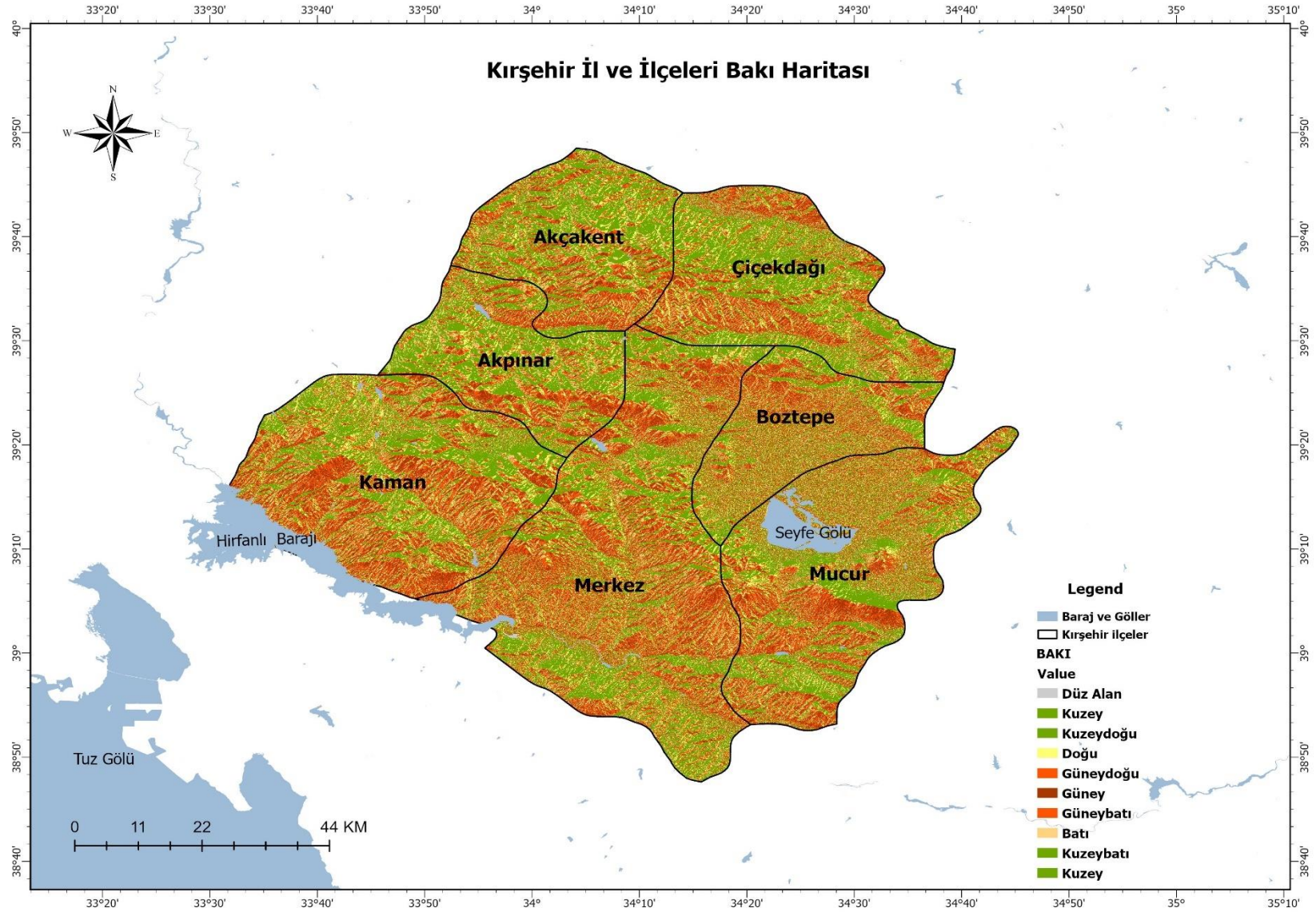
Bakı haritası, Kırşehir ili ve ilçelerinde ceviz yetiştiriciliği için arazi yöneyini gösteren tematik bir haritadır. Bakı faktörü, bitki gelişiminde mikroiklim koşullarını belirleyerek fenolojik süreçleri ve verimliliği doğrudan etkilemektedir (Şekil 4.2). Kırşehir ili genelinde ceviz yetiştiriciliği açısından önemli bir çevresel parametre olan bakı (eğimli arazilerin yönelimi) faktörünün mekânsal dağılımını göstermektedir. Bakı, güneşlenme süresi ve yoğunluğu belirlediği için toprak sıcaklığı, nem seviyesi ve don riski gibi mikroklimatik koşulları doğrudan etkiler.

1. Optimal Yönler (Kuzey, Kuzeydoğu, Kuzeybatı): Bu yönler ilkbahar geç don riskini azaltan ve nem tutma kapasitesi yüksek alanlardır. Kuzey yamaçlar daha serin ve nemli mikroiklim sağlar ve vejetatif büyüme süresi kısadır. Su stresini minimize eder, toprak geç ısınır ve ilkbahar geç donlarına karşı tolerans sağlar.

2. Kısmen Uygun Yönler (Doğu): Erken çiçeklenme riski taşır. Ancak düşük rakımlı alanlarda kontrollü yetiştiricilik için uygundur.

3. Uygun Olmayan Yönler (Güney, Güneybatı, Güneydoğu, Batı): Erken çiçeklenmeye neden olarak don riskini artırmaktadır, daha fazla güneş ışığı alarak sıcak ve kurak koşullar sunmaktadır.

Ceviz yetiştiriciliğinde özellikler ilkbahar geç don riski yüksek olan bölgelerde, bahçelerin kuzey yönüne bakan eğimli arazilere kurulması önerilmektedir. İlkbahar geç donları ve sonbahar erken donlarından korunmak için kuzeye bakan araziler uygun olurken, erken hasat yapmak amacıyla güney yönünün tercih edilmesi ceviz yetiştiriciliği açısından avantaj sağlayabilir (Akça, 2001). Ceviz, yayılma alanı boyunca genellikle akarsuların çevresinde ve kuzeye ya da doğuya bakan yamaçların alt kısımlarında en büyük boyutlarına ve en yüksek değerine ulaşır (Ponder, 2004). Güney ve güneybatı yamaçlar, ilkbaharda daha hızlı ısındığı ve sonbaharda daha yavaş soğuduğu için yüksek rakımlarda büyüme süresinin uzamasına katkı sağlamaktadır. Buna karşın, kuzey ve doğu yamaçları genellikle daha soğuk olup don riski taşırsa da düşük rakımlarda ceviz yetiştiriciliği için uygun ortamlar sunabilmektedir. Bununla birlikte, soğuk havanın eğim boyunca serbestçe akışının sağlanması önemlidir. Doğal çukurlar veya engeller nedeniyle biriken soğuk hava, ceviz ağaçlarında don olaylarına yol açarak mahsul kaybına neden olabilir (Ahmad ve ark., 2018). Ceviz bahçesi kurulacak arazinin bakısı, üretim başarısını doğrudan etkileyen faktörlerdendir. Kuzeye bakan yamaçlarda çiçeklenmenin daha geç gerçekleşmesi, zaten erken uyanan ceviz türü için ilkbahar geç donlarından korunmayı sağlayarak don zararının önüne geçebilecektir (Atmaca ve Cüce, 2023)

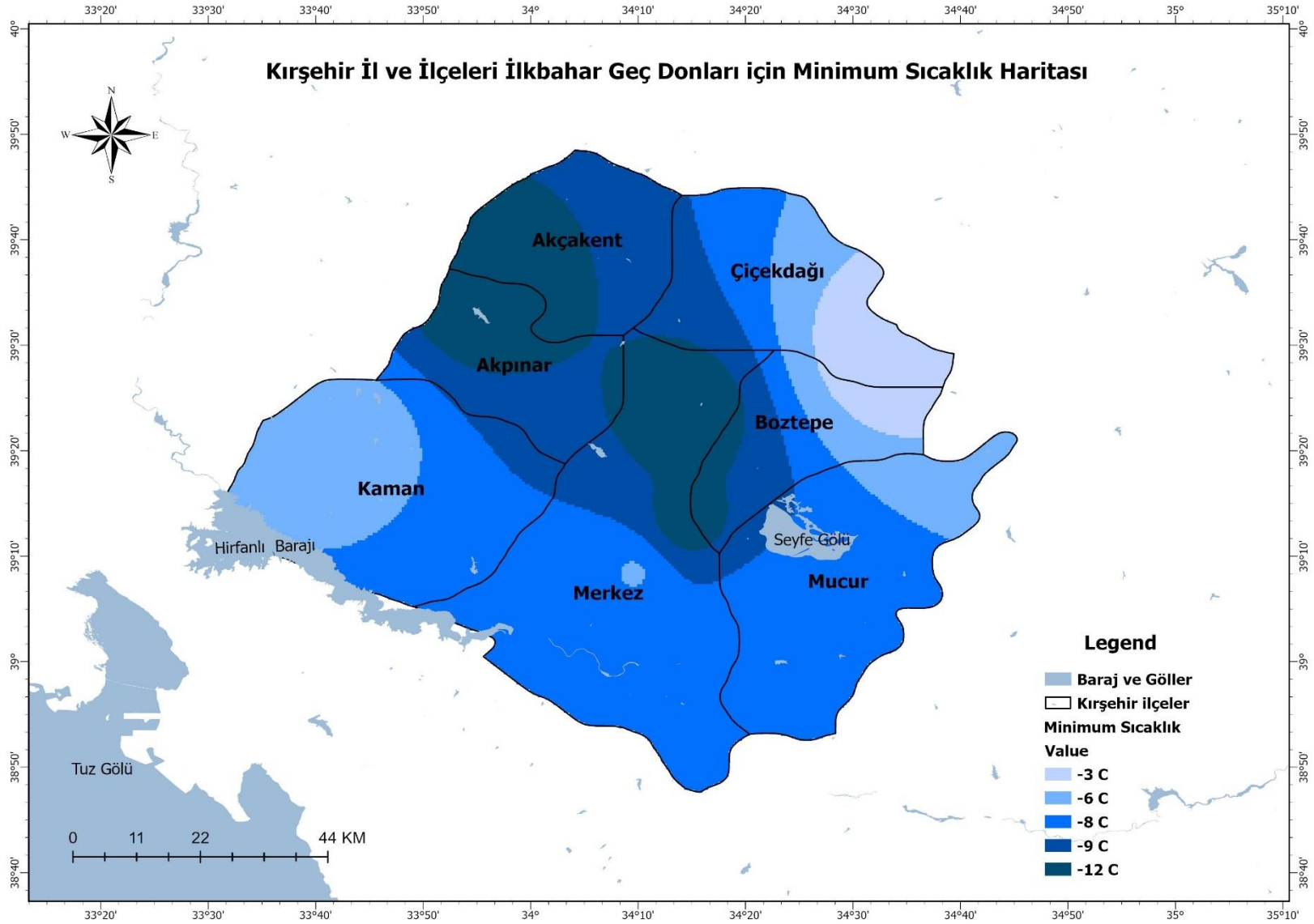


Şekil 4.2. Kırşehir İl ve İlçeleri Bakı Haritası

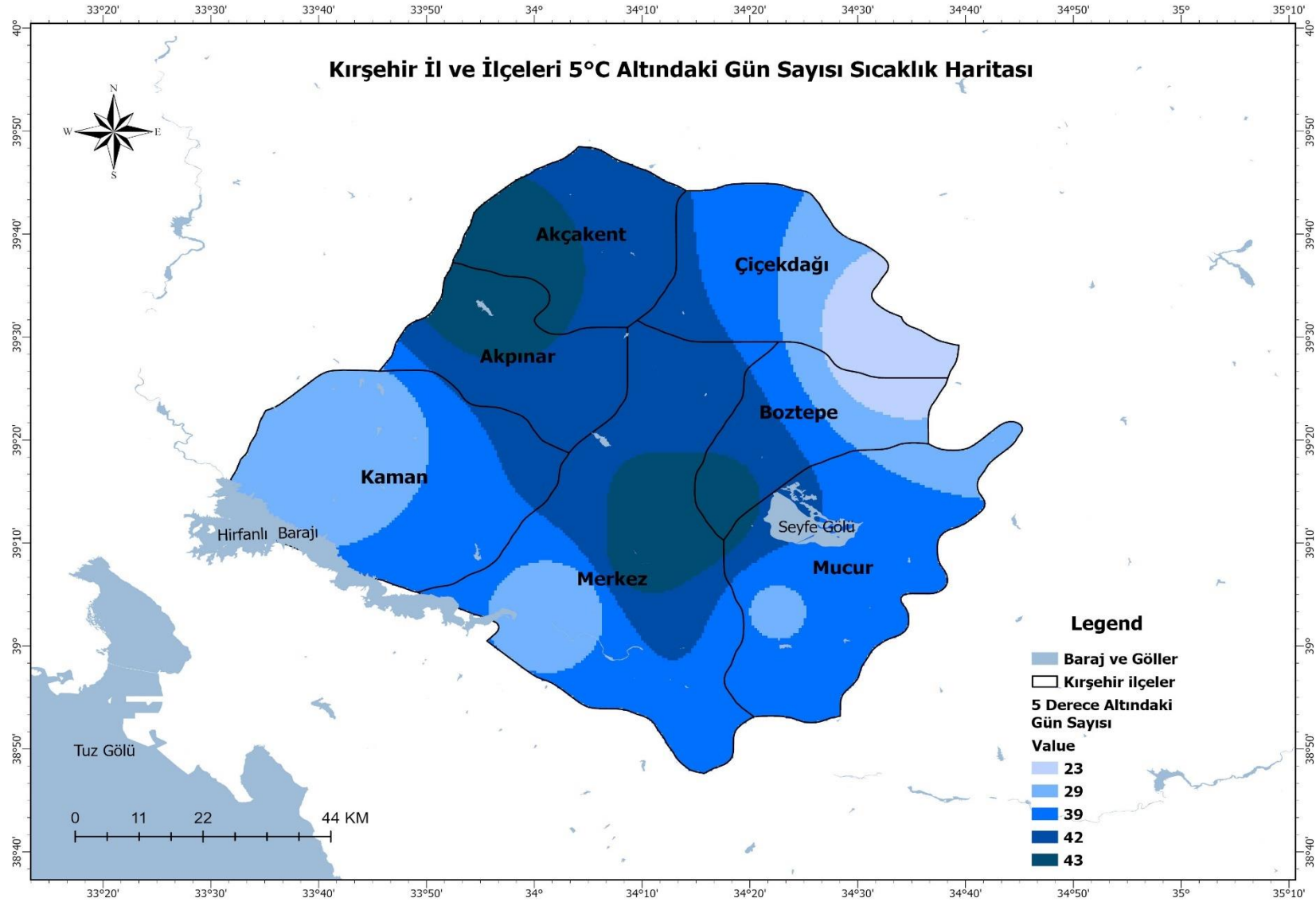
Şekil 4.3'te Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliği açısından kritik öneme sahip olan çiçeklenme döneminde (Mart-Nisan-Mayıs) kaydedilen minimum sıcaklık değerlerinin mekânsal dağılımını gösterilmektedir. Renk skalası, -3°C ile -12°C arasındaki minimum sıcaklık değerlerini ifade etmektedir. Kaman ilçesinin kuzeybatısı ile Boztepe ve Çiçekdağı ilçelerinin kuzeydoğusunda minimum sıcaklıklar -3°C ile -6°C arasında değişmektedir. Bu alanlar, çiçeklenme döneminde çok düşük sıcaklıkların görülmediği ve ceviz yetiştiriciliği açısından nispeten uygun iklim koşullarına sahip bölgeler olarak değerlendirilmektedir. Ancak, özellikle nisan ayı sonu ve mayıs başında meydana gelebilecek ilkbahar geç donları, sıcaklıkların -3°C 'ye kadar düşmesine neden olabilir. Bu durum, taze sürgünlerin zarar görmesine ve dolayısıyla ceviz ağaçlarının gelişiminin olumsuz etkilenmesine yol açabilir (Verma, 2014).

