

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GEDİZ HAVZASINDA DON RİSK TARİHLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren YENİCİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

ANKARA

2010

ÖZET

GEDİZ HAVZASINDA DON RİSK TARİHLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceren YENİCİ

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Y.Ersoy YILDIRIM

Bu araştırma Gediz havzasında yürütülmüştür. Ülkemiz tarımsal üretiminde önemli bir paya sahip olan Gediz havzasındaki tarımı bazı yıllarda olumsuz yönde etkileyen don olaylarının, havza ve civarında yer alan istasyonların coğrafi konumu, alan üzerindeki dağılımı ve gözlemler arasındaki korelasyonu dikkate alarak kriging ve alt yöntemleriyle %20, %50 ve %80 olasılıklı don riski olan bölgelerin ve dönemlerin haritalanmasıdır. Bu haritalardan da yararlanılarak havzanın don tarihleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Tarımsal Meteoroloji, don risk haritaları, kriging, jeoistatistik

ABSTRACT

EVALUATION OF FROST RISK DATES IN GEDİZ BASIN

Ceren YENİCİ

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Y.Ersoy YILDIRIM

Weather constitutes an exogenous factor in agriculture which may have considerable influence on production. For a particular production products are effect direct on quality and yield with sustainable production. Gediz river basin has an important part on national agricultural productions. This productions can be damaged by freezing some years. In this study, Maps of freezing risk on Gediz river basin were produced using by krigingmethod 20%, 50% and 80% of probability taking into account climate geographical location, distribution of the area and correlation on observation. These maps were obtained by using of the basin until frost.

Key Words : Agrometeorology, frost risk mapping, kriging, geostatistic

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımı yönlendiren, araőtırmalarımın her aőamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Y.Ersoy YILDIRIM' a, çalıőmalarım sırasında önemli katkıda bulunan ve yönlendiren sayın Prof. Dr. Süleyman KODAL'a lisans eğitimimden itibaren yardımlarını esirgemeyen hocam Dr. İsmail Taş'a, çalıőmalarımın her aőamasında bana yardım eden arkadaşım Cenk AKŐİT'e ve beni her konuda destekleyen aileme teşekkür ederim.

Ceren YENİCİ
Ankara, Aralık 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER.....	vi
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	8
3.1 Materyal.....	8
3.1.1 Araştırma yeri.....	8
3.1.2 Araştırma yerinin iklim özellikleri.....	9
3.1.3 Araştırma yerinin jeolojisi.....	10
3.1.4 Araştırma yerinin toprak özellikleri.....	11
3.1.5 Araştırma yerinin bitki örtüsü.....	11
3.1.6 Araştırma yerinin su kaynakları.....	12
3.1.7 Araştırmada kullanılan veriler.....	13
3.1.8 Araştırma alanındaki il ve ilçeler.....	14
3.1.9 Araştırma alanının sayısal arazi modeli.....	16
3.2 Yöntem.....	17
3.2.1 Günlük minimum sıcaklık verilerinin düzenlenmesi.....	18
3.2.2 Homojenlik testi.....	19
3.2.3 Don oluş ihtimallerinin belirlenmesi.....	19
3.2.3 İlkbahar ve sonbahar dönemlerinin belirlenmesi.....	20
3.2.5 Farklı olasılık düzeyleri için don tarihlerinin belirlenmesi.....	20
3.2.6 Don oluş tarihlerinin mekansal dağılımının belirlenmesi.....	20
3.2.7 Ordinary kriging yöntemi.....	24
3.2.8 Simple kriging yöntemi.....	25
3.2.9 Universal kriging yöntemi.....	25
3.2.10 Disjunctive kriging yöntemi.....	25
3.2.11 Uygun jeostatistiksel yöntemlerin belirlenmesi.....	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	27
4.1 Düzenlenen günlük minimum sıcaklık verileri.....	27
4.2 Homojenlik testi sonuçları.....	28
4.3 Don oluş ihtimalleri.....	29
4.4 İlkbahar ve sonbahar dönemleri.....	30
4.5 Farklı olasılık düzeyleri için don tarihleri.....	32
4.6 Don risk haritaları.....	36
4.6.1 Ordinary kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları.....	36
4.6.2 Simple kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları.....	40
4.6.3 Universal kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları.....	43
4.6.4 Disjunctive kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları.....	46

4.7 Uygun jeoistatistiksel yöntemin sonuçları	49
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	63
EK 1. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen	
% 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	64
EK 2. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen	
% 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	65
EK 3. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen	
% 80 olasılık düzeyinde don risk haritası	66
EK 4. Sonbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen	
% 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	67
EK 5. Sonbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen	
% 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	68
ÖZGEÇMİŞ.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Gediz havzasının konumu	8
Şekil 2. Araştırmada değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonları	14
Şekil 3. Araştırma alanındaki il ve ilçeler	15
Şekil 4. Sayısal arazi modeli	16
Şekil 5. Araştırmada izlenen aşamalara ilişkin akış şeması	17
Şekil 6. Gediz istasyonunda günlük minimum sıcaklık ortalamalarının dağılımı	30
Şekil 7. Gediz istasyonu için ilkbahar döneminde don oluş ihtimali	33
Şekil 8. Gediz istasyonu için sonbahar döneminde don oluş ihtimali	34
Şekil 9. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	37
Şekil 10. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	37
Şekil 11. İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen % 80 olasılık düzeyinde don risk haritası	38
Şekil 12. Sonbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	38
Şekil 13. Sonbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	39
Şekil 14. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	40
Şekil 15. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	40
Şekil 16. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 80 olasılık düzeyinde don risk haritası	41
Şekil 17. Sonbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	41
Şekil 18. Sonbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	42
Şekil 19. İlkbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	43
Şekil 20. İlkbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	43
Şekil 21. İlkbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 80 olasılık düzeyinde don risk haritası	44
Şekil 22. Sonbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	44
Şekil 23. Sonbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	45
Şekil 24. İlkbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	46
Şekil 25. İlkbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen	

% 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	46
Şekil 26. İlkbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen	
% 80 olasılık düzeyinde don risk haritası	47
Şekil 27. Sonbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen	
% 20 olasılık düzeyinde don risk haritası	47
Şekil 28. Sonbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen	
% 50 olasılık düzeyinde don risk haritası	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Akhisar, Manisa ve Salihli meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve ortalama toplam yağış miktarı	10
Çizelge 2. Araştırma yerindeki meteoroloji istasyonları	13
Çizelge 3. Gediz istasyonu için düzenlenen veriler	27
Çizelge 4. Kolmogorov-Smirov homojenlik testi sonuçları	28
Çizelge 5. Gediz istasyonu için don oluş ihtimalleri	29
Çizelge 6. İstasyonlar için belirlenen ilkbahar ve sonbahar dönemleri	31
Çizelge 7. Gediz istasyonunda ilkbahar ve sonbahar dönemlerindeki günlerde don oluş ihtimali	32
Çizelge 8. İstasyonlarda farklı olasılık düzeyleri için belirlenen olası don tarihleri	35
Çizelge 9. İlkbahar dönemi gerçek ve tahmin edilen don risk tarihleri	50
Çizelge 10. Sonbahar dönemi gerçek ve tahmin edilen don risk tarihleri	51

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde ürün miktarı, kalitesi ve maliyeti, yetiştirme ortamındaki optimum koşulların sağlanması yanında, uygun iklim şartları ve kontrolüne de bağlıdır ve tarımsal üretim sürecinde oluşabilecek hataların sonucunda maddi kayıpların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Üretimde tarımsal meteorolojiden yararlanılması durumunda özellikle don ile hastalık ve zararlı uyarıları ve alınan önlemler sayesinde üretim kayıpları ve maliyeti azalmakta, kalitesi ise artmakta, fayda oranı yapılan yatırımın 15 katına kadar yükselebilmektedir. Türkiye’de otomatik gözlem istasyonlarının tarım alanlarına kurulması çalışmaları son yıllarda artış göstermiştir. İstasyon sayısının artmasına karşılık bu istasyonlardan yeterince yararlanılamamaktadır. Çünkü bu rasat sonuçlarının, istasyonların kurulduğu tarım alanında yer alan üreticiler ve mühendisler-araştırmacılar veya diğer bölgelerdeki araştırmacılar tarafından yeterince kullanıldığını söylemek güçtür. Bu istasyonların rasat sonuçlarının ve bu sonuçlardan modeller kullanılarak üretilen bilgilerin üretici-mühendis-araştırmacı vb. kullanıcılara internet ortamında ücretsiz olarak sunulmasıyla mevcut don uyarıları ile hastalık ve zararlıları uyarıları hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Don olayı standart siperler içerisinde ölçülen hava sıcaklığının 0 °C ’nin ve altına düşmesiyle meydana gelen olay, donlu gün ise don olayının meydana geldiği gün olarak tanımlanmaktadır. Bitki yetiştirme döneminin ortalama uzunluğu, ilkbahar geç donlarının en son tarihi ile sonbahar erken donlarının ilk tarihi arasındaki zaman olarak açıklanabilir. Don riski taşıyan bölgelerde faaliyetler daha dikkatli yapılmalıdır. Örneğin 3, 4 ve 5 Nisan 2004 tarihinde yaşanan ilkbahar son donlarında doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerindeki kayısı, üzüm, antepfıstığı ve badem ağaçları büyük zarar görmüştür. Sadece Malatya’da dondan 60.000 üretici zarar görmüş, ekonomik kayıp 250 milyon dolara ulaşmıştır. Ege Bölgesi genelinde 1995 yılı Mart ve Nisan aylarında yaşanan don olayı özellikle bağcılık ile uğraşan üreticileri zor durumda bırakmıştır. Eğer tarım yapılması düşünülen bölge don tehlikesine maruz ise, farklı mevsimlerde don hadisesinin görülme ihtimali ve muhtemel şiddeti ve araştırılmalıdır. Bitki yetiştirme döneminin uzunluğu ile ilgili bilgiler, don tehlikesine açık bölgeler için

uygun ürün tür ve çeşitlerinin seçiminde ziraat ile uğraşanlara önemli ölçüde yardımcı olacaktır. Bu verilerden belirli ürünler için ortalama güvenli dikim tarihleri elde edilebilir.

Tarımda büyük zararlara neden olan don olaylarının önceden belirlenmesi için yılın kritik mevsimlerinde ve özellikle dona karşı duyarlı türlerin yetiştirildiği belirli bölgeler de yapılacak don tahminleri gerekli önlemlerin zamanında alınmasını sağlar. Ancak her şeyden önce tarımla uğraşan kesimin mutlak suretle bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi gerekir, çiftçiler bilinçlendirilmediği takdirde don ile mücadele yöntemleri ekonomik açıdan istenilen amaca ulaşamaz.

Bilindiği gibi ziraî meteorolojinin en önemli görevlerinden bir tanesi de, kültür bitkilerinin değişik devrelerinde zararlı iklim şartlarından korunmasına yardımcı olmaktadır. Meteorolojik faktörlerin etkisiyle meydana gelen zararlar arasında kültür bitkilerinin gelişme devresinde zaman zaman ortaya çıkan don olaylarının büyük önemi vardır.

Her bitkinin don olayından gördüğü zarar, çeşidine ve gelişme durumuna bağlı olarak değişir. -15 °C den sonra ağaçların gövdesinde ve kabuklarında çatlama oluşmaya başlar. Zeytin ağaçları -10 °C de en fazla 1-2 saat sonra ölür. Don olayından en çok erken uyanan meyve ağaçları, muz ve narenciye bahçeleri, sebze fideleri ve seralarda yetiştirilen süs bitkileri ile turfanda sebzeler zarar görür.