Meteorolojik veriler doğrultusunda, çiçeklenme döneminde en düşük sıcaklıkların kaydedildiği alanlar belirlenmiş olup, bu alanlar ceviz yetiştiriciliği açısından risk teşkil etmektedir. Ceviz ağaçları için sıcaklık parametreleri, özellikle vejetasyon dönemi ile dormansi sürecinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Çiçeklenme dönemi (Mart–Mayıs) boyunca sıcaklığın 5°C 'nin altına düştüğü gün sayısı, ceviz üretiminde verim kaybı ve ekonomik zarara doğrudan etki eden kritik bir göstergedir (Şekil 4.4). Bu dönemde 5°C 'nin altındaki gün sayısı analizi sonuçlarına göre: Kaman'ın batı kesimleri ile Boztepe–Çiçekdağı geçiş kuşağında, çiçeklenme döneminde ise yalnızca 23–29 gün boyunca görece düşük don riski taşıyan alanlar olarak öne çıkmaktadır. Buna karşılık Merkez, Akpınar ve Akçakent çevresinde 5°C altı gün sayısı 39–43 gün aralığında olup, don kaynaklı zarar riski yüksektir. Bu bulgular, ceviz bahçesi kurulumu planlanırken don riskinin en aza indirilmesi açısından yöre seçimini ve uygun çeşit tercihlerini yönlendirmede yol gösterici niteliktedir.

Nitekim; Kuzey Amerika'ya özgü Juglans türlerinde yapılan ekolojik araştırmalar, odunsu bitkilerin büyüme ritimlerinin hem aktif ($+10^{\circ}\text{C}$) hem de efektif ($+5^{\circ}\text{C}$) sıcaklık toplamlarıyla güçlü bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymuştur. Tüm Juglans türlerinde en yoğun vejetatif büyüme mayıs–haziran aylarında gerçekleşmekte; tomurcuk şişmesi, çiçeklenme ve meyve tutumu evrelerinde ise $+5^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklık toplamı kritik eşik olarak kabul edilmektedir (Ishchuk ve ark., 2021). Bu veriler, 5°C altı gün sayısının minimumda tutulduğu koşulların, sadece don riskini azaltmakla kalmayıp aynı zamanda çiçeklenme evrelerinin sağlıklı gelişimine de katkı sağlayacağını göstermektedir .



Şekil 4.3. Kırşehir İl ve İlçeleri İlkbahar Geç Donları için Minimum Sıcaklık Haritası

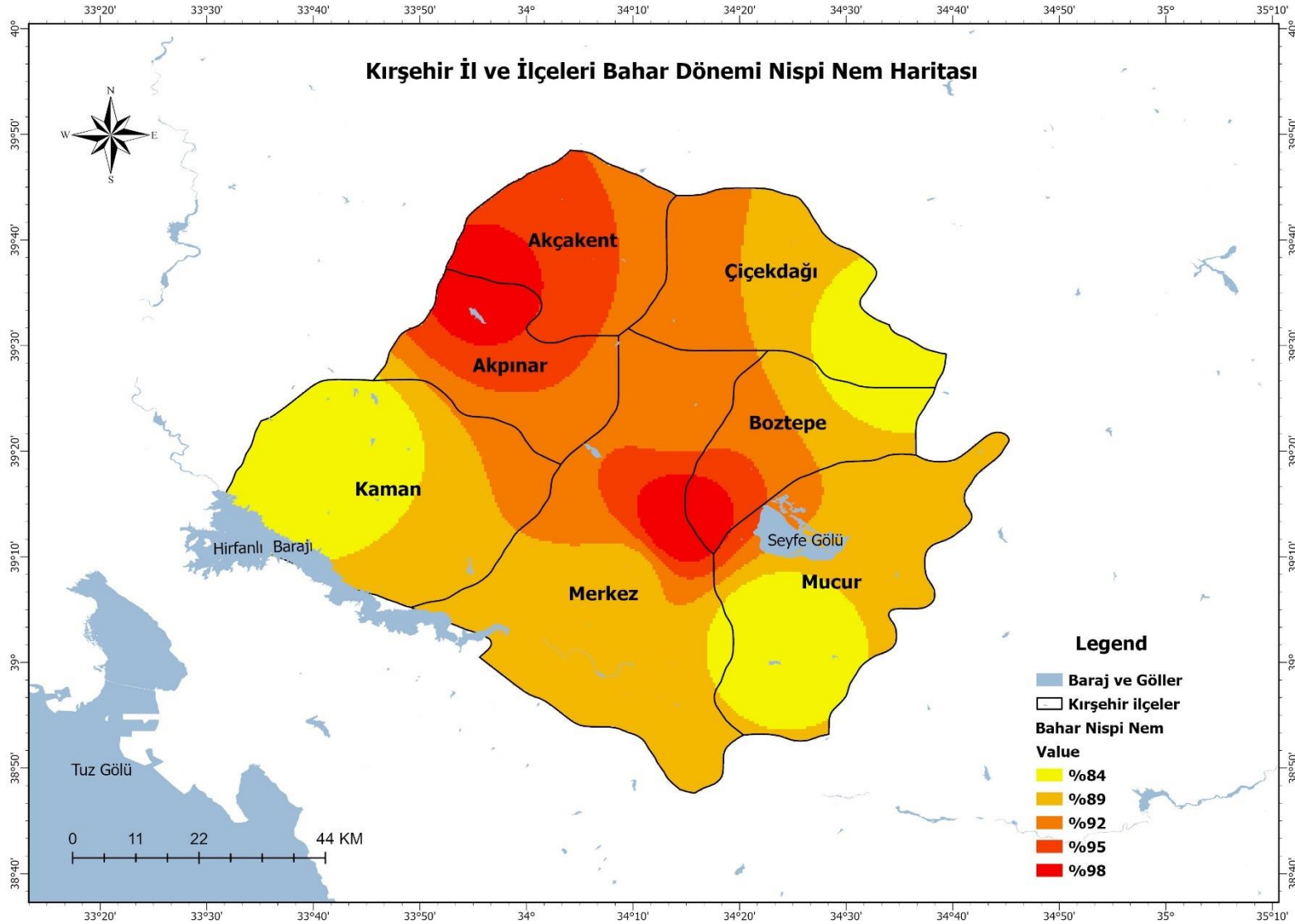


Şekil 4.4. Kırşehir İl ve İlçeleri Çiçeklenme Dönemindeki 5°C Altındaki Gün Sayısı Sıcaklık Haritası

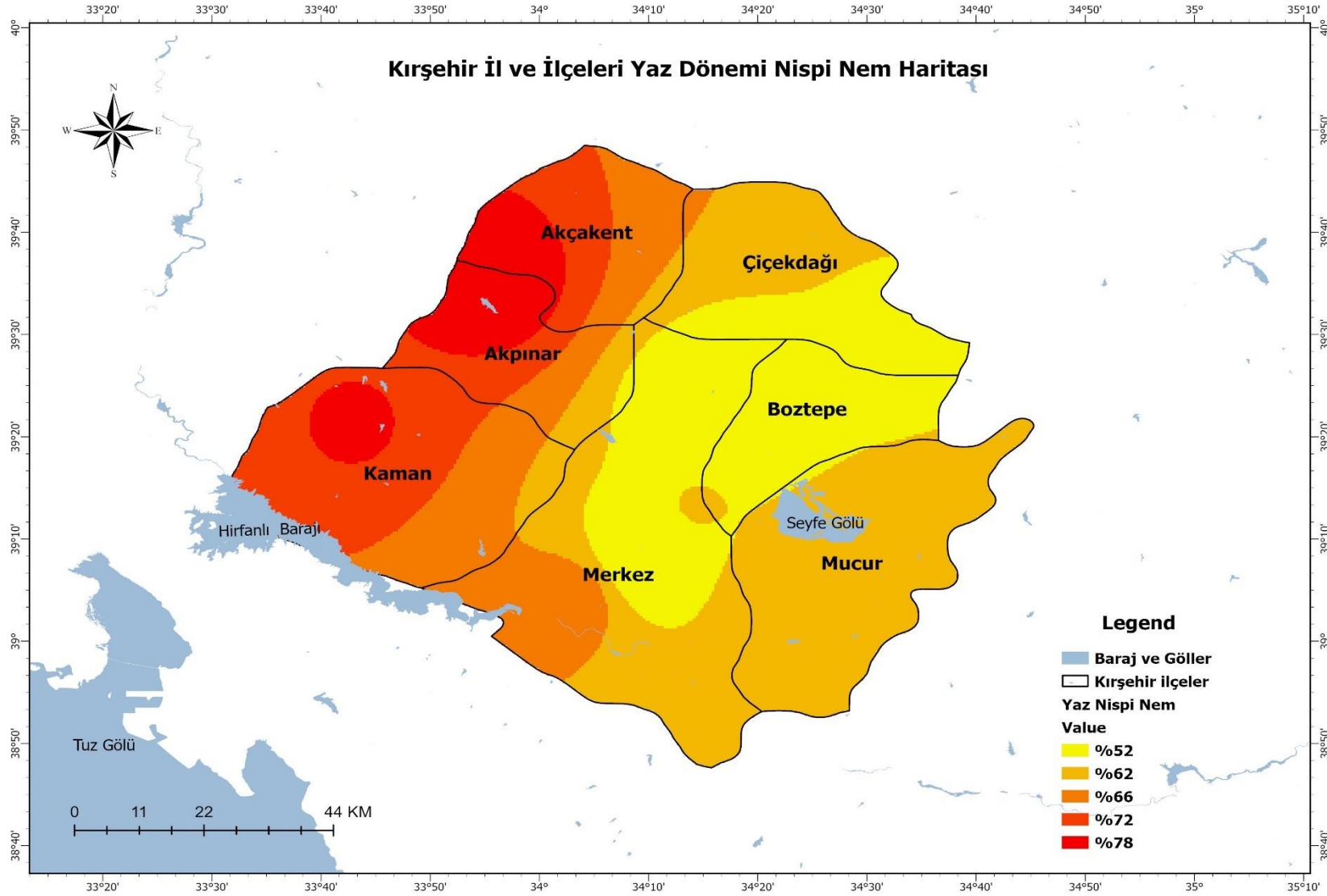
Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliği açısından kritik dönemlerden biri olan bahar aylarına (mart, nisan, mayıs) ait ortalama nispi nem değerlerinin mekânsal dağılımı, iklimsel verilere göre değerlendirilmiştir (Şekil 4.5). Nispi nem, özellikle çiçeklenme, tozlanma ve meyve tutumu gibi hassas fenolojik evrelerde ceviz ağaçlarının fizyolojisini doğrudan etkileyen temel bir iklimsel faktördür. Haritada görülen %84–89 aralığındaki alanlar, ceviz yetiştiriciliği için ideal nem koşullarına sahip bölgeleri temsil etmektedir. Bu değerler, atmosferik su buharı miktarının bitki gelişimi için uygun düzeylerde olduğunu ve fizyolojik stres yaratmadığını göstermektedir. Diğer yandan, %92'nin üzerindeki yüksek nem seviyeleri, özellikle mantar kaynaklı hastalıkların gelişimini teşvik edebileceğinden, ceviz üretiminde risk teşkil edebilir.

Grange ve Hand (1987), bağıl nemin 20 °C sıcaklıkta %55 ila %90 aralığında (yaklaşık 1.0–0.2 kPa buhar basıncı açığı) bulunduğunda, bitkilerin fizyolojik dengesi açısından uygun koşullar sağladığını ve bu sınırların dışındaki nem düzeylerinin bitki gelişimi üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini belirtmiştir. Özellikle yüksek bağıl nem, ceviz bahçelerinde fungal hastalıkların artışına yol açabileceği gibi, düşük nem de su stresi oluşturarak büyüme ve verimi olumsuz etkileyebilir. Kırşehir özelinde değerlendirildiğinde; Kaman, Mucur ve Çiçekdağı çevresi, %84–89 nem değerleriyle nispeten en uygun alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliği açısından önemli dönemlerden biri olan yaz aylarına (temmuz, ağustos) ait ortalama nispi nem değerlerinin mekânsal dağılımı iklimsel verilere göre değerlendirilmiştir (Şekil 4.6). Yaz döneminde nispi nem, ceviz meyvesinin gelişimi, irileşmesi ve kalite parametreleri üzerinde belirleyici bir etkidir. Ayrıca, nem seviyeleri mantar ve bakteri kaynaklı hastalıkların yayılımını da etkiler. Ceviz yetiştiriciliği açısından yaz aylarında dengeyi koruyan nem oranları hem verim hem de kalite açısından avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle hem bahar hem de yaz dönemindeki nem verilerinin birlikte değerlendirilmesi, uygunluk sınıflandırmalarının daha doğru yapılmasına katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.5. Kırşehir İl ve İlçeleri Bahar Dönemindeki Nispi Nem Haritası



Şekil 4.6. Kırşehir İl ve İlçeleri Yaz Dönemi Nispi Nem Haritası

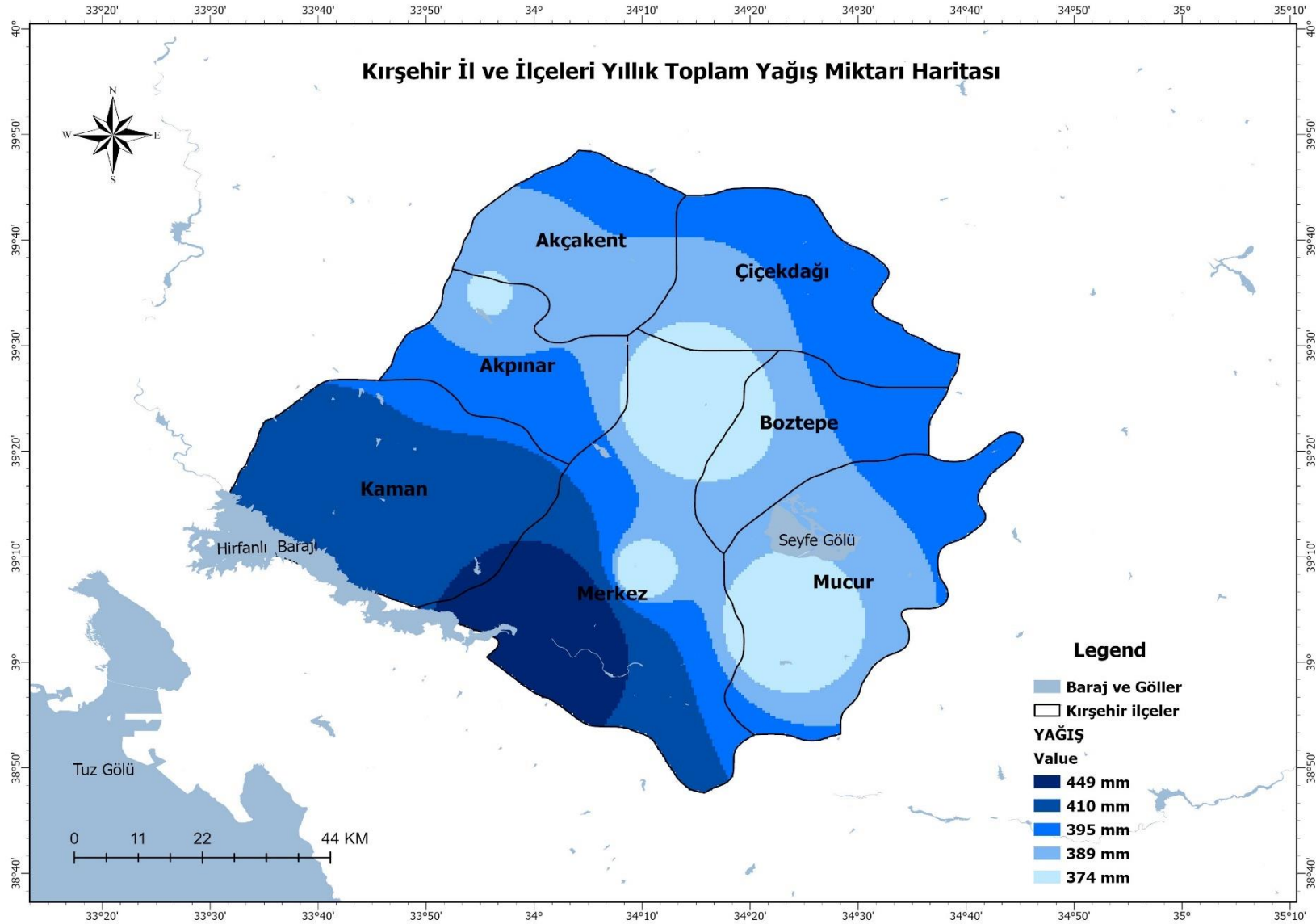
Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliği açısından önemli iklim parametrelerinden yıllık toplam yağış miktarlarının mekânsal dağılımı iklimsel verilere göre değerlendirilmiştir (Şekil 4.7). Ceviz ağaçları, özellikle çiçeklenme, meyve oluşumu ve tohum gelişimi dönemlerinde yüksek su ihtiyacı gösterdiğinden, bu parametre kritik öneme sahiptir. Kuraklık stresi, cevizde verim kaybına, tohumun buruşmasına ve kalite düşüşüne neden olabilmektedir (Cohen ve ark., 1997). Barengo (2001), yıllık yağış miktarının 600 mm'nin altına düşmesinin ceviz yetiştiriciliği için uygun olmayan koşullar oluşturduğunu belirtmiştir. Verma (2014) ise, yıllık 500 mm'den az yağış alan bölgelerin ceviz tarımı açısından elverişsiz olduğunu vurgulamaktadır. Ceviz ağaçları için ideal yıllık su ihtiyacı, ekolojik koşullara ve yağış rejimine bağlı olarak 1200–1350 mm arasında değişmektedir. Bu miktar doğal yağışlarla sağlanamıyorsa, ilave sulama şarttır. Aynı zamanda kullanılan sulama suyunun kalitesi de verim ve ağaç sağlığı üzerinde doğrudan etkilidir (Akça, 2001).