Bu çalışmanın amacı, ülkemiz tarımsa üretiminde önemli bir paya sahip olan Gediz havzasındaki tarımı bazı yıllarda olumsuz yönde etkileyen don olayının 35 yıllık günlük iklim değerleri kullanılarak analiz edilmesi ve farklı olasılık düzeyleri dikkate alınarak don riski olan bölgelerin ve dönemlerin haritalanmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akgül (2009) Gediz havzasında; öncelikle su bütçesi elemanlarından yağış, yüzey akış ve evapotranspirasyon değerlerinin uzun dönemde meydana gelen artma azalma eğilimleri ortaya konmuştur.

Alsancak (2005), Gediz Havzasında İklim İsteklerine Göre Farklı Üzüm Çeşitlerinin Yetiştirilebileceği Alanların Belirlenmesi.

Trasmonte, Chavez, Segura, Rosales, (2008) Frost risks in the Mantaro river basin Mantaro nehri yakınlarında yapılan bu çalışmanın amacı iklim değişikliği ve donun geçici ve özel karakteristik yapısını belirlemektir.

Xu, Guofan, Dai, Hao, Tang, (2006) Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. Bu çalışmada orman verisi ve uzaktan algılama verileri ile yeni veri katmanı elde edilmiştir ve yangın potansiyeli olan bölgeler belirlenmiştir.

Apaydın, Sönmez, Yıldırım, (2004) GAP bölgesindeki iklim verileri için mekânsal enterpolasyon teknikleri. Bu çalışmada GAP bölgesinde 6 farklı iklim verileri kullanılarak o bölge için mekânsal enterpolasyon değerleri çıkarılmıştır.

Laughlin, Kalma, (1990) frost risk mapping for landscape planing hava verileri ve arazi analizleri kullanılarak don risk haritaları hazırlanmıştır.

Madelin ve Beltrando (2005), Fransa' nın Marne bölgesinde 2 050 km²' lik bir alanda araştırmalarını yürütmüşlerdir. Çalışmalarında 23 adet meteorolojik istasyon verisini kullanmışlardır. Günlük minimum sıcaklıklar ile coğrafik (koordinatlar) ve topoğrafik (yükseklik, eğim, bakı) veriler arasında çoklu regresyon denklemi kurmuşlardır. Oluşturdukları günlük minimum sıcaklık haritası yardımıyla dona duyarlı bölgeleri saptamışlardır. Modelden elde edilen tahmin haritası ile 2003 yılı baharında gözlenen don zararı alanlarını karşılaştırmışlar, gözlenen ve tahmin edilen alanların uyum sağladığını belirtmişlerdir.

Tabios ve Salas (1985), Amerika Birleşik Devletlerinde yürüttükleri bir çalışmada 29 adet yağış gözlem istasyonu verisi kullanmışlardır. Amaçlarının; belirtilen bölgelerde yıllık yağış toplamlarının tahmininde önerilen farklı enterpolsayon tekniklerini kıyaslamak olduğunu vurgulamışlardır. Altı enterpolasyon tekniğini birbiriyle karşılaştırmışlardır. Değerlendirmeler; seçilmiş beş istasyon gözlemleri ile tahmin edilen değerler kıyaslanarak yapılmıştır. *Kriging* enterpolasyon tekniğinin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar elde ettiğini belirtmişlerdir.

Anderson (2003), ABD'nin Arizona bölgesinde yaklaşık 6 387 km² 'lik bir alanda, 36 adet meteoroloji gözlem istasyonu kullanarak alansal sıcaklık haritası üretmiştir. Sıcaklık değerleri; *Spline*, *Ağırlıklı Ters Uzaklık (IDW)* ve *Kriging* yöntemiyle haritalanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Değerlendirme; istatistiksel sonuçları ve Willmott denklemi baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; *Kriging* yönteminin alansal enterpolasyonda muhtemel en iyi tahmini yaptığını belirtmiştir. *Kriging* yönteminden sonra ikinci en iyi tahmininin *IDW* yöntemi sonuçlarından elde edildiğini vurgulamıştır.

Apaydın ve ark. (2004), Güney Doğu Anadolu Projesi kapsama alanı olan 75 358 km²'lik bir alanda, 112 adet meteoroloji gözlem istasyonu verisi kullanarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. On iki farklı enterpolasyon tekniği ile altı iklim elemanını alansal olarak haritalamışlardır. Karşılaştırmaları çapraz doğrulama yöntemi ve

istatistiksel parametreler yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak; sıcaklık, solar radyasyon, oransal nem ve rüzgar hızı değerlerinde en iyi tahmin haritalarının *Simple Cokrging* yöntemiyle elde edildiğini belirtmişlerdir. Güneşlenme ve yağış değerlerinin enterpolasyonun da ise, en iyi sonucun *Düzeltilmiş Spline (Completely Regularized Spline)* yönteminin sağladığını tespit etmişlerdir.

Ustrnul ve Czekierda (2005), Polonya’da yürüttükleri çalışmalarında ülke içinden ve dışından toplam 223 meteorolojik gözlem istasyonundan sıcaklık verilerini temin etmişlerdir. Dört farklı *kriging* yöntemiyle Polonya’nın sıcaklık haritalarını oluşturmuşlardır. Haritalar arasında yaptıkları değerlendirmede, *Residual Kriging* yönteminin en gerçekçi tahminde bulunduğu karar vermişlerdir. Farklı sıcaklık tiplerinin haritalanma işlemini bu yöntemle gerçekleştirmişlerdir. Yöntem seçiminde coğrafik değişkenlerin (arazi topoğrafyası, arazi kullanımı, toprak tipi vb.) dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Nikolova ve Vassilev (2006), Bulgaristan’da 31 522 km² ‘lik alanda 11 adet meteoroloji gözlem istasyonu verisi kullanarak araştırmalarını yürütmüşlerdir. *Surfer* yazılımını kullanarak alansal yağışı sekiz değişik enterpolasyon tekniğiyle haritalamışlardır. Amaçlarının farklı enterpolasyon yöntemlerinin meteorolojik veri analizleri ile birleştirilmesine dikkat çekmek olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak; Enterpolasyon yöntemi seçiminin, araştırma alanının noktasal meteorolojik veri ölçüm sayısına ve alanın iklim özelliklerinin bilinmesine bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmalarında doğruluk oranı en yüksek yağış tahminlerinin *Kriging*, *Minimum Eğrilik (Minimum Curvature)* ve *Radyal Bazlı Fonksiyon (Radial Basis Function)* yöntemleri ile elde edildiğini açıklamışlardır.