Harita verilerine göre:

- Merkez ilçesi 449 mm ile en yüksek yıllık yağış miktarına sahiptir.
- Kaman ilçesi 410 mm ile ikinci sırada yer almakta,
- Çiçekdağı 395 mm ile izlemektedir.

Diğer ilçelerde yağış miktarları daha düşük seviyelerde olup, en düşük değerler 374 mm civarındadır.

Bu bulgular doğrultusunda, Kırşehir genelinde yağış miktarı ceviz yetiştiriciliği için tek başına yeterli değildir. Bu nedenle, sulama altyapısının kurulması ve etkin bir şekilde yönetilmesi, bölgedeki ceviz üretim potansiyelinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir.



Şekil 4.7. Kırşehir İl ve İlçeleri Yıllık Toplam Yağış Miktarı Haritası

Ceviz yetiştiriciliği açısından farklı toprak katmanlarında değerlendirilen fiziksel ve kimyasal özelliklerin bütüncül bir yaklaşımla mekânsal olarak yorumlanmasını sağlamıştır. Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliği açısından kritik öneme sahip olan toprak organik madde içeriğinin (%) dağılımını göstermektedir (Şekil 4.8).

Organik madde, toprağın su tutma kapasitesi, besin döngüsü ve mikrobiyal aktivite için temel bir göstergedir. Ceviz ağaçları, özellikle %1,5-3,0 aralığında organik madde içeren topraklarda optimal gelişim gösterir (Popa ve ark., 2023) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Toprak Parametreleri Optimum Aralık ve Riskli Aralık

Parametre	Optimum Aralık	Riskli Aralık
OM	% 2-3,5	<1,5
pH	6,2 – 7,5	<5,0 - >8,2
KUM	30 – 50 (%)	>50 (%) Aşırı Geçirgen
KİL	<35 (%)	>35 (%) Kompakt
SİLT	30 – 50 (%)	>50 (%)

Toprak organik madde içeriği, ceviz yetiştiriciliğinde verimliliği doğrudan etkileyen önemli bir parametredir. Kumlu toprakların genellikle düşük organik karbon içeriğine sahip olduğu, buna karşın kil fraksiyonlarının organik karbonla pozitif ilişkili olduğu bildirilmiştir (Eusterhues ve ark., 2003). Toprak organik karbonu, önemli bir besin kaynağı olmasının yanı sıra, toprak verimliliği, bitki kök bölgesindeki su ve besin alışverişi süreçleri ile arazi bozulmasının önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Bandyopadhyay ve ark., 2009).

Toprak pH'ı, besin maddelerinin kullanılabilirliği, bitki gelişimi ve verimlilik üzerinde temel bir rol oynar. PH değeri, topraktaki besin elementlerinin erişilebilirliği, bitkiler için toksisite riski ve belirli ürünler için arazinin uygunluğu hakkında önemli bilgiler sağlar (Mustafa ve ark., 2011). Ceviz, geniş bir pH aralığında yetişebilir; pH değeri 5,5 ile 8,5 arasında uygun olup, optimum aralık 6,2 ile 7,5'tir. Alkalin seviyelerde kalsiyum (Ca) ve sodyum (Na) birikimi, asidik seviyelerde ise manganez (Mn) artışı gözlemlenir (Strugstad ve Despotovski, 2012). Kırşehir ilindeki toprak pH aralığı 5-8 arasında değişirken, Kaman ilçesinin büyük bir bölümü ve Akçakent ile Çiçekdağı ilçeleri arasında pH değerlerinin 6,2 ile 7,5 arasında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.9). Humus içeriğinin %2'nin altına düşmesi, ceviz ağaçlarının büyüme ve meyve verme kapasitesini olumsuz etkileyebilir (Strugstad ve Despotovski, 2012). Bu bağlamda, Kaman ilçesinde organik madde içeriğinin daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Ceviz, derin ve iyi drenajlı, tınlı dokulu toprakları tercih etmektedir. İdeal kil oranı %35'in altında olmalı; çünkü %45'in üzerindeki kil içerikleri, sıkı yapılı, su geçirgenliği

düşük ve soğuk toprak koşulları yaratmakta, bu da kök gelişimini zorlaştırarak verimi azaltmaktadır (Pini ve ark., 1999; Popa ve ark., 2023). Ayrıca yağış miktarının fazla olduğu bölgelerde kil toleransı daha da düşmektedir. Silt içeriği, toprakların su tutma kapasitesini artırırken, aşırı düzeyde bulunması durumunda sıkışma riskine neden olabilmektedir. Tınlı dokunun sağlanabilmesi için %30–50 silt oranı uygun kabul edilmektedir. Kum fraksiyonu yüksek olan topraklar, geçirgenliği artırmakla birlikte su ve besin tutma kapasitesini düşürmektedir. Ceviz için ideal kum içeriği %30–50 arasında kabul edilmektedir (Mohni ve ark., 2009).

Kırşehir topraklarındaki kil oranı %34,2 ile %43,6 arasında değişmekte olup, bazı bölgelerde bu oran ceviz yetiştiriciliği açısından sınırlandırıcı bir etki yaratmaktadır (Şekil 4.10). Harita bulguları, Kırşehir'in büyük bölümünde bu sınırlar içinde silt oranlarının bulunduğunu göstermektedir. Ancak, bazı alanlarda yüksek silt içeriği, toprağın yapısını olumsuz etkileyebilir ve ceviz kök gelişimini kısıtlayabilir (Şekil 4.11). Harita bulguları ile, Kırşehir'in büyük bölümünde kum oranlarının %24,3 ile %38,7 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.12).

Ceviz yetiştiriciliği için toprak uygunluk haritası, kil, silt, kum, organik madde ve pH gibi temel toprak parametrelerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle ağırlıklandırılarak bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi sonucunda oluşturulmuştur (4.13).

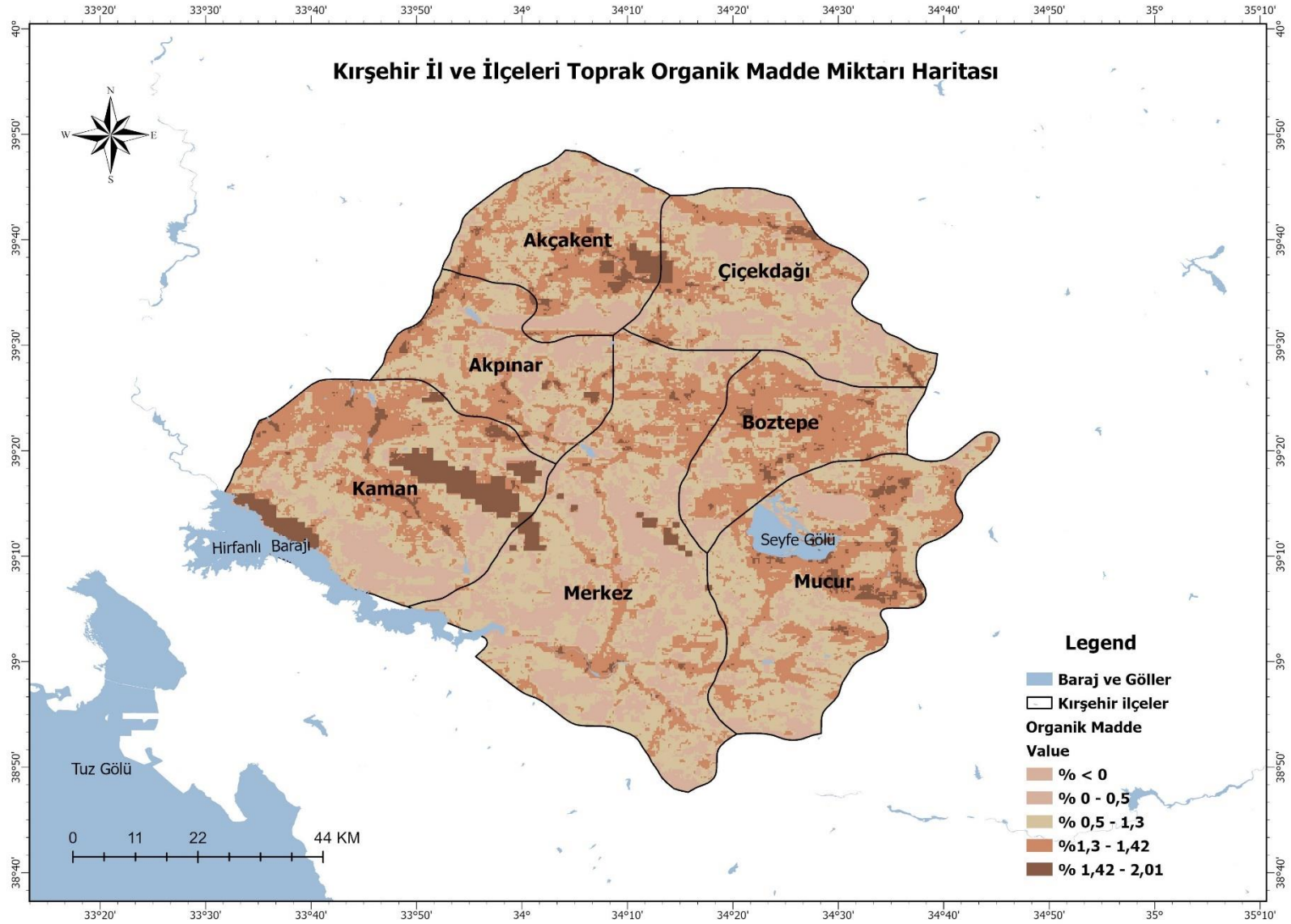
SoilGrids verilerinin farklı amaçlarla kullanılabilirliği son yıllarda pek çok çalışmada test edilmiştir. Madueke ve ark. (2024), Kuzey Tayland'da gerçekleştirdikleri araştırmada, saha temelli toprak verileri ile SoilGrids verilerini karşılaştırmış ve her iki veri setini Morgan-Morgan-Finney (MMF) modeli ile erozyon tahmininde kullanmışlardır. Çalışma bulguları, nokta bazında önemli farklılıklar gözlemlendiğini, ancak parsel düzeyinde ortalamaların istatistiksel olarak benzer olduğunu ortaya koymuştur. Bu da SoilGrids verilerinin, bölgesel düzeyde genel eğilimleri analiz etmek için uygun, ancak detaylı, yerinde kararlar için yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, bu çalışmada da SoilGrids'ten elde edilen organik madde, pH ve toprak dokusu gibi veriler kullanılmış; veri çözünürlüğünün bölgesel düzeyde yapılan CBS analizleri için yeterli olduğu görülmüştür. Ancak noktasal doğruluk ihtiyacının bulunduğu durumlarda, arazi temelli verilerle desteklenmesi önerilmektedir.

Douzoune ve ark. (2024), Çad'da toprak organik karbonunun (SOC) mekânsal dağılımını modellemek amacıyla Basit Kriging (Ordinary Kriging- OK) yöntemini uygulamışlardır. Çalışmada, bölgedeki 995 örnekleme noktasından elde edilen SOC

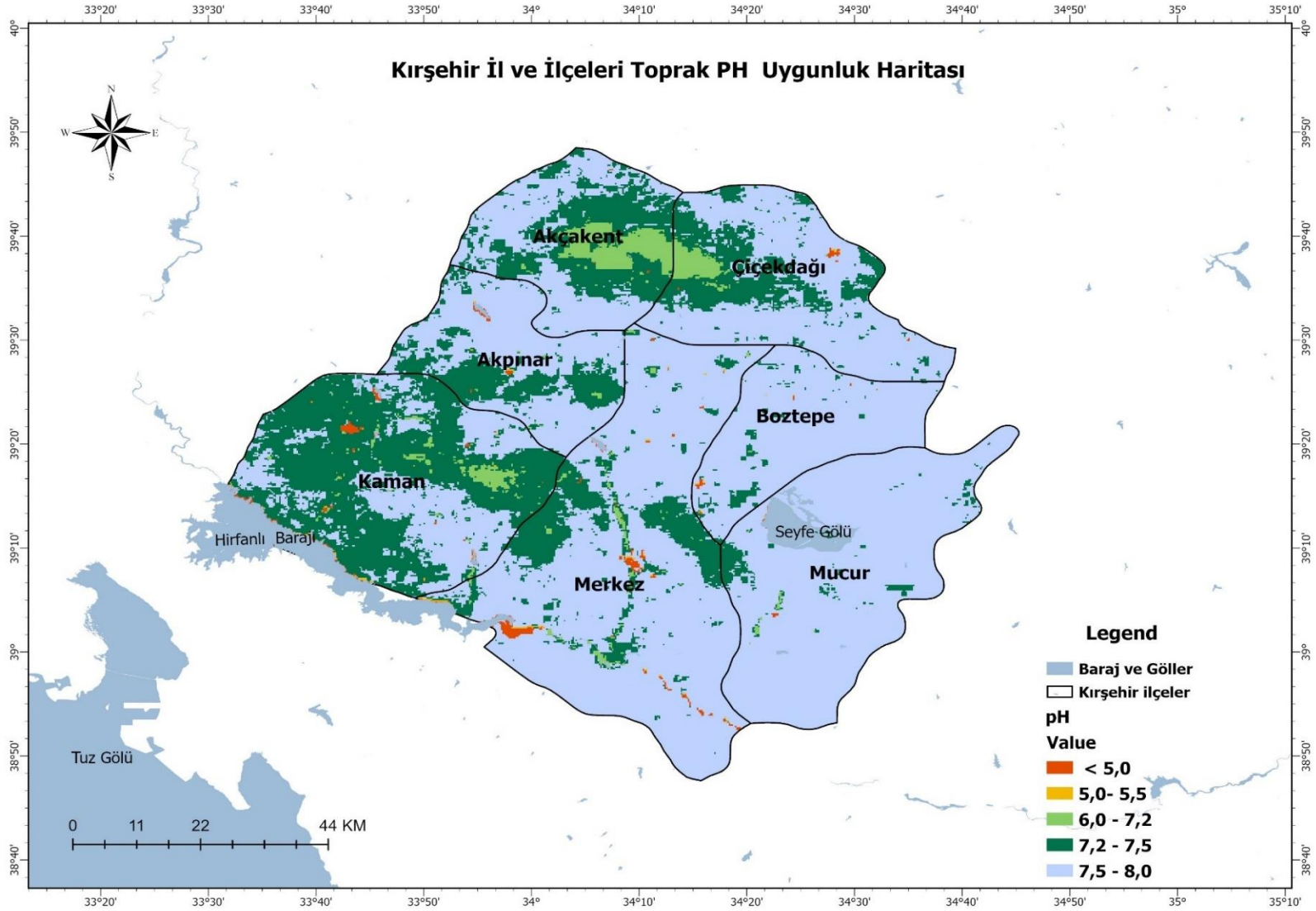
verileri kullanılmıştır. Bu veriler, SoilGrids web sitesinden indirilen ve 0–5 cm, 5–15 cm ve 15–30 cm toprak horizonlarına ait üç raster katmandan alınmıştır. Üç horizonun ortalama değeri hesaplanarak, 0–30 cm toprak derinliği için tek bir SOC katmanı oluşturulmuştur. Analizler R 4.1.3 yazılımı ve ArcGIS 10.5 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulgularına göre, ülkenin güney kesiminde SOC konsantrasyonu, kuzey kesimine kıyasla daha yüksektir. Üretilen SOC haritalarının, özellikle toprak örnekleme optimizasyonu gibi çeşitli uygulamalarda kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

Kullanılan kriterlerin görece önem ağırlıkları, literatür verileri doğrultusunda belirlenmiş; analizde SoilGrids platformundan elde edilen 250 metre mekânsal çözünürlüklü veriler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Kaman ilçesi, toprak özellikleri açısından ceviz yetiştiriciliği için çok uygun düzeye sahip alanları içermektedir. Bu durum, bölgedeki toprakların uygun doku yapısı, yeterli organik madde içeriği ve optimum pH aralığına sahip olmasıyla açıklanabilir. Öte yandan, Seyfe Gölü çevresi hem su varlığı hem de toprak yapısı açısından bazı avantajlara sahip olmasına rağmen, uygunluk düzeyinin düşük olduğu (turuncu-kırmızı alanlar) görülmektedir, muhtemelen tuzluluk veya yüksek pH gibi sorunlara işaret etmektedir (Şekil 4.13).