Miras-Avalos ve ark. (2007), İspanya’da 29 750 km²’lik bir alanda 121 adet meteorolojik gözlem istasyonu verisi kullanarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. Aylık toplam yağış verilerinin haritalanmasında tek bir yöntemin uyum sağlamadığını, farklı

modellerin farklı veri setleriyle uyumlu sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Çalışılan ölçekte *Ters Uzaklık* tekniğinin diğer yöntemlere göre daha iyi tahminde bulunduğunu açıklamışlardır.

Morales ve ark. (2007), Şili’de yürüttükleri bir çalışmada; mikroklimatik alanların belirlenmesi için enterpolasyon metotlarını karşılaştırmışlardır. Araştırmalarında 78 adet meteoroloji gözlem istasyonu kullanmışlardır. İklim elemanlarını *Ağırlıklı Ters Uzaklık*, *Ordinary Kriging (OK)*, *Block Kriging*, *Global Regresyon* ve *Geographicaly Weighted Regresyon (GWR)* yöntemleri ile haritalamışlardır. Tahmin edilen iklim elemanları değerlerini inceleyerek mikroklimatik bölgeleri belirlemeye çalışmışlardır. Tahminlerin performansını; Bağlı Hata (RE), Ortalama Hata (ME), Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (RMSE) kriterlere göre yapmışlardır. Sonuç olarak; *OK* ve *GWR* metotlarının tahminlerde en iyi performansı yakaladıklarını saptamışlardır. Topoğrafyayı dikkate alan birleştirilmiş enterpolasyon metotları ile topoklimotolojik ve mikroklimatolojik bölgelerin saptanmasında daha iyi sonuçlara ulaşıldığını vurgulamışlardır.

Li ve ark. (2000), A.B.D’de yürüttükleri bir çalışmada 139 adet gözlem istasyonu kullanmışlardır. *ArcGIS* yazılımıyla dört farklı enterpolasyon planlaması yapmışlardır. Çapraz doğrulama yöntemiyle, RMSE değerlerine bakarak gözlenen ve tahmin edilen sıcaklık değerlerinin performanslarını kıyaslamışlardır. *Elevationally Detrended Ordinary Kriging* yönteminin en düşük RMSE değeriyle tercih edilebilir. enterpolasyon yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarının esasını; *ArcGIS Arcobjects* çevre modellemesini kullanarak bölgesel evapotranspoarsyon (ET) modelinin oluşturulması olduğunu açıklamışlardır. *Elevationally Detrended Ordinary Kriging* yöntemini kullanarak oluşturulan sıcaklık haritaları yardımıyla CBS temelli referans ET modellemişlerdir.

Dubrovsky ve ark. (2006), Çek Cumhuriyeti’nde 125 adet gözlem istasyonu ile CBS ve iki farklı yöntem kullanarak iklim elemanlarını enterpole etmişlerdir. Tarımsal

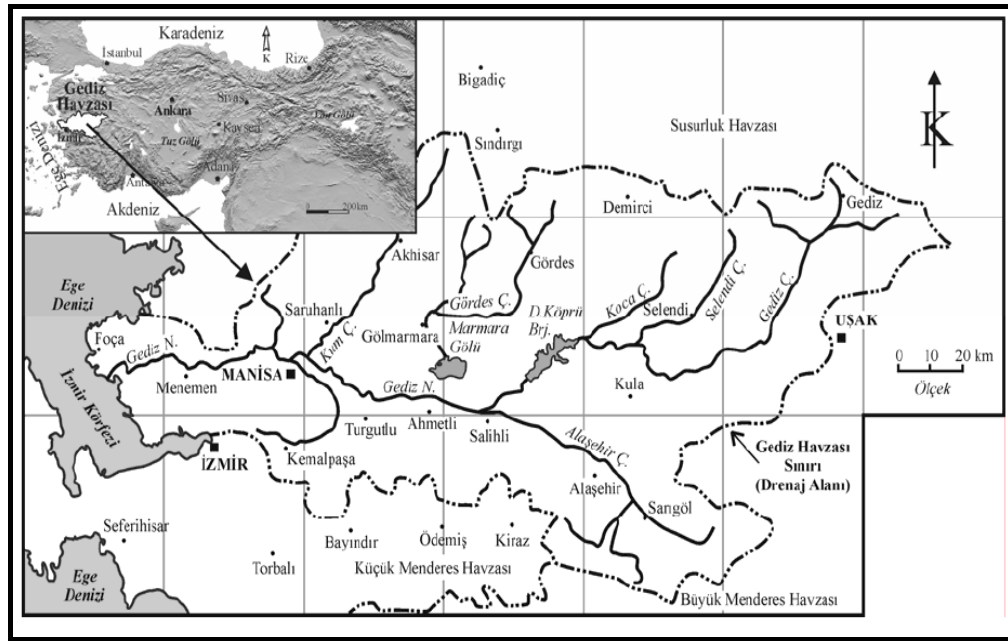
hidrolojide; ürün veriminde duyarlılıkların belirlenmesi, iklim karakterlerinin değişimi, yüzey akışın belirlenmesi gibi konularda model kullanımının önemine değinmişlerdir. Amaçlarının, oluşturdukları sentetik zaman serileriyle gözlenen değerleri kıyaslayarak model sonuçlarının test etmek ve bu sonuçlara göre modelleri kalibre etmek olduğunu vurgulamışlardır. Gelecekteki model planlamalarında kullanılması amacıyla üç farklı yöntemle iklim elemanı haritaları oluşturmuşlardır. Yöntemlerin performanslarını çapraz doğrulama yöntemiyle değerlendirmişlerdir. *CBS* ortamında *Cokriging* yönteminin diğer iki yönteme göre daha iyi tahmin yaptığını açıklamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Gediz Havzası Türkiye'nin batısında Ege Bölgesinde yer alan, sularını Gediz ve kolları vasıtasıyla Ege Denizine boşaltan, Ege, Susurluk ve Küçük Menderes Havzaları arasındaki sahayı kapsamaktadır. Havza coğrafi bakımdan 38°04'-39°13' kuzey enlemleri ile 26°42'-29°45' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Gediz havzası 17,220 km²'lik bir alana sahip olup, Türkiye'nin en büyük nehir havzalarından biridir. Gediz nehrinin uzunluğu yaklaşık 276 km'dir. Havza yükseklikleri, deniz seviyesi ile 2300 m arasında değişmekte ve havzada Marmara gölü, çok amaçlı kullanılan Demirköprü rezervuarı ve sulama amaçlı bazı küçük gölet ve barajlar bulunmaktadır.(Şekil1.)



Şekil 1. Gediz havzasının coğrafi konumu

Gediz havzası, içinde yer alan Gediz, Alaşehir, Salihli, Turgutlu ve Bakırçay ovalarından Türkiye'deki toplam tarımsal üretimin %10'unu karşılamaktadır. Havzada yaygın olarak pamuk, mısır, tahıl, bağ, sebze, meyveler, zeytin ve bostan yetiştirilmekte ve Türkiye'de bulunan sebze alanlarının %5.6'sı, zeytin alanlarının %10'u ve üzüm bağı alanının %16'sı Gediz Havzasında yer almaktadır Tarım dışı alanda doğal vejetasyon ise genellikle çalı ve ormandır.

Havzada yağışın yetersizliğinden dolayı tarım sulamaya bağlıdır. Gediz Havzası, limanı ve gelişmiş sanayisi ile Türkiye'nin üçüncü büyük şehri olan İzmir'e çok yakındır. Bu yüzden de havzadaki endüstri giderek gelişmektedir. Havzada önemli iki endüstri alanı (Kemalpaşa ve Manisa Organize Sanayi bölgeleri) bulunmaktadır. Bu endüstriler elektronik, seramik, deri, gıda, tekstil, metal ve montaj gibi sektörlerde üretim yapmaktadır.

3.1.2 Araştırma yerinin iklim özellikleri

Ege Bölgesi içinde geniş bir alanı kapsayan Gediz Havzası'nda, Akdeniz iklimi ile beraber İç Anadolu'nun karasal iklim özellikleri hakimdir. Ovalar ve ovaları çevreleyen vadilerde, karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülürken, yüksek dağlık bölgeler ve platolar ile kuzey ve kuzey doğusundaki dağlar ve platolarda İç Anadolu'nun karasal nitelikli ikliminin etkileri görülür. Ovaların çevresindeki dağlar, deniz etkisini kesecek kadar yüksek olmadığından ve denize dik konumlarından dolayı denizin etkisi batıdan doğuya doğru azalan ölçüde hissedilir. Ovalık kesimlerin ikliminde denize yakınlık nedeniyle yumuşama söz konusudur. Yaz aylarında sıcaklık yükselirken, yağışlar kış aylarında yoğunlaşır.

Uzun yıllar kaydedilen ortalama yağış, dağlık bölgede yaklaşık 800 mm ile Ege sahil bölgesinde yaklaşık 500 mm arasında değişmektedir. Ortalama sıcaklıklar 13.5 °C – 16.6 °C arasında değişmektedir. Gediz havzasında yer alan Akhisar, Manisa ve Salihli Meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllar (1975-2005) ortalama sıcaklık ve ortalama

toplam yağış miktarları Çizelge 1.'de verilmiştir. Söz konusu veriler dikkate alındığında, Manisa istasyonunun hem ortalama toplam yağış hem de ortalama sıcaklık değerleri tüm aylarda diğer iki istasyondan daha yüksektir.

Çizelge.1 Akhisar, Manisa ve Salihli Meteoroloji İstasyonlarına ait uzun yıllar ortalama sıcaklık ve ortalama toplam yağış miktarları (1975-2005)

Aylar	Akhisar		Manisa		Salihli	
	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Toplam Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)
Ocak	87,1	6,2	120,7	6,7	67,5	6,3
Şubat	67,6	6,9	94,1	7,6	61,4	7,1
Mart	61,8	9,8	79,5	10,5	59,3	10,3
Nisan	54,7	14,5	59,8	15,1	48,3	15,1
Mayıs	36,7	19,7	34,8	20,5	31,3	20,4
Haziran	10,1	24,7	11,1	25,7	15,1	25,2
Temmuz	4,8	27,1	5,7	28,3	7,6	27,4
Ağustos	3,0	26,6	5,0	27,6	4,1	26,7
Eylül	16,4	22,5	14,4	23,4	14,4	22,4
Ekim	37,7	17,0	39,7	17,9	33,1	16,8
Kasım	83,5	11,0	100,4	11,7	64,9	11,1
Aralık	103,4	7,6	139,4	8,2	83,3	7,8
Top/Ort	566,8	16,1	704,6	16,9	490,3	16,4