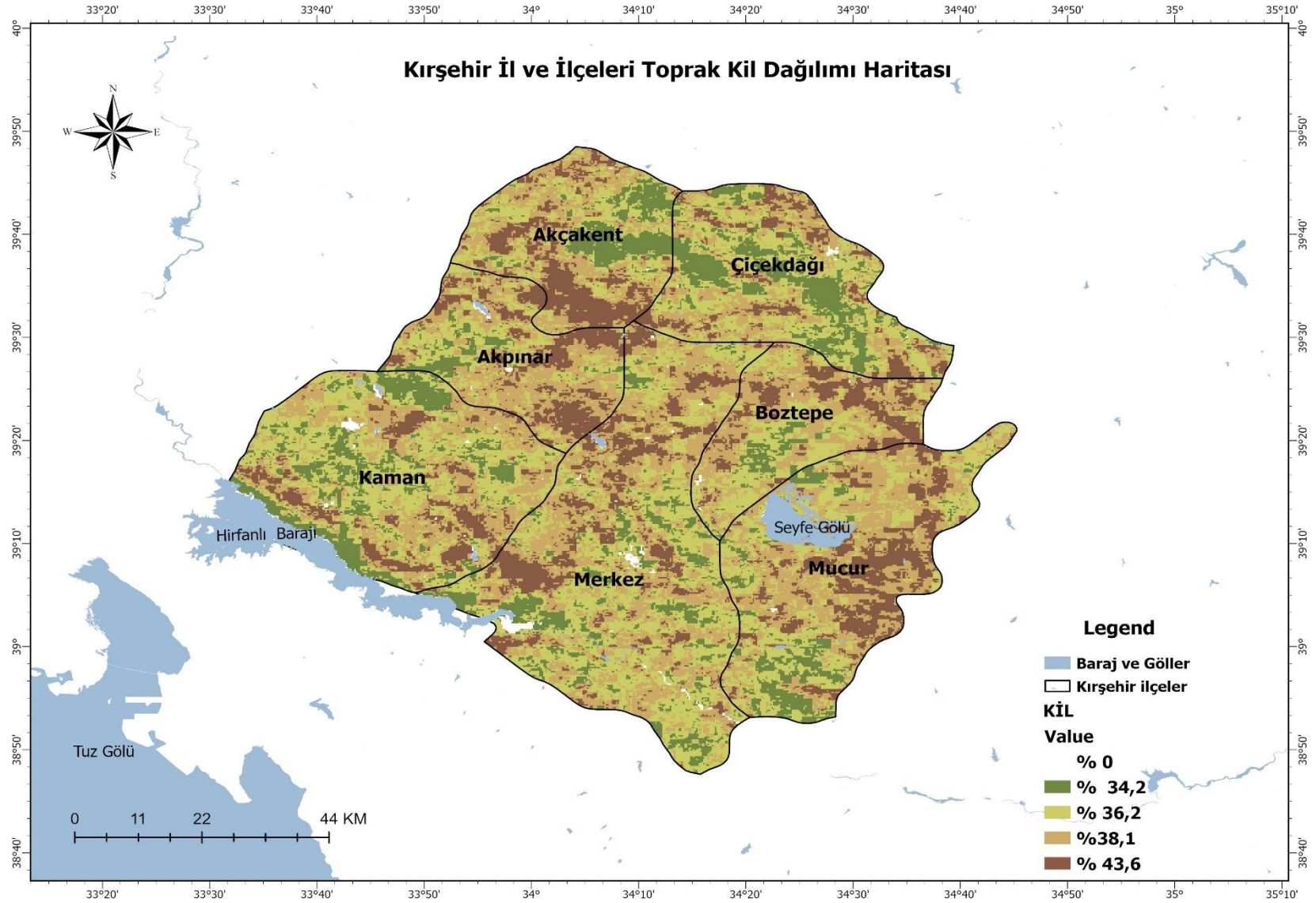
Bu bulgular, ceviz yetiştiriciliğinde yalnızca su mevcudiyetinin yeterli olmadığını; aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birlikte ele alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır



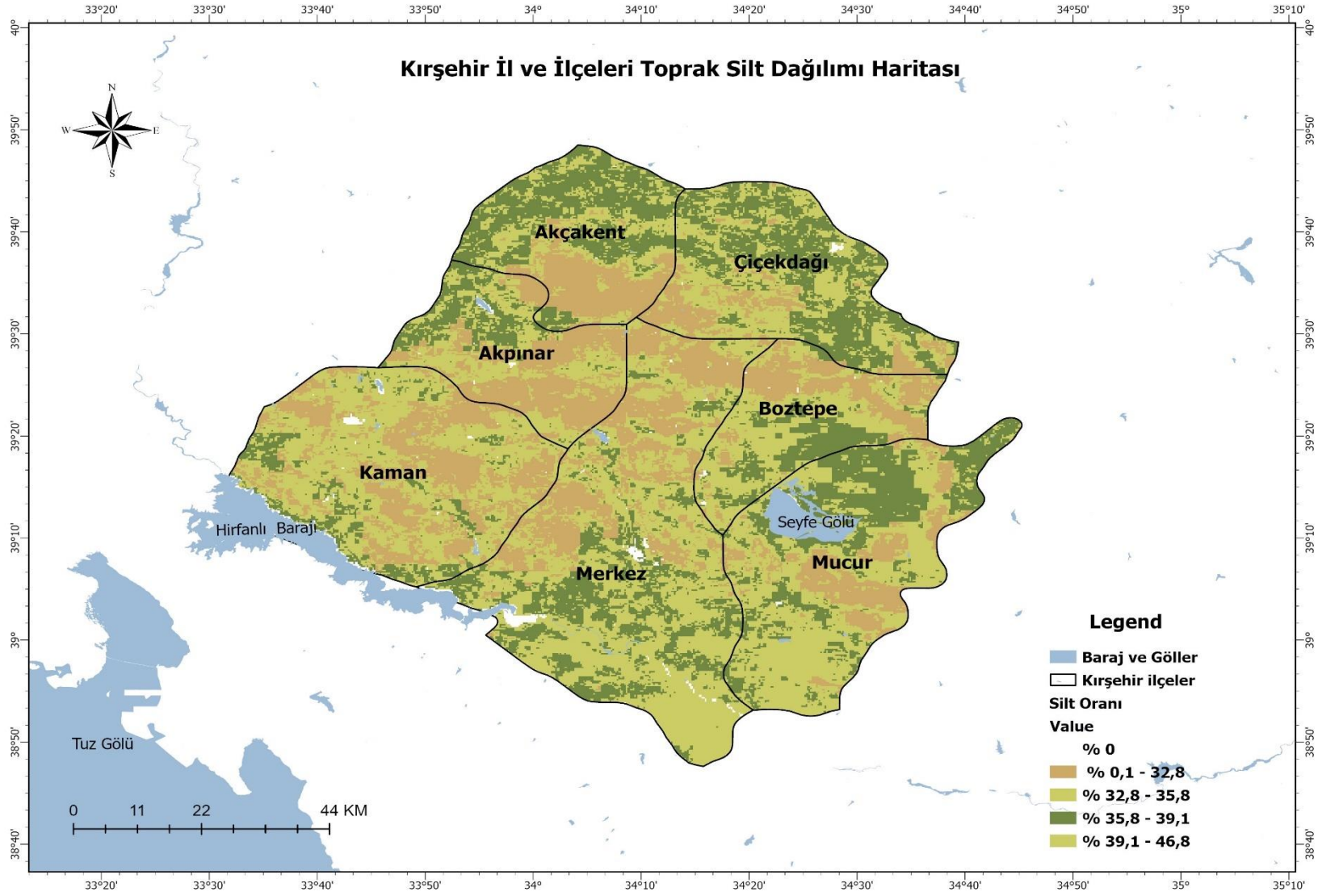
Şekil 4.8. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Organik Madde Miktarı Haritası



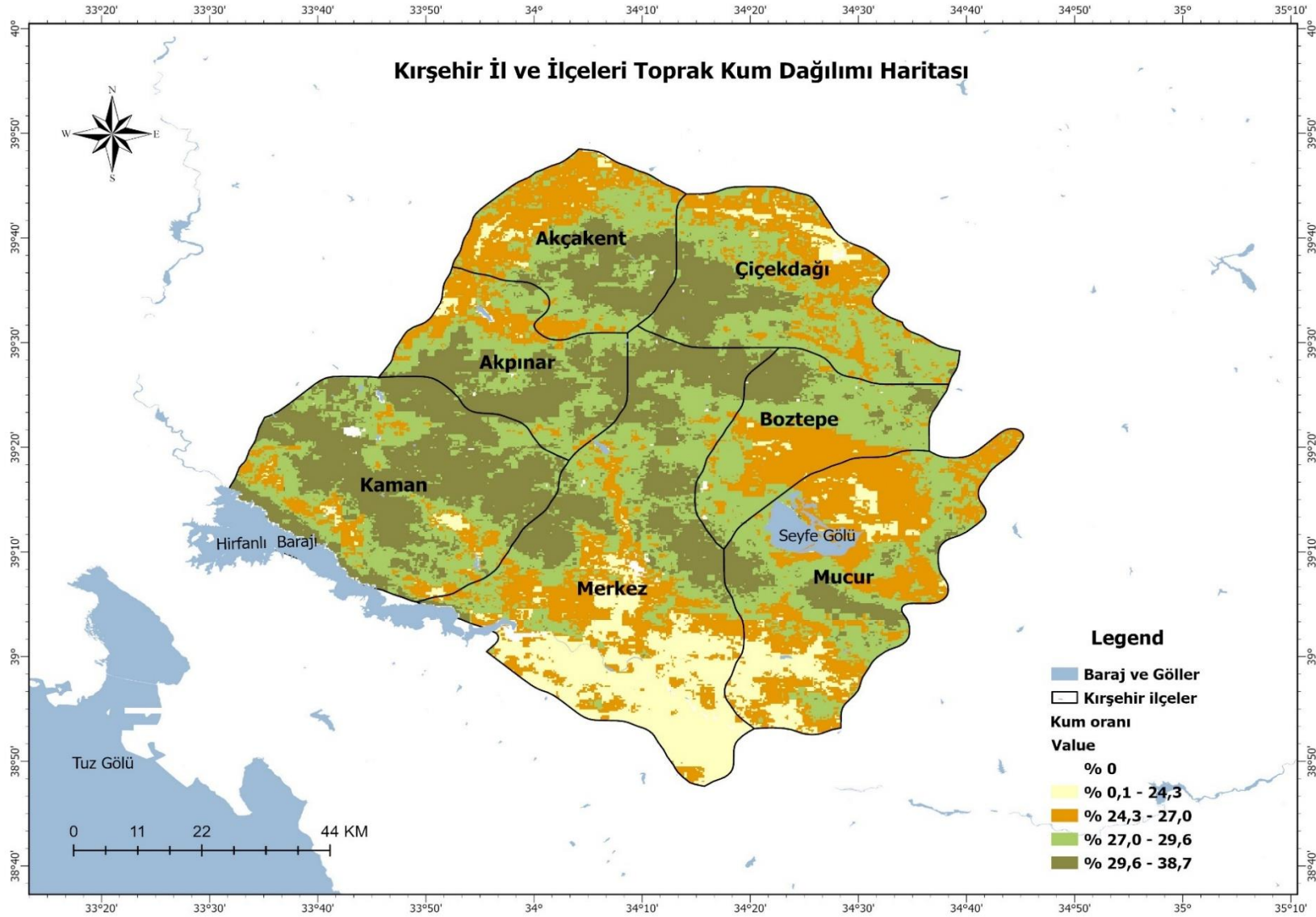
Şekil 4.9. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak pH Uygunluk Haritası



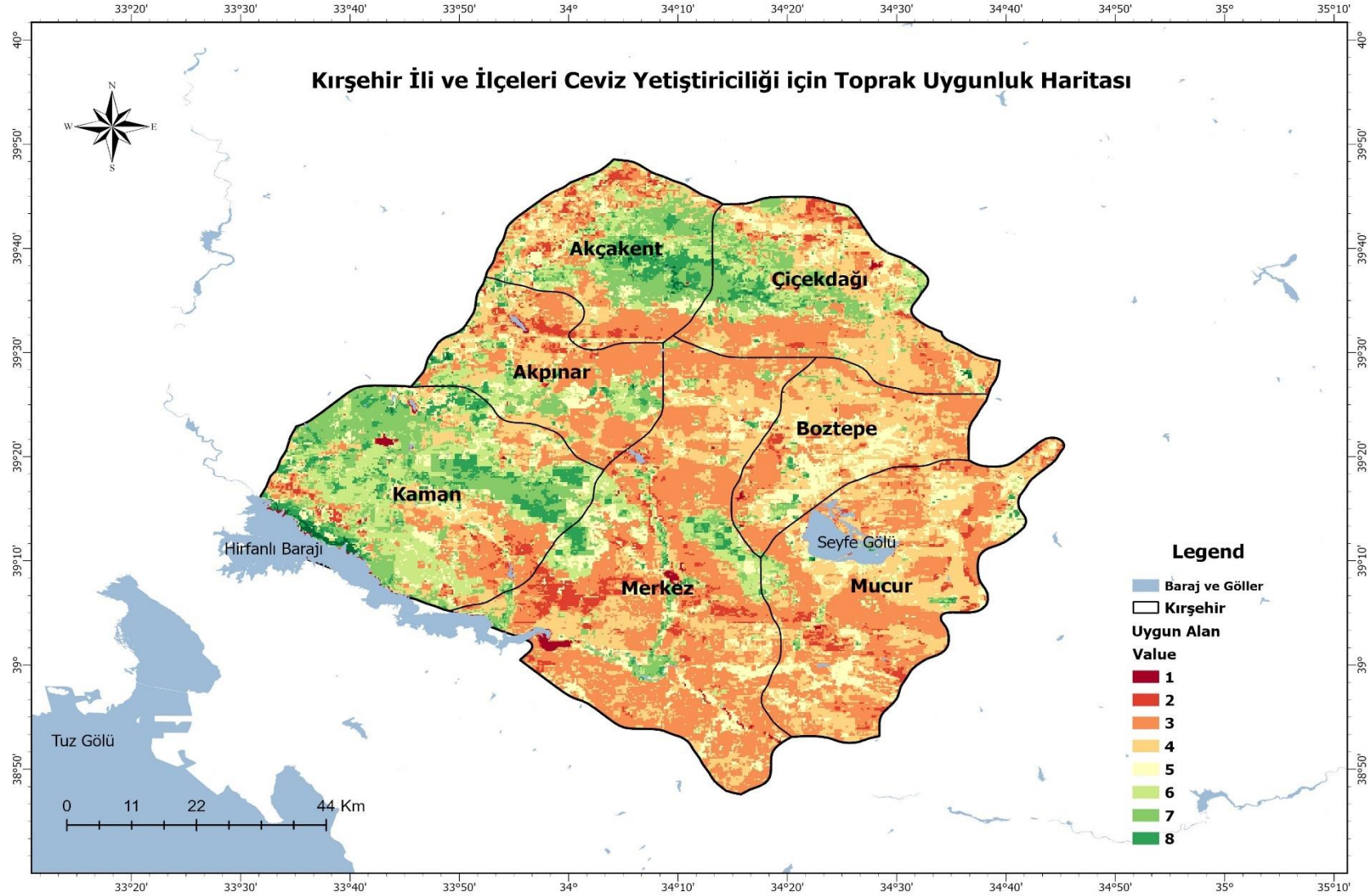
Şekil 4.10. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Kil Dağılımı Haritası



Şekil 4.11. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Silt Dağılımı Haritası



Şekil 4.12. Kırşehir İl ve İlçeleri Toprak Kum Dağılımı Haritası



Şekil 4.13. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin Toprak Uygunluk Haritası

Çalışmada ayrıca; yerleşim yerleri, yollar ve su kaynakları gibi unsurlar için mesafe temelli analizler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, yerleşim yerleri için 500 metre, ana yollar için 300 metre ve su kaynakları için 250 metre yarıçapında tampon bölgeler (buffer zones) oluşturulmuştur. Belirlenen mesafelerin altındaki alanlar, ceviz yetiştiriciliği açısından hem çevresel hem de kullanım baskıları nedeniyle uygun kabul edilmemiştir. Bu tampon bölgeler içerisinde yer alan alanlar uygunluk analizinde uygun değil olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.14).

Kırşehir ili genelinde ceviz yetiştiriciliği açısından uygun alanların belirlenmesine yönelik olarak 14 farklı çevresel kriter (iklim, toprak, topografya ve altyapı unsurları) Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve bu kriterlere dayalı olarak Ağırlıklı Bindirme (Weighted Overlay) analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ceviz tarımına uygunluk derecelerinin mekânsal dağılımını ortaya koymaktadır (Şekil 4.15).

Şekildeki harita, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile ağırlıklandırılmış çok kriterli karar analizine dayalı olarak oluşturulan arazi uygunluk değerlendirmesinin sonucunu göstermektedir. Renk skalası, 0 (az uygun) ile 8 (çok uygun) arasında değişen değerlerle uygunluk derecelerini temsil etmektedir. Harita incelendiğinde, Kırşehir ilinin batısında yer alan Kaman ilçesinin kuzeybatı kesimleri ile, Boztepe ile Çiçekdağı ilçeleri arasında kalan yüksek rakımlı, kuzeydoğu bakılı bölgelerde ceviz yetiştiriciliği açısından çok uygun alanların yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu alanlar, 6–8 aralığında değerlendirilen çok uygun sınıfına dahil olup, topografik ve iklimsel özelliklerin ceviz tarımına elverişli olduğu bölgeleri temsil etmektedir. Buna karşın, özellikle ilin Merkez ilçesine ait bazı iç kesimlerde ve Akpınar ile Akçakent ilçelerinin neredeyse tamamında az uygun alanların (0–2 aralığı) varlığı dikkat çekmektedir. Bu durum, muhtemelen bu bölgelerdeki düşük yağış miktarı, yüksek eğim, sınırlayıcı toprak özellikleri (örneğin düşük organik madde içeriği, yüksek pH düzeyi) ve don riski gibi olumsuz çevresel koşullardan kaynaklanmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, Kırşehir ili sınırları içerisinde ceviz yetiştiriciliğine çok uygun alanlar mevcut olmakla birlikte, bu uygunluk ilçeler düzeyinde homojen bir dağılım sergilememektedir. Haritada görülen mekânsal farklılıklar, ceviz yetiştiriciliğine yönelik planlama çalışmalarında yerel ölçekte yapılacak detaylı analizlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. CBS destekli bu analiz, karar vericilere ve üreticilere uygun alanların tespiti konusunda önemli bir rehberlik sağlamaktadır. Kırşehir ili genelinde ceviz yetiştiriciliği açısından uygun alanların

belirlenmesine yönelik yapılan analizde, FAO'nun (1976) arazi değerlendirme sistemine göre dört temel uygunluk sınıfı esas alınmıştır. Bu sınıflar: S1 (en uygun), S2 (orta uygun), S3 (az uygun) ve N (uygun olmayan) şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 4.16). Harita incelendiğinde, başta Kaman ilçesi olmak üzere, S1 ve S2 düzeyinde uygunluk gösteren alanların yoğunlukta olduğu görülmektedir. Akpınar ve Akçakent ilçelerinde, N sınıfı (uygun olmayan) kategorisine giren geniş alanların varlığı dikkat çekmektedir. Bu durum, söz konusu bölgelerde yüksek eğim, düşük yağış, sınırlayıcı toprak koşulları ve don riski gibi olumsuz çevresel faktörlerle ilişkilidir. Bu mekânsal dağılım, bölgesel tarım planlamalarında karar vericilere rehberlik edecek nitelikte olup; sulama yatırımları, toprak iyileştirme çalışmaları ve yeni ceviz bahçesi kurulumları için kritik bir referans sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Kırşehir ilinin özellikle batısında yer alan Kaman ve Hirfanlı Barajı çevresi ile Boztepe ve Çiçekdağı ilçelerinin kuzeydoğu bölgesi, ceviz yetiştiriciliği açısından çok uygun (S1) ve orta uygun (S2) sınıflarına dahil edilmiştir. Buna karşın, ilin merkez ilçesi ile Akpınar ve Akçakent ilçelerinde yaygın olarak az uygun (S3) ve uygun olmayan (N) alanlar belirlenmiştir. Gao ve ark. (2018), Çin'in Pekin şehrinde yürüttükleri çalışmada, CBS verileri kullanarak ceviz yetiştiriciliğine uygun alanları belirlemiş ve özellikle kentin batı ve kuzey kesimindeki alçak dağlık bölgelerin bu faaliyet için elverişli olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sonuç, ceviz ağacının eğimli ancak aşırı dik olmayan, iyi drene olabilen toprakları tercih ettiğini desteklemektedir. Haritada yeşil tonlarında temsil edilen bu alanlar, topografya ve çevresel koşullar açısından ceviz yetiştiriciliği için uygunluk göstermektedir. Her iki çalışmada da uygunluk analizlerinin coğrafi dağılımının, bölgenin topografik özellikleriyle doğrudan ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, farklı coğrafi koşullara sahip alanlarda bile ceviz tarımı için benzer çevresel gerekliliklerin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 1976), tarım alanlarında arazi uygunluk değerlendirmesi için iklim, arazi yapısı ve toprak özelliklerine dayalı olarak "çok uygun"dan "uygun olmayan"a kadar derecelendirilen bir yaklaşım önermiştir. FAO standartlarına göre yapılan sınıflandırmaya göre, Kırşehir ilinin batısında yer alan Kaman ilçesi ve Hirfanlı Barajı çevresi ile Boztepe ve Çiçekdağı ilçelerinin kuzeydoğu bölgeleri çok uygun (S1) ve orta uygun (S2) sınıfında yer almaktadır. Buna karşın, ilin merkez, Akpınar ve Akçakent ilçelerinde yaygın olarak az uygun (S3) ve uygun olmayan (N) alanlar bulunmaktadır. Benzer şekilde Vahdati ve ark. (2019), İran'ın kuzey, kuzeybatı ve batı bölgelerinin ceviz yetiştiriciliği için elverişli olduğunu belirtmişlerdir. Her iki çalışmada da topografik ve iklimsel avantajlara sahip

batı ve kuzey bölgelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Yapılan arazi uygunluk analizleri sonucunda elde edilen yeniden sınıflandırılmış raster verisi, uygun projeksiyon sistemi olan WGS 1984 / UTM Zone 36N 'a dönüştürülmüştür. Bu sayede alan hesaplamalarının metrik doğrulukla yapılması sağlanmıştır. Raster verisinin hücre boyutu 10 m x 10 m olup, her hücre 100 m² (0,01 ha) alana karşılık gelmektedir. Uygunluk sınıflarına göre yapılan Tabulate Area analizi neticesinde, her sınıf için piksel temelli alanlar hesaplanmış ve hektar cinsine çevrilmiştir. Aşağıda her uygunluk sınıfına karşılık gelen alan büyüklükleri tablo hâlinde verilmiştir (Tablo 4.2). Kırşehir'in toplam yüzölçümü 6,585 km² olduğundan, bu uygunluk çalışması toplam yüzölçümün yaklaşık %49'unu kapsamaktadır (tampon bölgeler ve diğer sınırlayıcı faktörler çıkarıldıktan sonra kalan uygun alanlar). FAO uygunluk analizi sonuçlarına göre, Kırşehir ili ceviz yetiştiriciliği için farklı uygunluk sınıflarına ayrılmıştır. Analiz, raster sınıflandırma sonucunda elde edilen sekiz uygunluk derecesinin FAO'nun dört temel sınıfına (S1, S2, S3 ve N) dönüştürülmesiyle yapılmıştır.

Kırşehir ili genelinde yapılan ceviz yetiştiriciliğine uygunluk analizinde toplam 297.288,46 ha büyüklüğünde alan değerlendirmeye alınmıştır. Bu alanın %7,31 'i çok uygun (S1), %19,10'u orta uygun (S2), %59,60'ı az uygun (S3) ve %13,99'u uygun olmayan (N) sınıfa girmektedir. Ancak ilin toplam yüzölçümünün 6.585 km² olduğu dikkate alındığında, uygunluk sınıfları toplam alana oranlandığında ise S1 sınıfı alanın yalnızca %3,31'ini oluşturmaktadır. S2 ve S3 sınıfları sırasıyla %8,63 ve %26,90 oranlarında yer tutarken, uygun olmayan alanlar %6,31 düzeyindedir. Kalan %54,86'lık alan ise yerleşim yerleri, göller, ulaşım ağları ve tampon bölgeler gibi analiz dışı bırakılan alanlardan oluşmaktadır. Bu sonuçlar, ilin belirli bölgelerinde ceviz yetiştiriciliği için potansiyel bulunduğunu, ancak arazilerin önemli bir kısmında uygunluk sınıfının az uygun olduğunu göstermektedir. Bu durum, az uygun olan alanların iyileştirilmesi ve mevcut uygun alanların doğru bir planlama ile değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Bu sonuçlar, Kırşehir'in geniş bir bölümünde ceviz tarımına uygun alanlar bulunduğunu, ancak önemli bir kısmının orta veya az uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Yerleşim yerleri ve diğer sınırlayıcı faktörler dikkate alındığında ceviz yetiştiriciliği için uygun bölgelerin hassas bir şekilde belirlenebilmesi için yerinde arazi çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Merkez ilçenin yüzölçümü 1.719 km² (171.900 ha) olup, analiz edilen alan 88.079,50 ha ile toplamın yaklaşık %51,24'üne karşılık gelmektedir. Bu alanların sadece

%0,39'luk kısmı çok uygun (S1) sınıfındadır. %18,69'u orta uygun (S2) ve büyük bir kısmı olan %64,64'ü az uygun olan (S3) sınıfındadır. Merkezde ceviz için çok uygun alanların oranı oldukça düşüktür (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Kırşehir Merkez İlçe Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	Merkez Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	339,18	0,39	0,20
S2	16.460,88	18,69	9,58
S3	56.939,12	64,64	33,12
N	14.339,21	16,28	8,34
Analiz Edilen Alan (Toplam)	88.079,50	100	51,24

Akçakent ilçesinin toplam yüzölçümü 370 km² (37.000 ha) olmasına rağmen, yerleşim yerleri, yollar, göller ve diğer sınırlayıcı faktörlerin etkisiyle analiz kapsamındaki alan 231,52 ha alan olarak belirlenmiştir. İlçe yüzölçümünün %0,63'üne denk gelen bu alan oldukça sınırlı kalmıştır. Çok uygun alan (S1) bulunmamakla birlikte sadece %6,72'lik kısmı orta uygun alan (S2) ve %68,29'u az uygun alan (S3) sınıfındadır. Bu durum, ilçede ceviz yetiştiriciliği için kullanılabilir alanın oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Akçakent İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	0	0,00	0,00
S2	15,54	6,72	0,04
S3	158,113	68,29	0,43
N	57,86	24,99	0,16
Analiz Edilen Alan (Toplam)	231,52	100	0,63

Akpınar ilçesinde yürütülen ceviz yetiştiriciliğine uygunluk analizinde toplam 582 km² (58.200 ha) olup, analiz edilen alan 29.345,52 ha ile yüzölçümünün %50,42'sini oluşturmaktadır. Yapılan analiz sonucunda ilçede çok uygun (S1) sınıfa giren alan tespit edilememiştir. Alanın %6,40'ı orta uygun (S2), %67,60'ı az uygun (S3) ve %26,00'si uygun olmayan (N) sınıfta yer almaktadır. Kalan %49,58'lik alan ise yerleşim yerleri, yollar, su yüzeyleri nedeniyle analiz dışında kalmıştır. Bu durum, Akpınar ilçesinde ceviz

yetiştiriciliği için potansiyelin büyük ölçüde sınırlı olduğunu ve çok uygun sınıfın oluşmadığını göstermektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Akpınar İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oran (%)
S1	0	0	0,00
S2	1.928,63	6,40	3,31
S3	19.678,19	67,60	33,81
N	7.738,70	26,00	13,30
Analiz Edilen Alan (Toplam)	29.345,52	100	50,42

Mucur'un yüzölçümü 992 km² (99.200 ha) olup, analiz edilen alan 52.909,17 ha ile toplam yüzölçümünün yaklaşık %53,35'ine karşılık gelmektedir. Çok uygun alan (S1) bulunmamakla birlikte, bu alanların %27,98'i orta uygun alan (S2), %66,63'ü az uygun alan (S3) olarak bulunmaktadır. Ceviz yetiştiriciliği açısından sınırlı olmakla birlikte yer altı suyu kısıtı nedeniyle üretim yapılması önerilmemektedir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Mucur İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oran (%)
S1	0.00	0,00	0,00
S2	14.804,98	27,98	14,93
S3	35.252,36	66,63	35,54
N	2.851,82	5,39	2,88
Analiz Edilen Alan (Toplam)	52.909,17	100	53,35

Boztepe ilçesinin toplam yüzölçümü 747 km² (74.700 ha) olup, raster veriler üzerinden yapılan uygunluk analizi neticesinde toplamda 28.085,11 ha alan değerlendirilmiştir. Bu da ilçe yüzölçümünün yaklaşık %37,60'ına karşılık gelmektedir. İlçede analiz edilen alanın yaklaşık %59,89'u düşük düzeyde uygun (S3) sınıfında yer almakta olup, bu bölgelerde ceviz yetiştiriciliği yapılabilir ancak verim ve kalite sınırlı olabilir. Yaklaşık %18 oranındaki alan çok uygun (S1) sınıfında olup ceviz yetiştiriciliği için en verimli bölgeleri temsil etmektedir fakat, yer altı suyu kısıtı nedeniyle üretim yapılması önerilmemektedir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Boztepe İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	5.049,81	17,97	6,76
S2	5.766,70	20,54	7,72
S3	16.823,47	59,89	22,52
N	4450,13	1,60	0,60
Analiz Edilen Alan (Toplam)	28.085,11	100	37,60

Çiçekdağı ilçesinin toplam yüzölçümü 891 km² (89.100 ha) olup, analiz edilen alan 35.538,81 ha ile yüzölçümünün yaklaşık %39,89'unu oluşturmaktadır. Bu alanın %40,73'ü düşük düzeyde uygunluk (S3), %19,90'ı orta uygun alan (S2), %27,11'i çok uygun alan (S1) sınıfındadır. Ceviz yetiştiriciliği için çok uygun alanların ilçe yüzölçümüne oranının %10,81 olması nedeni ile ilçe ceviz yetiştiriciliği açısından öne çıkmaktadır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Çiçekdağı İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	9.634,16	27,11	10,81
S2	7.072,94	19,90	7,94
S3	14.473,51	40,73	16,24
N	4.358,81	12,26	4,89
Analiz Edilen Alan (Toplam)	35.538,81	100	39,89

Kaman'ın yüzölçümü 1.284 km² (128.400 ha) olup, analiz edilen alan 63.098,83 ha ile yüzölçümünün yaklaşık %49,06'sına denk gelmektedir. Analiz edilen alanın %53,62'si az uygun (S3), %17,04'ü orta düzeyde uygun (S2), %10,66'sı çok uygun (S1) sınıfındadır. Bu oranlarla ceviz tarımı için en avantajlı ilçelerden biridir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Kaman İlçesinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alana (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	İlçe Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	6.717,96	10,66	5,23
S2	10.739,40	17,04	8,36
S3	33.825,00	53,62	26,34
N	11.716,47	18,58	9,13
Analiz Edilen Alan (Toplam)	63.098,83	100	49,06

Kırşehir'in yüz ölçümü 6.585 km² (658.500 ha) olup il genelinde analiz edilen toplam alan 297.288,46 ha olup, ilin toplam yüzölçümünün yaklaşık %45'ini kapsamaktadır. Bu alanlar içinde raster verilerine göre çok uygun (S1) %7,31, orta uygun (S2) sınıfı %19,10 ve az uygun (S3) %59,60 oranındadır. Bu durum, ceviz yetiştiriciliği açısından il genelinde orta düzeyde bir potansiyel olduğunu, ancak verim açısından çok uygun alanların sınırlı olduğunu göstermektedir (Tablo 4.9). Kırşehir ili genelinde ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen mekânsal analizlerde, ilçelere ait raster veriler doğrultusunda tasnif edilen tüm sınıflar her ilçenin gerçek yüzölçümleri dikkate alınarak yeniden değerlendirilmiştir. Buna göre çok uygun (S1) alanına sahip ilçe %10,81 oranı ile Çiçekdağı olurken, onu %6,76 ile Boztepe ve %5,23 ile Kaman takip etmektedir. Akçakent, Akpınar ve Mucur ilçelerinde ise çok uygun alan bulunmamış; Akçakent'te orta uygun arazilerin oranı %0,04 gibi çok düşük seviyede kalmıştır. Kırşehir ili genelinde yürütülen mekânsal analizler sonucunda, ceviz yetiştiriciliği için 297.288 hektarlık alan değerlendirmeye alınmıştır. Bu alan, ilin toplam yüzölçümünün yaklaşık %45,14'ünü oluşturmaktadır. İl genelinde toplamda yaklaşık 21.741 ha (%3,31) alan çok uygun (S1), 56.789 ha (%8,63) alan ise orta uygun (S2) sınıfında yer almaktadır. Bu bulgular, ceviz tarımı için uygunluk açısından ilçeler arasında belirgin farklar olduğunu ortaya koymakta ve yatırım planlaması açısından yer seçiminde bilimsel bir temel sunmaktadır.