3.1.3 Araştırma yerinin jeolojisi

Gediz Nehri geçmişte bir delta ovası olan Menemen ovası üzerinde sık sık yer değiştirmiştir. 19'uncu yüzyıl sonlarında İzmir Körfezinin güney kesimine doğru akan nehir, İzmir Limanını alüvyonlarıyla doldurması tehlikesinden dolayı nehrin ağzı 1886'da bugünkü yönüne çevrilmiştir. Gediz nehri yaklaşık 400 km² olan bir delta oluşturur. Gediz ovası doğu-batı doğrultulu tektonik kökenli bir ovadır. Batı Anadolu'nun büyük alüvyon yataklarından birisidir. Salihli, Alaşehir ve Sarıgöl'ün buldukları vadinin kuzey ve güneyinde büyük dağlar metamorfiklerden meydana gelmiştir. Vadinin kuzeydoğusunda Kula bazaltları denilen dördüncü zamana ait genç volkanitler yer almaktadır. Havzanın esasını paleozoik'in ilk devrine (prekambriyum) ait metamorfik kayalar (mermer, gnays, kuarsit) teşkil etmekte ve bunun yanı başında tersiyer'e ait neojen (flişler, greler), mezozoik'e ait kretase (kristalin şistler, mikaşist)

görülmektedir. Volkanik ve metamorfik formasyon olarak Foça, Kula ve kısmen de Demirköprü barajı civarında bazalt, Emiralem, Saruhanlı, Demirci ve Selendi civarında andezit, Gördes, Demirköprü barajı, Demirci ve Selendi civarında gnays, Gölarmara, Salihli, Demirci ve kısmen Kula civarında mermer, Kemalpaşa, Manisa ve Akhisar civarında kalker, Turgutlu, Salihli arasında kuarsit, Selendi ve Gediz ilçesi civarında andesit, Turgutlu, Salihli arasında dar uzun şeritler halinde kristalin şist yer almaktadır.

3.1.4 Araştırma yerinin toprak özellikleri

Havzada tespit edilmiş 11 Büyük Toprak Grubunun en yaygın olan Kireçsiz Kahverengi Orman toprağı % 28.27'lik bir orana sahiptir. Onları sırasıyla % 17.57 ile Kahverengi Orman toprakları % 12.93 ile Kireçsiz Kahverengi topraklar, % 9.63 ile Rendzinalar izlemektedir. Alüvyal topraklar % 10.33, Kırmızı Akdeniz toprakları % 4.06 ve Kolüvyal topraklar % 5.87 oranındadır. Kestanerengi topraklar % 1.93, Regosoller % 3.15 ve Yüksek Dağ Çayırı toprakları % 0.11'lik alanlara sahiptirler. Ayrıca havzada çıplak kayalıklar, ırmak taşkın yatakları ve kıyı kumulları da % 1.52'lik bir alan kaplamaktadırlar. (Anonim 2003).

3.1.5 Araştırma yerinin bitki örtüsü

Gediz Havzasında içerilere doğru gidildikçe bitki örtüsü de toprak, iklim, topografya ve çevre şartlarına bağılı olarak değışiklik göstermektedir. Bu değışiklik ova vejetasyonu, maki formasyonu, ormanlar ve alpinik bitki örtüsü şeklindedir. Ova vejetasyonu entansif tarım nedeniyle hemen hemen kaybolmuş durumdadır. Entansif tarım yapılan vadi tabanında ve deltalarda pamuk, bağı, mısır (çoğunlukla tohumluk için), kışlık buğday, şeftali, vişne, kaysı, erik, fasulye, lahana, şeker pancarı, domates, biber yetiştirilmektedir. Vadi tabanının üst kısmında kalan alanlarda bağı, vişne, şeftali, kaysı ve erik yaygındır. Ana sulama alanları dışında kalan alanlarda ise zeytin, kışlık buğday ve tütün üretimi yapılan temel ürünlerdir. (Anonim 2003)

3.1.6 Araştırma yerinin su kaynakları

Batı Anadolu'da bulunan Gediz Havzası, Ege Denizi, Küçük Menderes ve Bakırçay havzaları arasında yer almaktadır. Havza kuzey, güney ve doğudan yükseklikleri 2000 metreyi bulan dağlar, batıda da Ege Denizi tarafından çevrelenmiştir. Nehrin ana kollarını Deliniş, Selendi, Demirci, Nif, Alaşehir ve Kumçay akarsuları oluşturur. Bunun yanında Orta ve Aşağı Gediz'de Adala, Ahmetli, Menemen, Akhisar, ve Alaşehir ovaları bulunmakta ve bu ovalarda yaklaşık 110 000 hektarlık alanda sulama sistemleri bulunmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

Halihazırda Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından yapılan havzada birçok yatırım bulunmaktadır. Bunlardan Demirköprü, Avşar ve Buldan barajları; Çömlekçi, Adala, Marmara, Emiralem, Ahmetli ve Buldan bağlamaları DSİ tarafından; Akpınar, Alaşehir, Sarıgöl, Adala I ve II, Gökkaya, Ahmetli, Maltepe, Menemen, Türkeli ve Emiralem sulama sistemleri ise sulama birlikleri tarafından işletilmektedir. Havzadaki belli başlı su yapıları sulama amaçlıdır. Demirköprü, Avşar ve Buldan baraj gölleri ve Marmara Gölü 110 000 hektarlık tarımsal sulama alanını beslemektedir. Gediz Havzasında hali hazırda tarımsal su ihtiyacı genelde yüzeysel sulardan, endüstriyel ve kentsel su ihtiyaçları ise yeraltı suyundan karşılanmaktadır (Çetinkaya ve Barbaros 2008).

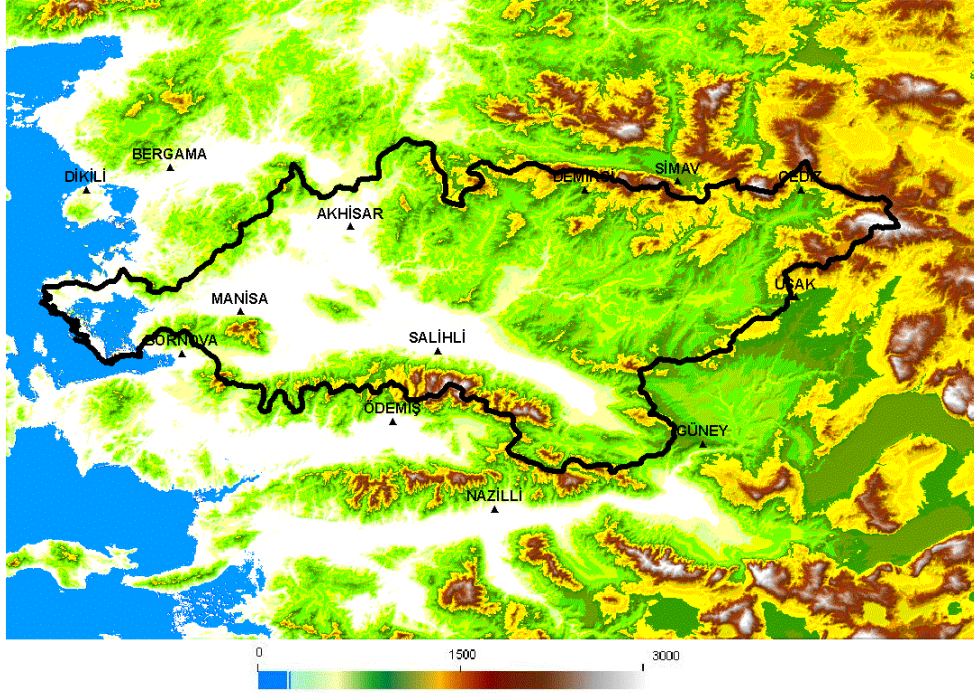
Gediz Havzasında mevcut suyun (61 mm/yıl) neredeyse tamamı kentsel, endüstriyel ve tarımsal su ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Mevcut yıllık yüzeysel su potansiyelinin (53 mm/yıl) yaklaşık olarak % 75'i havzada sulama amaçlı tahsis edilmektedir. Sulama suyu talebi her ne kadar yıldan yıla değişse de, havza boyunca ortalama olarak 39 mm/yıl civarındadır. Bunun yanında yer altı suyundan (8~9 mm/yıl) karşılanan kentsel su ihtiyacı ise hızlı nüfus artışına bağlı olarak giderek artmaktadır.

3.1.7 Araştırmada Kullanılan Veriler

Çalışma 1975 – 2009 yıllarını kapsamaktadır. Araştırmada Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan, günlük minimum sıcaklık verileri ve o yıllara ait don tarihleri kullanılmıştır. Eksik olan veriler yerine o tarihteki uzun yıllar günlük minimum sıcaklık ortalamaları alınmıştır. 10 yılın altında iklim veriye sahip olan istasyonlar değerlendirmeye alınmamıştır. Araştırmada değerlendirmeye alınan istasyonlar Çizelge 2.'de, konuları ise Şekil 2.'de verilmiştir.

Çizelge.2 Araştırma yerindeki meteoroloji istasyonları ve özellikleri

İstasyonlar/ Kod	Yükseklik(m)	Koordinat	Veri Aralığı
Akhisar (17184)	93	27,82 ° K ve 38,92 ° D	1975-2009
Bergama (17742)	53	27,18 ° K ve 39,13 ° D	1975-2009
Bornova (17790)	27	27,22 ° K ve 38,47 ° D	1975-2009
Demirci (17746)	851	28,65 ° K ve 39,05 ° D	1991-2009
Dikili (17180)	3	26,88 ° K ve 39,05 ° D	1975-2009
Gediz (17750)	825	29,42 ° K ve 39,05 ° D	1975-2009
Güney (17824)	806	29,07 ° K ve 38,15 ° D	1975-2009
Manisa (17186)	71	27,43 ° K ve 38,62 ° D	1975-2009
Nazilli (17860)	60	28,33 ° K ve 37,92 ° D	1975-2009
Ödemiş (17822)	117	27,97 ° K ve 38,23 ° D	1975-2009
Salihli (17792)	111	28,13 ° K ve 38,48 ° D	1976-2009
Simav (17748)	809	28° 98' K ve 39,08 ° D	1975-2009
Uşak (17188)	919	29° 40' K ve 38,67 ° D	1975-2009