Tablo 4.9. Kırşehir İli ve İlçelerinde Ceviz Yetiştiriciliği Uygunluk Sınıfları ve Alan Dağılımı

Uygunluk Sınıfı	Alan (Ha)	Raster Yüzdesi (%)	İl Yüzölçümüne Oranı (%)
S1	21.741,11	7,31	3,31
S2	56.789,07	19,10	8,63
S3	177.149,76	59,60	26,90
N	41.507,99	13,99	6,31
Analiz Edilen Alan (Toplam)	297.288,46	100	45,14

14 Eylül 2023 tarihli Tarımsal Üretim Planlanması Hakkında Yönetmelik kapsamında yayımlanan karara göre, Kırşehir ilinin Boztepe ve Mucur ilçeleri yer altı suyu kısıtlı alanlar içerisinde tanımlanmıştır. Bu karar doğrultusunda, söz konusu ilçelerde yer altı suyu potansiyelinin yetersizliği ve mevcut su kaynaklarının korunması gerekliliği nedeniyle, su tüketimi yüksek olan bitkisel üretim faaliyetlerine kısıtlama getirilmiştir. Bu bağlamda, su ihtiyacı nispeten yüksek olan ceviz gibi uzun ömürlü meyve

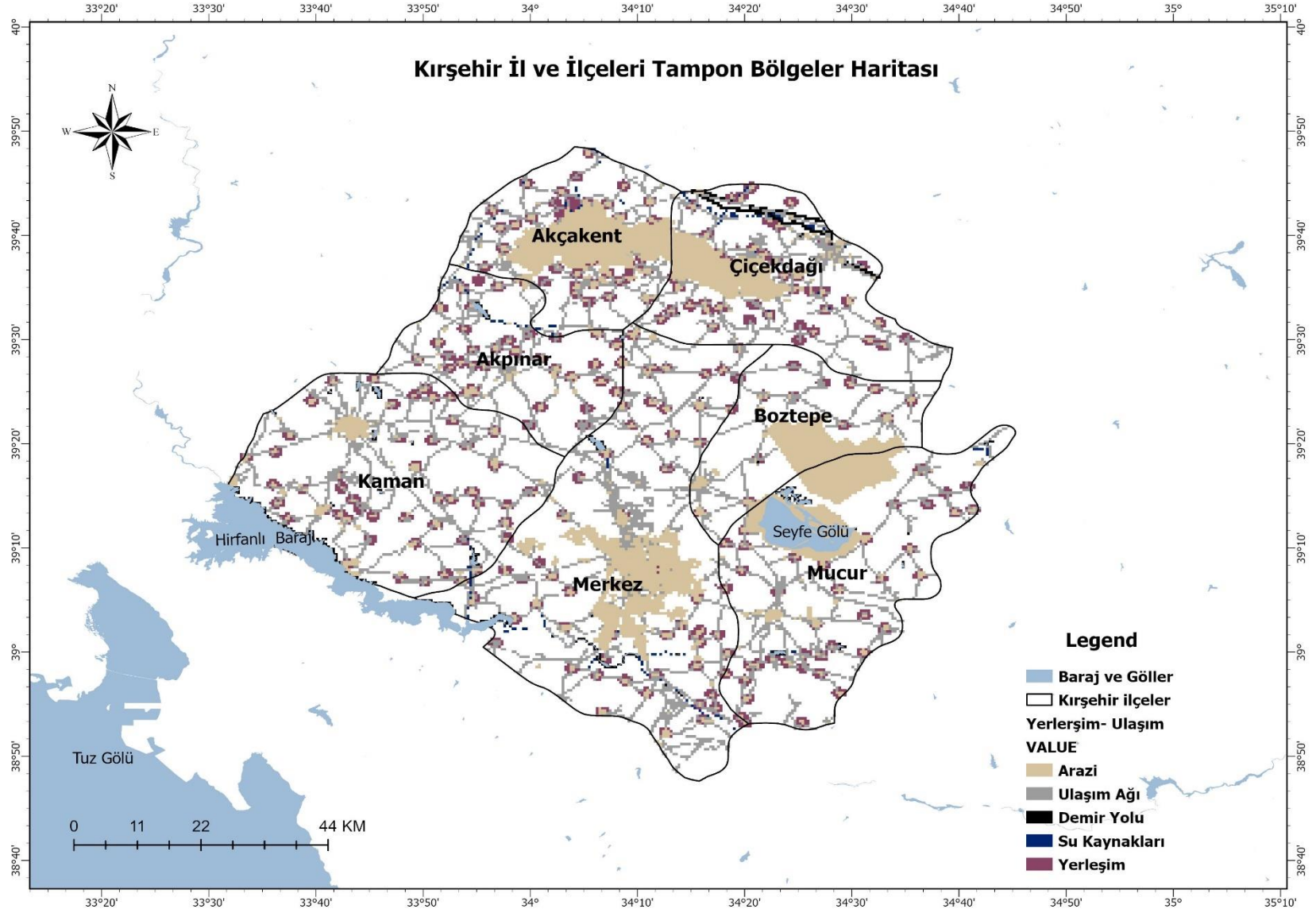
türlerinin bu alanlarda yetiştirilmesi uygun bulunmamaktadır. Analizlerde Boztepe ve Mucur ilçeleri ceviz yetiştiriciliği açısından belirli alanlarda uygunluk göstermiş olsa da su kısıtlı bulunan havzalarda bu potansiyelin tarımsal üretime yansıtılması mümkün değildir. Bu durum, tarımsal üretim planlamasında sadece toprak ve iklim gibi çevresel faktörlerin değil, aynı zamanda su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının da dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Atmaca ve Cüce (2023), Kelkit Vadisi'nde yer alan ve ceviz yetiştiriciliği açısından önemli bir potansiyele sahip olan Şebinkarahisar ilçesinde gerçekleştirilen çalışmada; yükselti, eğim, bakı, büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyeti ve toprak derinliği gibi çevresel faktörler değerlendirilmiş ve ceviz yetiştiriciliğine uygunluk haritası oluşturulmuştur. Arazi analizleri sonucunda ilçede toplam 159,695 km²'lik alanın ceviz dikimi için uygun olduğu belirlenmiştir. Bu uygun alanlardaki toprak özelliklerinin detaylı olarak analiz edilmesi gerektiğini vurgularken, ilerleyen çalışmalarda su kaynaklarına yakın bölgelerin değerlendirilmesinin fayda sağlayacağını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Mardin'in Savur ilçesinde yapılan uygun alan belirleme çalışmasında, 442,56 ha alanın çok yüksek, 9789,43 ha alanın yüksek ve 1140,76 ha alanın orta düzeyde ceviz yetiştiriciliği için uygun olduğu tespit edilmiştir. Çok uygun düzeyine sahip alanların, ilçenin kuzey kesiminde yoğunlaştığı belirlenmiştir (Mercan, 2025). Bu çalışma kapsamında, Kırşehir ilinde ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesine yönelik olarak yürütülen mekânsal analizler sonucunda, ilin farklı bölgelerinde uygunluk düzeylerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Özellikle ilin batı kesiminde yer alan Kaman ilçesi ve Hirfanlı Barajı çevresi ile Boztepe ve Çiçekdağı ilçelerinin kuzeydoğu bölgeleri, ceviz tarımı açısından yüksek potansiyele sahip alanlar olarak belirlenmiştir. Analizlerde, arazi uygunluk sınıflandırması temel alınarak, raster tabanlı değerlendirme 1 (en az uygun) ile 8 (çok uygun) arasında derecelendirilmiş; bu sınıflar kendi içinde S1 (çok uygun), S2 (orta uygun), S3 (az uygun) ve N (uygun değil) olmak üzere dört temel kategoriye ayrılmıştır (FAO, 1976). Uygunluk analizinde yalnızca ceviz yetiştiriciliği açısından kullanılabilir alanlar dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, yerleşim yerleri, yollar, ulaşım ağları ve diğer sınırlayıcı faktörler için oluşturulan tampon bölgeler (buffer zones) haritalardan çıkarılmış ve analizler bu bölgeler dışında kalan araziler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

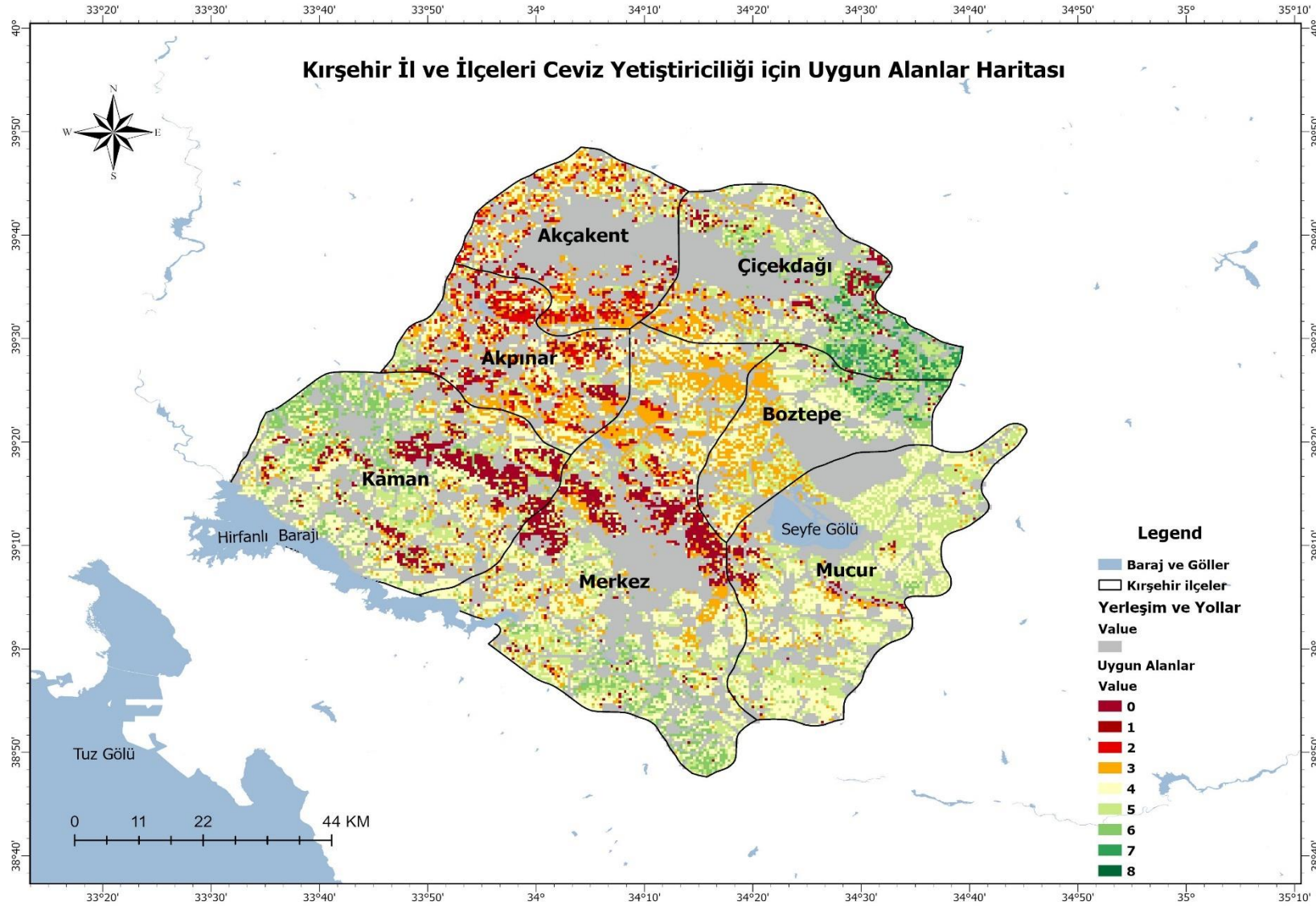
Kırşehir ilinin toplam yüzölçümü 6.580 km² (658.000 ha) olmasına karşın, sınırlayıcı faktörlerin dışlandığı analiz alanı yaklaşık 3.680 km² (360.811 ha) olarak belirlenmiştir. Yaklaşık %54,86 oranında alan; yerleşim alanları, yollar, su yüzeyleri,

yapılaşma, orman gibi ceviz tarımı açısından uygunluk analizine dâhil edilmeyen veya potansiyel dışı olan alanlardan oluşmaktadır. Bu dışlama işlemi sayesinde sadece gerçekten kullanılabilir ve değerlendirilebilir araziler üzerinde analiz yapılmıştır. Bu da çalışmanın bilimsel doğruluğunu ve karar desteği niteliğini artırmaktadır.

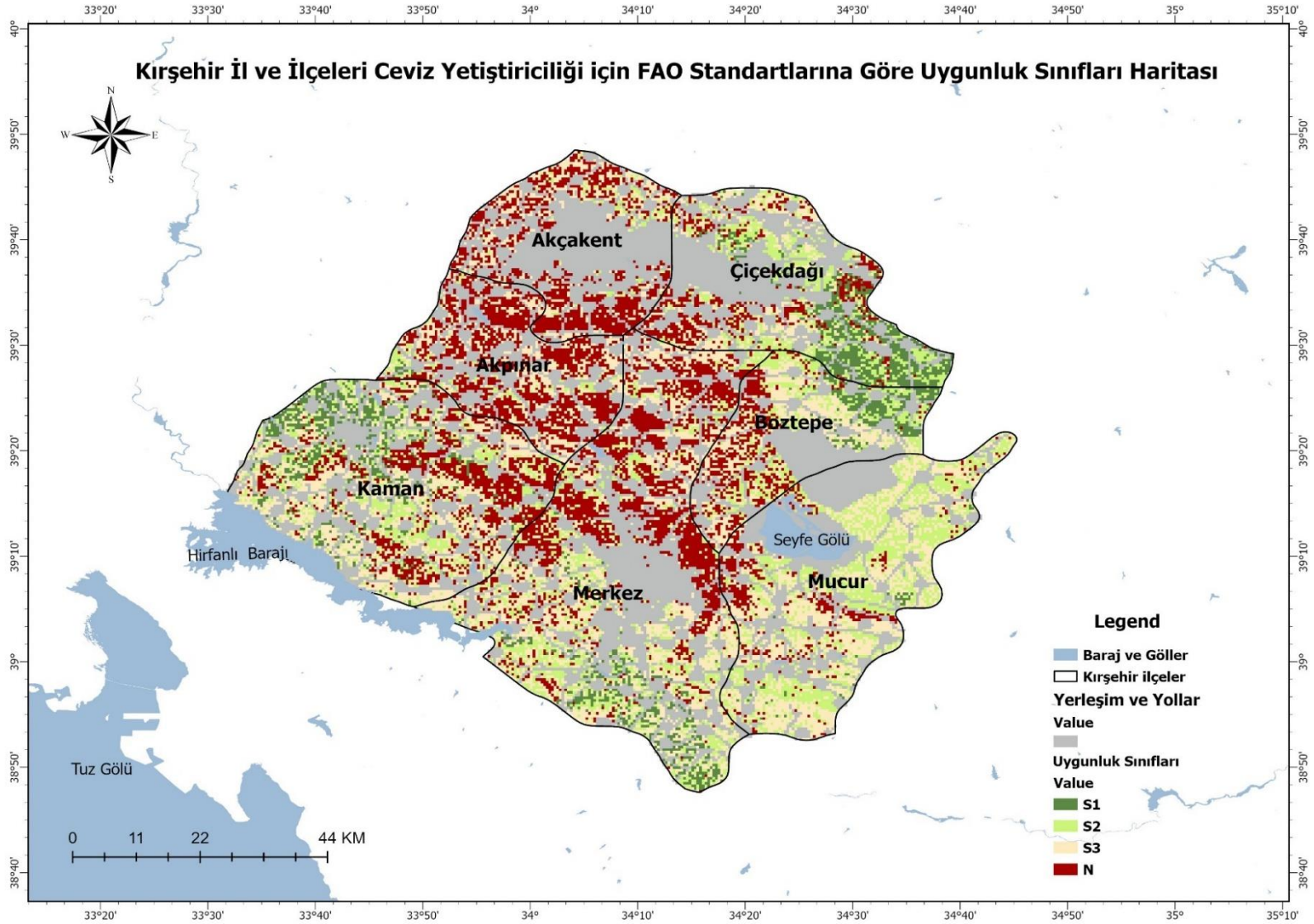
Bu sonuçlar, Kırşehir ilinin önemli bir kısmının ceviz yetiştiriciliği açısından sınırlı düzeyde uygun olduğunu, ancak uygunluk derecesi düşük olan alanların çeşitli teknik müdahalelerle tarıma kazandırılma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu olup; özellikle topografya, toprak özellikleri ve iklimsel parametrelerin, ceviz yetiştiriciliği için belirleyici çevresel faktörler olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.14. Kırşehir İl ve İlçeleri Tampon Bölgeler Haritası



Şekil 4.15. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin Uygun Alanlar Haritası



Şekil 4.16. Kırşehir İl ve İlçeleri Ceviz Yetiştiriciliği İçin FAO Uygunluk Sınıfları Haritası

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kırşehir ili sınırları içerisinde ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesine yönelik olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli çok kriterli karar analizlerini kullanarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde toplamda 14 çevresel ve fiziki faktör değerlendirmeye alınmıştır. Bu kriterler arasında iklim verileri, toprak özellikleri, topografya, su kaynaklarına yakınlık, yerleşim yerleri ve ulaşım ağı gibi etkenler bulunmaktadır. Yerleşim yerleri ve yollar sınırlayıcı faktörler olarak değerlendirilirken, su kaynaklarına olan mesafe uygunluğu etkileyen önemli bir faktör olarak dahil edilmiştir.

Toprak verileri, küresel ölçekli bir platform olan SoilGrids'ten temin edilmiş ve organik madde, pH, kil, silt ve kum oranları gibi parametreler temel alınarak AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir. Böylece toprak uygunluk sınıflaması gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, ceviz tarımı açısından toprak yapısının belirleyici rolünü ortaya koymuş, özellikle uygun ph ve organik madde bakımından zengin iyi drene olmuş alanların ön plana çıktığı gözlemlenmiştir.

İklim kriterleri olarak kullanılan yıllık toplam yağış, minimum sıcaklık, 5°C altındaki gün sayısı, bahar ve yaz dönemlerine ait nispi nem değerleri, Kırşehir Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan 10 yıllık veri setiyle oluşturulmuştur. Bu veriler doğrultusunda, düşük sıcaklık stresine duyarlı olan ceviz ağaçları için don riski taşıyan alanların uygunluk dışında bırakılması sağlanmıştır.

Topografik analizler, USGS kaynaklı Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak yapılmış ve eğim, bakı kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kapsamda ceviz yetiştiriciliği için çok uygun alanların eğimi %2–8 arasında değişen, kuzeydoğu ve batı bakılı yamaçlarda bulunan araziler olduğu belirlenmiştir.

CBS ortamında gerçekleştirilen analizler sonucunda, Kırşehir ilinin özellikle batısında yer alan Kaman ve Hirfanlı Barajı çevresi ile kuzeydoğuda Boztepe ve Çiçekdağı ilçesinin ceviz yetiştiriciliği açısından yüksek potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Söz konusu alanlar, S1 (çok uygun) ve S2 (orta uygun) sınıflarında değerlendirilen bölgeleri kapsamaktadır. Öte yandan, Akçakent, Akpınar ve Mucur ilçelerinde geniş alanların iklimsel veya fiziki nedenlerle (düşük sıcaklık, yüksek eğim, düşük toprak verimliliği vb.) ceviz tarımı açısından az (S3) ya da uygun olmayan (N) sınıfına dahil edildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Kırşehir il yüzölçümünün %3,31'inin (21.741,11 ha) ceviz yetiştiriciliği için çok uygun, %8,63'lük (56.789,07 ha)

kısımının orta uygun ve % 26,90'lık (177.149,76 ha) kısmının ise az uygun olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular, literatürde yer alan benzer çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin, Gao ve ark. (2018) tarafından Pekin'de yürütülen çalışmada, batı ve kuzey bölgelerinin topoğrafya ve iklim bakımından ceviz tarımına uygun olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Vahdati ve ark. (2019) da İran'ın kuzey, kuzeybatı ve batı kesimlerinin ceviz yetiştiriciliği için elverişli olduğunu bildirmiştir. Bu durum, ceviz tarımında iklimsel denge, düşük don riski, yeterli yağış ve toprak yapısının birlikte değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Yerleşim yerlerine çok yakın ya da ulaşım yollarına entegre alanlar dışındaki bölgelerde kontrollü ve planlı tarım politikalarının uygulanması, sürdürülebilir arazi kullanımını desteklenmelidir. Mevcut ceviz plantasyonlarında toprak kalitesi düzenli olarak analiz edilmeli, ayrıca iklim değişikliğinin etkileri doğrultusunda sıcaklık ve don riskleri göz önünde bulundurularak üretim stratejileri geliştirilmelidir. Ayrıca yeni kurulacak ceviz plantasyonları için de değerlendirmeler, derinlemesine tüm detaylarıyla gerçekleştirilerek fizibilite raporu hazırlanmalıdır. Özellikle Hirfanlı Barajı çevresi gibi su kaynaklarına yakın bölgelerde, sulama altyapısının güçlendirilmesi ve suyun verimli kullanımı, meyve verimi ve kalitesini olumlu etkileyecektir. İlerleyen çalışmalarda modellerin doğruluğu, arazi gözlemleri ve yerel üretici verileriyle desteklenerek daha güçlü hale getirilebilir. Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen uygunluk modeli, Kırşehir ilinde ceviz tarımının bilimsel ve sürdürülebilir bir şekilde planlanmasına katkı sunmakta olup, benzer metodolojiler Türkiye'nin farklı illerinde veya benzer iklim kuşaklarındaki bölgelerde de uygulanabilir potansiyele sahiptir.

KAYNAKLAR

- Abuzar, M., Whitfield, D., McAllister, A., Lamb, G., Sheffield, K., & O'Connell, M. (2013). Satellite remote sensing of crop water use in an irrigation area of south-east Australia. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 42, 65–78. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2013.6723525>
- Ahmad, N., Singh, S. R., Rashid, M., & Mir, H. (2018). *Walnut*. Central Institute of Temperate Horticulture. Retrieved from
- Akça, Y. (2001). *Ceviz yetiştiriciliği*. Tokat: Arı Ofset Matbaası, 356 s.
- Akça, Y. (2021). *Ceviz yetiştiriciliği el kitabı (Birinci baskı)*. Ankara: Uyum Ajans, 315s.
- Allaw, K., & Al-Shami, L. (2018, November). Geographic information system-based map for agricultural management in South-Lebanon. In *2018 International Arab Conference on Information Technology (ACIT)* (pp. 1-11). IEEE.
- Amiri, F. (2009). A GIS model for determination of water resources suitability for goats grazing. *African Journal of Agricultural Research*, 4(1), 14–20.
- Amiri, F., & Arzani, H. (2010). Rangeland management based on grazing capacity and vegetation index (case study: semi-arid Ghareh Aghach region). *Iranian Rangeland Journal*, 3(4), 680–698. (In Persian)
- Anonim, (2025). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kırşehir>
- Atmaca, B., & Cüce, M. (2023). Kelkit Vadisi'nde ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların tespitinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanımı: Giresun ili Şebinkarahisar ilçesi örneği. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi (The Black Sea Journal of Sciences)*, 13(2), 561-582, 2023. DOI: 10.31466/kfbd.1241570
- Bandyopadhyay, S., Jaiswal, R. K., Hegde, V. S., & Jayaraman, V. (2009). Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach. *International Journal of Remote Sensing*, 30(4), 879–895.
- Barengo, N. (2001). Nussbaum (Walnussbaum) *Juglans regia* L. In: Professur Waldbau ETHZ, Eidg. Forstdirektion BU-WAL (ed.). Projekt Fo'rderung seltener Baumarten, pp.1–8. /<http://www.seba.ethz.ch/pdfs/wnu.pdf>
- Başayığıt, L., & Şenol, H. (2008). Meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların coğrafi bilgi sistemleri ortamında belirlenebilirliği ve uzaktan algılama metodu ile kontrolü. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1-8.

- Bayazıt, S., Çalışkan, O., & Kılıç, D. (2020). Yükseltinin Chandler ceviz çeşidinde meyve kalite özelliklerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, 9(2), 124-132.
- Bernyi, G., Csurka, E., Srvi, J., & Szodtridt, I. (1991). Erfahrungen u"ber den forstlichen Walnussanbau in Un-garn. *Allgemeine Forstzeitschrift* 12, 619–621
- Bhagat, R. M., Singh, S., Sood, C., Rana, R. S., Kalia, V., Pradhan, S., Immerzeel, W., & Shrestha, B. (2009). Land suitability analysis for cereal production in Himanchal Pradesh (India) using Geographical Information System. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(2), 233–240.
- Botu, M., Giura, S., Scutelnicu, A., Achim, G., Cosmulescu, S., & Botu, I. (2021). Walnut cultivars with perspectives for ecological culture in Romania. *Romanian Journal of Horticulture*, 2, 85-92. <https://doi.org/10.51258/RJH.2021.11>.
- Brodetsky, G. L., & Gusev, D. A. (2014). Possibility of generalizing the processes of the analytical hierarchy when choosing a solution according to many criteria for optimizing supply chains. *Logistics and Supply Chain Management*, 2, 63-77.
- Bruning, B., Cleveland, K., Ramirez, N., Huizer, T., Streef, A., & de Vos, A. (2021). *Salinity and water situation in agriculture in Chile: Quick scan report*. The Salt Doctors B.V.
- Budak Y. (2010). Ceviz yetiştiriciliği. Samsun İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayın Şubesi Yayını, 14 p., Samsun.
- Bükücü. S. B., & Sütyemez. M. (2016). The Determination of The Chilling Requirements of Some Walnut (*Juglans regia* L.) Cultivars and Types. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(4), 305–310
- Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 61-69.
- Cociu, V. (1972). Aspecte privind tehnologia culturii nucului (pp. 124–133). *Agro Silvica de Stat*.
- Collins, M. G., Steiner, F. R., & Rushman, M. J. (2001). Land-use suitability analysis in the United States: Historical development and promising technological achievements. *Environmental Management*, 28(5), 611–621.
- Costa, J. M., Grant, O. M., & Chaves, M. M. (2013). Thermography to explore plant–environment interactions. *Journal of Experimental Botany*, 64(13), 3937–3949. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert029>

- Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Ameglio, T., Cruizat, P., & Archer, P. (1997). Yield and physiological responses of walnut trees in semiarid conditions: Application to irrigation scheduling. *2nd International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. Acta Horticulturae*, 449(1), ISHS.
- Cosmulescu, S., Baci, A., Botu, M., & Achim, G. (2010) Environmental factors' influence on walnut flowering. *Acta Horticulture*, 861, 83–88.
- Çoban, İ. (2020). *Chandler, Kaman-1 ve Midland ceviz (juglans regia L.) çeşitlerinin fenolojik, pomolojik ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Delibaş, L., Bağdatlı, M. C., & Danışman, A. (2015). Topoğrafya ve bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilerek ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi: *Tekirdağ ili merkez köyleri örneği*. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5.
- Dixon J., Gulliver A., & Gibbon. D. (2001). Farming system and Poverty – Improvemrnt Farmer's livelihood in changing world – FAO and Word Bank, Rome, Italy, Principle Editor Malcolm Hal.
- Dhami, J., Roy, S., Nain, A. S., & Panwar, R. (2012). Suitability analysis of apple and pear using remote sensing and GIS in Uttarakhand. *Journal of Agrometeorology*, 14, 464–474.
- Douzoune, K., Oloukoi, J., Gongnet, E. E., Sèdjro, T., & Affossogbe, A. (2024). Application of Ordinary Kriging in Mapping Soil Organic Carbon in Chad using SoilGrids data. *South African Journal of Geomatics*, 13(2), 397-408.
- Erbaş, Y. S. (2019). Büyükliman Havzasında ceviz dikimi için uygun alanların tespitinde coğrafi bilgi sistemlerinin katkısı: Tonya ilçesi örneği. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1, 33–36.
- Eusterhues, K., Rumpel, C., Kleber, M., & Kögel-Knabner, I. (2003). Stabilisation of soil organic matter by interactions with minerals as revealed by mineral dissolution and oxidative degradation. *Organic Geochemistry*, 34(12), 1591-1600.
- FAO, (1976). A framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No.32, ILRI Publication No.22, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1984). Land evaluation for forestry (Forestry Paper No. 48; 123 p.)

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2006). Guidelines for soil description (4th ed.). <http://www.fao.org/3/a-a0541e.pdf>
- FAOSTAT. (2024). World Walnut Production. (Erişim Tarihi, 5 Nisan 2025).
- Facciotto, G., Minotta, G., Paris, P., & Pelleri, F. (2015). Tree farming, agroforestry and the new green revolution: A necessary alliance. In Proceedings of the Second International Congress of Silviculture (pp. 658–669). Accademia Italiana di Scienze Forestali. <https://doi.org/10.4129/2cis-gf-tre>
- Fedoroff, N. V., Battisti, D. S., Beachy, R. N., Cooper, P. J., Fischhoff, D. A., Hodges, C. N., Knauf, V. C., Lobell, D., Mazur, B. J., Molden, D., & Reynolds, M. P. (2010). Radically rethinking agriculture for the 21st century. *Science*, 327(5967), 833–834. <https://doi.org/10.1126/science.1186834>
- Fotirić Akšić, M., Ercisli, S., Meland, M., & Bujdosó, G. (2024). *Cooler is better: The role of temperature in the reproductive biology of Persian walnut (Juglans regia L.) studied in a Hungarian-bred cultivar*. *Applied Fruit Science*, 66(5), 1963–1976. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01155-z>
- Forman, R. T. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207–231.
- Gao, Z., Li, Z., & Chen, J. (2018). Planning and suggestions for the walnut production areas in Beijing. 10th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA) 358–361.
- Grange, R. I., & Hand, D. W. (1987). A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *Journal of Horticultural Science*, 62(2), 125–134. <https://doi.org/10.1080/14620316.1987.11515760>
- Harris, W. S., Miller, M., Tighe, A. P., Davidson, M. H., & Schaefer, E. J. (2007). Omega-3 fatty acids and coronary heart disease risk: Clinical and mechanistic perspectives. *Atherosclerosis*, 197(1), 12–24.
- Hafeez, K., Malak, N., & Zhang, Y. (2007). Outsourcing non-core assets and competences of a firm using Analytic Hierarchy Process. *Computers & Operations Research*, 34(12), 3592–3608. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.004>
- Hopkins, L. D. (1977). Methods of generating land suitability maps: A comparative evaluation. *Journal of the American Institute of Planners*, 43(4), 386–400.
- Huynh, V. C., & Boehme, M. (2005). *Evaluation of physical land suitability for the "Thanh Tra" pomelo crop in Hue, Vietnam*. Conference on International

- Agricultural Research for Development, Tropentag, Stuttgart-Hohenheim, Germany.
- Ishchuk, H., Shlapak, V., Ishchuk, L., Bayura, O., & Kurka, S. (2021). The introduced North American species of the genus *Juglans L.* in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine and their use. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 22(1), 77-92. <https://doi.org/10.23902/trkjnat.805761>
- ISRIC – World Soil Information. (2023). SoilGrids: Global gridded soil information [Data set]. <https://soilgrids.org> (Erişim Tarihi, 2 Mart 2025)
- Jafarbiglu, H., & Pourreza, A. (2022). A comprehensive review of remote sensing platforms, sensors, and applications in nut crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197, 106844. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106844>
- Jin, Y., Chen, B., Lampinen, B. D., & Brown, P. H. (2020). Advancing agricultural production with machine learning analytics: yield determinants for California's almond orchards. *Frontiers in Plant Science*, 11, 290.
- Kamal, P., & Kamal, S. (2011). In vitro propagation of walnut—A review. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 290–311. Retrieved from <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Kassa, T., & Mulu, H. (2012). Land suitability characterization for crop and fruit production in midlands of Tigray, Ethiopia. *Mekelle University Journal of Science (MEJS)*, 4(1), 64–76.
- Kahsay, A., Haile, M., Gebresamuel, G., & Mohammed, M. (2018). GIS-based multi-criteria model for land suitability evaluation of rainfed teff crop production in degraded semi-arid highlands of Northern Ethiopia. *Modeling Earth Systems and Environment*, 4(4), 1467-1486.
- Kazemi, H., & Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). *Ecological Engineering*, 116, 1-6.
- Keleş, H. (2021). *Flowers and Fertilization Biology in Walnuts*. 23, İksad yayın evi, ISBN: 978-625-8061-35-2
- Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğü. (2023). 2013–2023 yılları arası iklim verileri arşivi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr>

- Lara-Estrada, L., Rasche, L., & Schneider, U. A. (2017). Modeling land suitability for *Coffea arabica* L. in Central America. *Environmental Modelling & Software*, 95, 196–209.
- Lupia, D. F. (2012). Crop/land suitability analysis by ArcGIS tool. Technical Report.
- Madueke, C. O., Shrestha, D. P., & Nyktas, P. (2024). Assessment of SoilGrids data for soil erosion estimation at watershed scale: A case study in northern Thailand. *Pedosphere*, 34(4), 797-813.
- Malczewski, J. (1996). A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making. *International Journal of Geographical Information Science*, 10(6), 955-967. <https://doi.org/10.1080/136588196242223>
- Manning, W. E. (1978). The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 59(4), 1058-1087.
- Maris, N., Mansor, S., & Shafri, H. (2008). Apicultural site zonation using GIS and multi-criteria decision analysis. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 31(2), 147–162.
- Mercan, Ç. (2025). Assessment of walnut (*Juglans regia* L.) cultivation land suitability using a multiple-criteria decision-making method in Southeastern Turkey. *Scientific Reports*, 15(1), 2716.
- Musakwa, W. (2018). Identifying land suitable for agricultural land reform using GIS-MCDA in South Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 20(5), 2281-2299.
- Mustafa, A. A., Singh, M., Sahoo, R. N., Ahmed, N., Khanna, M., Sarangi, A., & Mishra, A. K. (2011). Land suitability analysis for different crops: A multi criteria decision making approach using remote sensing and GIS. *Researcher*, 3(12), 61–84.
- MGM (2024). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Aylık yağış ve sıcaklık ortalamaları (1934–2024). <https://mgm.gov.tr> (Erişim Tarihi, 2 Mart 2025).
- Miletić, R., Mitrović, M., & Rakićević, M. (2009). The effect of meteorological factors on major properties of selected walnut cultivars. *Plant Science*, 46, 219–223.
- Mitra, S. K., Rathore, D. S., & Bose, T. K. (1991). Temperature fruit. Horticulture and Allied Publishers, Chakraberia Lane, Calcutta, India
- Mohni, C., Pelleri, F., & Hemery, G. E. (2009). The modern silviculture of *Juglans regia* L.: A literature review. *Die Bodenkultur*, 60(3), 21-34.

- Noor Maris, N. M., Mansor, S., & Shafri, H. Z. (2008). Apicultural site zonation using GIS and multi-criteria decision analysis. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 31(2), 147–162.
- Noszczyk, T., Rutkowska, A., & Hernik, J. (2017). Determining changes in land use structure in Małopolska using statistical methods. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(1), 211-220.
- Orhan, O. (2021). Land suitability determination for citrus cultivation using a GIS-based multi-criteria analysis in Mersin, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106433. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106433>
- OpenStreetMap Contributors. (2023). OpenStreetMap verileri. <https://www.openstreetmap.org> (Erişim Tarihi, 9 Haziran 2024).
- Ozkan, G., & Koyuncu, M. A. (2005). Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey. *Grasas y Aceites*, 56(2), 142–147. <https://doi.org/10.3989/gya.2005.v56.i2.112>
- Ömürbek, N., & Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, (22), 1–18. <https://doi.org/10.11611/JMER214>
- Parle, M., & Khanna, D. (2011). Walnut: Not a hard nut to crack. *International Research Journal of Pharmacy*, 2(5), 8–17. Retrieved from <http://www.irjponline.com>
- Perulli, G. D., Baldi, E., Toselli, M., Gentile, S. L., Solimando, D., Anconelli, S., ... & Manfrini, L. (2025). Optimization of irrigation on walnut through the IRRIFRAME water balance model. *Irrigation Science*, 1-11.
- Pini, R., Paris, P., Guidi, G. V., & Pisanelli, A. (1999). Soil physical characteristics and understory management in a walnut (*Juglans regia* L.) plantation in central Italy. *Agroforestry Systems*, 46, 95–105.
- Poggio, L., De Sousa, L. M., Batjes, N. H., Heuvelink, G. B., Kempen, B., Ribeiro, E., & Rossiter, D. (2021). SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *Soil*, 7(1), 217-240.
- Ponder, F. Jr. (2004). Soil and Nutrition for Black Walnut. *Black Walnut in a New Century, Proceedings of the 6th Walnut Council Research Symposium*, 25-28 July, pp. 71-77. Lafayette, Indiana, U.S.
- Popa, R.-G., Bălăcescu, A., & Popescu, L. G. (2023). Organic Walnut Cultivation in Intensive and Super-Intensive System—Sustainable Investment. Case Study: Gorj

County, Romania. *Sustainability*, 15(2), 1244.
<https://doi.org/10.3390/su15021244>

- Qiu, B. W., Chi, T. H., & Wang, Q. M. (2005). Fruit tree suitability assessment using GIS and multi-criteria evaluation. *Transaction of the CSAE*, 21(6), 667–690.
- Ramos, D. E. (1997). Walnut production manual. UCANR Publications. Oakland, CA, USA, pp. 66–68.
- Rajak, S. K. (2013). Geographical Information System (GIS). *International Journal of Information and Computation Technology*, 3(11), 1207–1210. Retrieved from <http://www.irphouse.com/ijict.htm>
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. McGraw-Hill.
- Salata, S., Ozkavaf-Senalp, S., Velibeyoğlu, K., & Elburz, Z. (2022). Suitability analysis for vineyard cultivation in the Izmir Metropolitan Area. *Land*, 11(3), 416. <https://doi.org/10.3390/land11030416>
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A. A., & McDowell, R. W. (2019). Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. *Geoderma*, 352, 80–95.
- Selim, S., Koc-San, D., Selim, C., & San, B. T. (2018). Site selection for avocado cultivation using GIS and multi-criteria decision analyses: Case study of Antalya, Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.09.038>
- Scedei, D. N., Iordănescu, O. A., Duma (Copcea), A., Beinşan, C., Alda, S., Alda, L. M., Moatăr, M. M., Blidariu, D. T., & Stoianov, Z. I. (2020). Behavior of walnut biotypes (*Juglans regia* L.) from Cenei, Timis. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 24, 45–50. Retrieved December 1, 2022, from <http://www.journal-hfb.usab-tm.ro>
- Shu-Ganga, Z. H. A. O., Hong-Xia, B. W. A. N. G., & Zhang, Z. H. (2011). Research advances on dichogamy of walnut [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 17.
- Soleimani, M., Hamzeh, S., & Papi, R. (2018). Potential assessment of suitable lands for walnut cultivation in Tehran province using fuzzy AHP method.
- Strugstad, M. P., & Despotovski, S. (2012). A summary of extraction, synthesis, properties, and potential uses of juglone: A literature review. *Journal of Ecosystem Management*, 13, 1–16.
- Şen, S.M. (2011). Ceviz yetiştiriciliği, besin değeri, folklorü, ÜÇM Yayınları: Ankara s: 168170.

- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). Kırşehir tarımsal yatırım rehberi. https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/kirsehir.pdf
- Teka, K., & Haftu, M. (2012). Land suitability characterization for crop and fruit production in Midlands of Tigray, Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science*, 4(1), 64–76.
- Uyan, M., Janus, J., & Ertunç, E. (2023). Land Use Suitability Model for Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Cultivation Using the Best Worst Method: A Case Study from Ankara/Türkiye. *Agriculture*, 13(9), 1722. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091722>
- Ünal, Ö. F. (2012). Performans değerlemede analitik hiyerarşi prosesi (AHP) uygulamaları. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 1(37), 37-55.
- Vahdati, K., Massah Bavani, A. R., Khosh-Khui, M., Fakour, P., & Sarikhani, S. (2019). Applying the AOGCM-AR5 models to the assessments of land suitability for walnut cultivation in response to climate change: A case study of Iran. *PLoS ONE*, 14(6), e0218725. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218725>
- Vahdati, K., Sadeghi-Majd, R., Sestras, A. F., Licea-Moreno, R. J., Peixe, A., & Sestras, R. E. (2022). Clonal Propagation of Walnuts (*Juglans spp.*): A Review on Evolution from Traditional Techniques to Application of Biotechnology. *Plants*, 11(22), 3040. <https://doi.org/10.3390/plants11223040>
- Valdebenito, D., Farías, D., Oyanedel, E., Castro, M., Lampinen, B., Tixier, A., & Saa, S. (2017). The morphology of a Walnut (*Juglans regia* L.) shoot is affected by its position in the canopy and correlated to the number and size of its fruits. *Scientia Horticulturae*, 220, 303-309.
- Verma, M. K. (2014). Walnut production technology. *Indian Agricultural Research Institute, New Delhi*, 1-12.
- Yan, R., Xiang, F., Li, Y., Li, X., Zhang, Y., & Li, J. (2024). Study on Soil Fertility Characteristics of Walnut Orchards with Different Parent Materials and Soil Types in Gyaca County, Tibet. *Agronomy*, 14(7), 1496.
- Yön, Ş., & Sönmez, İ. (2021). Burdur yöresi ceviz (*Juglans regia* L.) bahçelerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 117-123. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.744168>
- Yildiz, E., Pinar, H., Uzun, A., Yaman, M., Sumbul, A., & Ercisli, S. (2021). Identification of genetic diversity among *Juglans regia* L. genotypes using molecular,

- morphological, and fatty acid data. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68, 1425–1437.
- Yılmaz, Ö. (2022). Analitik hiyerarşi proses ile üniversite tercihini etkileyen kriterlerin belirlenmesi: SDÜ örneği. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 36-51.
- Yıldırım, Y. E. (2002). GAP Bölgesinde çeşitli bitkilerin yetişebileceği alanların belirlenmesi. *T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma Planı, GAP Bölgesinde Sulama Durumu, İklim, Bitki ve Türdeş Alanlar*, 147-197.
- Xu, Y. W., Wu, W. F., Wang, Q. Z., Wang, D. Q., Xu, C. Y., Chen, W. S., & Xu, Y. J. (2024). The spatial distribution characteristics of soil nutrients in walnut orchards based on geostatistical model. *Journal of Fruit Science*, 41(7), 968–979.
- Wade, T. G., Riitters, K. H., Wickham, J. D., & Jones, K. B. (2003). Distribution and causes of global forest fragmentation. *Conservation Ecology*, 7(2).
- Wickham, J. D., O'Neill, R. V., Riitters, K. H., Smith, E. R., Wade, T. G., & Jones, K. B. (2002). Geographic targeting of increases in nutrient export due to future urbanization. *Ecological Applications*, 12(1), 93–106.
- Zhang, H. Z., Zhang, W. E., Fan, W. G., Ouyang, Z. W., Cai, H., Hao, Z. K., Wang, R. P., & Pan, X. J. (2023). Effects of walnut/Rosa roxburghii compound planting on growth, fruit yield, quality of Rosa roxburghii and soil properties. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 34(3), 699-707
- Zhou, Y. D., & Shi, M. L. (2009). Rail transit project risk evaluation based on AHP model. In *Proceedings of the Second International Conference on Information and Computing Science* (Vol. 3, pp. 236–238).

EKLER

EK-1



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ebru ŞİRİN
Uyruğu	T.C.
Orcid Numarası	0000-0002-7416-6367

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bitki Koruma
Mezuniyet Yılı	2007
Yüksek Lisans	
Üniversite	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Bahçe Bitkileri
Programı	Meyve Yetiştirme ve Islahı
Mezuniyet Tarihi	2014
Doktora	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Bahçe Bitkileri
Programı	Meyve Yetiştirme ve Islahı
Mezuniyet Tarihi	2025

Bilimsel Yayınlar
Şirin, E., Altun, B., Kazankaya, A. (2023) "The Usability of Extracts of Walnut Green Outer Shell for In vitro Surface Sterilization of Rosehip (<i>Rosa canina</i> L.) Plant", <i>Ondokuz Mayıs University</i> , 6 (6) pp. 631-635 [TR Dizin]
Şirin, E., Ertürk, Y., Kazankaya, A. (2022) "Effects of PGPR, AMF and Trichoderma Applications on Adaptation Abilities to Different Biotic and Abiotic Conditions in Medicinal and Aromatic Plants", <i>Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi</i> , 10 (2) pp. 166-173 [TR Dizin]
Şirin, E., Şirin, E., Genç, S. (2020) "The Effect of Oestrus Synchronization on Reproductive Performance and Birth Weight in Hair Goats during The Breeding Season", <i>Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi</i> , 8 (12) pp. 2619-2622 [TR Dizin]
Şirin, E., Ertürk, Y. (2025) "Carbon Sequestration of Fruit Orchards and Their Role In Sustainable Agriculture", <i>Ispec 17th International Conference On</i>

- Agriculture, Animal Science & Rural Development , (pp. 690-700), Kırşehir, Türkiye, (Haziran 2025)
- Kıymaz, S., Genç, S., Şirin, E. (2025) "Determination of Nitrate Levels in Well Water: The Case of Kırşehir Province", Ispec 17th International Conference On Agriculture, Animal Science & Rural Development , (pp. 35), Kırşehir, Türkiye, (Haziran 2025)
- Şirin, E., Ertürk, Y. (2025) "Soil Suitability Map for Walnut Cultivation In Kırşehir: Evaluation Using The Ahp Method Based On Soilgrids Data", Ispec 17th International Conference On Agriculture, Animal Science & Rural Development , (pp. 701-716), Kırşehir, Türkiye, (Haziran 2025)
- Şirin, E., Kazankaya, A. (2023) "Determination Of Chilling Time in Fruit Growing", Ahi Evran 3rd International Conference on Scientific Research , (pp. 49-53), Azerbaycan, (Mayıs 2023)
- Şirin, E., Ertürk, Y., Sağlam-Yılmaz, S., Kazankaya, A. (2023) "Effect of Different Pre-Treatments on In Vitro Germination of Carob (*Ceratonia Siliqua L.*) Seeds", Ahi Evran 3rd International Conference on Scientific Research , (pp. 49-53), Azerbaycan, (Mayıs 2023)
- Şirin, E., Kezer, G., Akıllı, A. (2022) "Determination of Food Preservation Capacity of Extracts Prepared with Different Forms Of Rosehip (*Rosa Canina L.*) Fruit And Economic Evaluation of Its Use As A Food Preservative", Ahi Evran 2nd International Conference on Scientific Research , (pp. 49-53), Azerbaycan, (Kasım 2022)
- Şirin, E., Baloğlu, A.F., Ertürk, Y. (2022) "Effective Bio-Priming Treatments for Seed Germination in Horticulture", Ahi Evran 2nd International Conference on Scientific Research , (pp. 49-53), Azerbaycan, (Kasım 2022)
- Şirin, E., Ertürk, Y., Kazankaya, A. (2022) "Methods and Principles Used in Determining Frost Resistance Degrees Of Fruit Trees", Ahi Evran 2nd International Conference on Scientific Research , (pp. 49-53), Azerbaycan, (Kasım 2022)
- Şirin, E., Altun, B., Kazankaya, A. (2022) "Kuşburnu Bitkisinin (*Rosa Canina L.*) İn Vitro Rejenerasyonunda Ceviz Yeşil Dış Kabuğunun Sterilizatör Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması", 3rd International 5 Ocak Congress on Applied Sciences , Adana, Türkiye, (Ocak 2022)
- Şirin, E., Kazankaya, A. (2021) "Kırşehir Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnu Meyvelerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi", Ahi Evran Internation Conference on Scientific Research , Kırşehir, Türkiye, (Aralık 2021)
- Sağlam-Yılmaz, S., Yıldız, K., Şirin, E. (2014) "In Vitro Clonal Propagation of Two Turkish Walnut (*Juglans regia L.*) Varieties", European Biotechnology Congress , İtalya, (Eylül 2014)