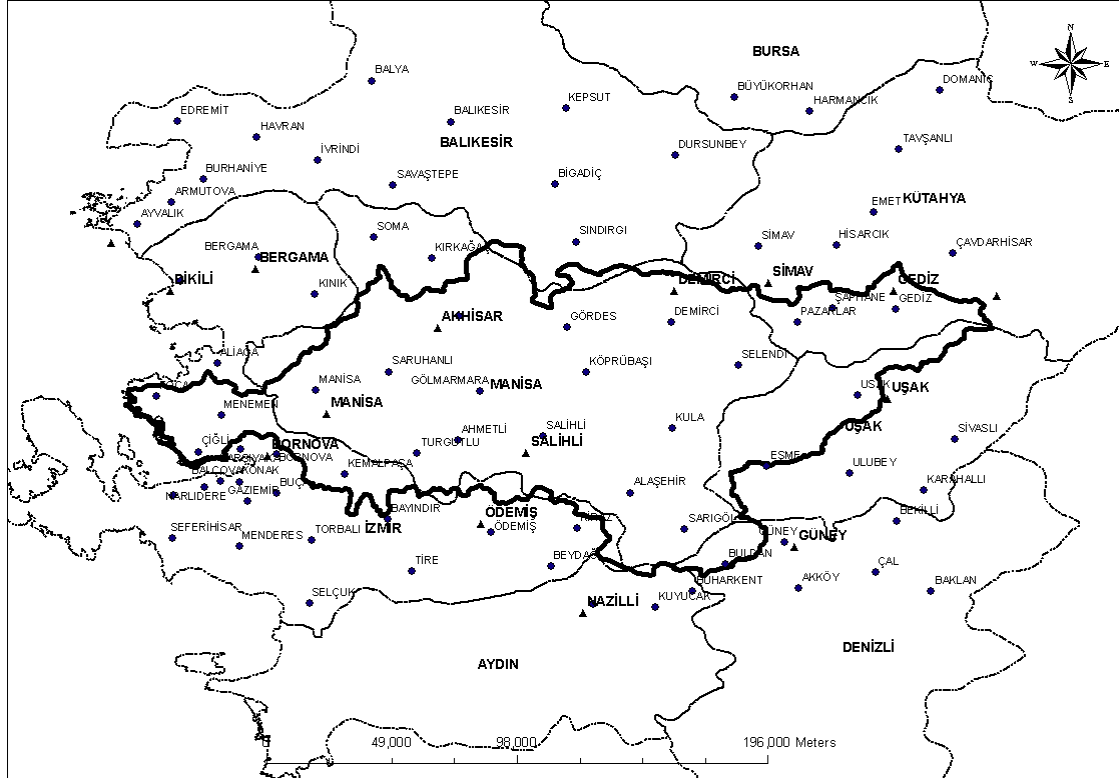


Şekil 2. Araştırmada değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonları

3.1.8 Araştırma Alanındaki İl ve İlçeler

Araştırma alanında yer alan yer alan il ve ilçeler ile sınırları Şekil 3.' de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi araştırma alanında İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Uşak, Kütahya, Bursa ve Balıkesir illerinin bir kısmı veya tamamı yer almaktadır. İlçeler ise Aydın ilinin, Bozdoğan, Buharkent, Çine, Didim, Germencik, İncirliova, Karacasu, Karpuzlu, Koçarlı, Köşk, Kuşadası, Kuyucak, Nazilli, Söke, Sultanhisar, Yenipazar ve Merkez ilçeleri, Balıkesir'in Ayvalık, Balya, Bigadiç, Burhaniye, Dursunbey, Edremit, Gömeç, Havran, İvrindi, Kepsut, Savaştepe, Sınırdığı ve Merkez ilçeleridir. Bursa ilinin, Büyükorhan, Harmancık, Orhaneli, Denizli'nin, Acıpayam, Akköy, Babadağ, Baklan, Bekilli, Bozkurt, Buldan, Çal, Çardak, Çivril, Güney, Honaz, Kale, Sarayköy, Serinhisar, Tavas'dır. Kütahya'nın ilçeleri, Altıntaş, Aslanapa, Çavdarhisar, Domaniç, Dumlupınar, Emet, Gediz, Hisarcık, Pazarlar, Saphane, Simav, Tavşanlı ve Merkez, İzmir'in ilçeleri, Aliağa, Balçova, Bayındır, Bergama, Beydağ, Bornova, Buca, Çeşme, Çiğli, Dikili, Foça, Gazimir, Güzelbahçe,

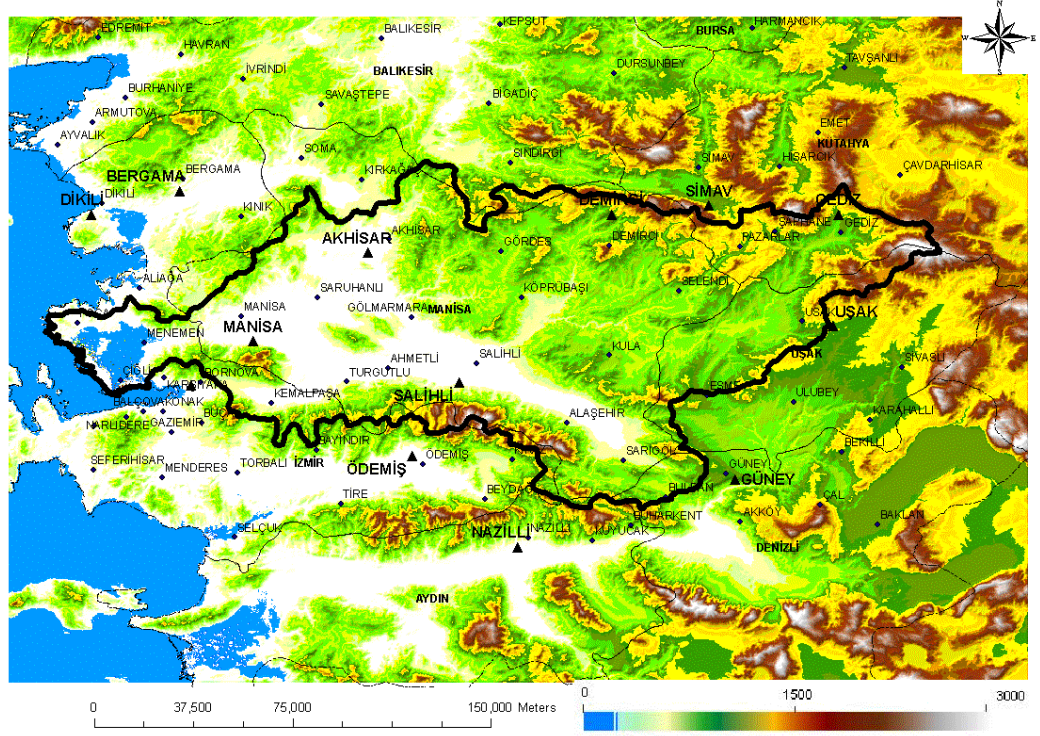
Karaburun, Karşıyaka, Kemalpaşa, Kınık, Kiraz, Konak, Menderes, Menemen, Narlıdere, Ödemiş, Seferhisar, Selçuk, Tire, Torbalı, Urla ve Merkez ilçeleridir. Manisa'nın ilçeleri, Ahmetli, Akhisar, Alaşehir, Demirci, Gölçarmara, Gördeş, Kırkağaç, Köprübaşı, Kula, Salihli, Sarıgöl, Saruhanlı, Selendi, Soma, Turgutlu ve Merkez ilçeleri, Uşak'ın ise, Banaz, Esmc, Karahanlı, Sivashlı, Ulubey ve Merkez ilçeleridir.



Şekil 3. Araştırma alanındaki il ve ilçeler

3.1.9 Araştırma Alanının Sayısal Arazi Modeli

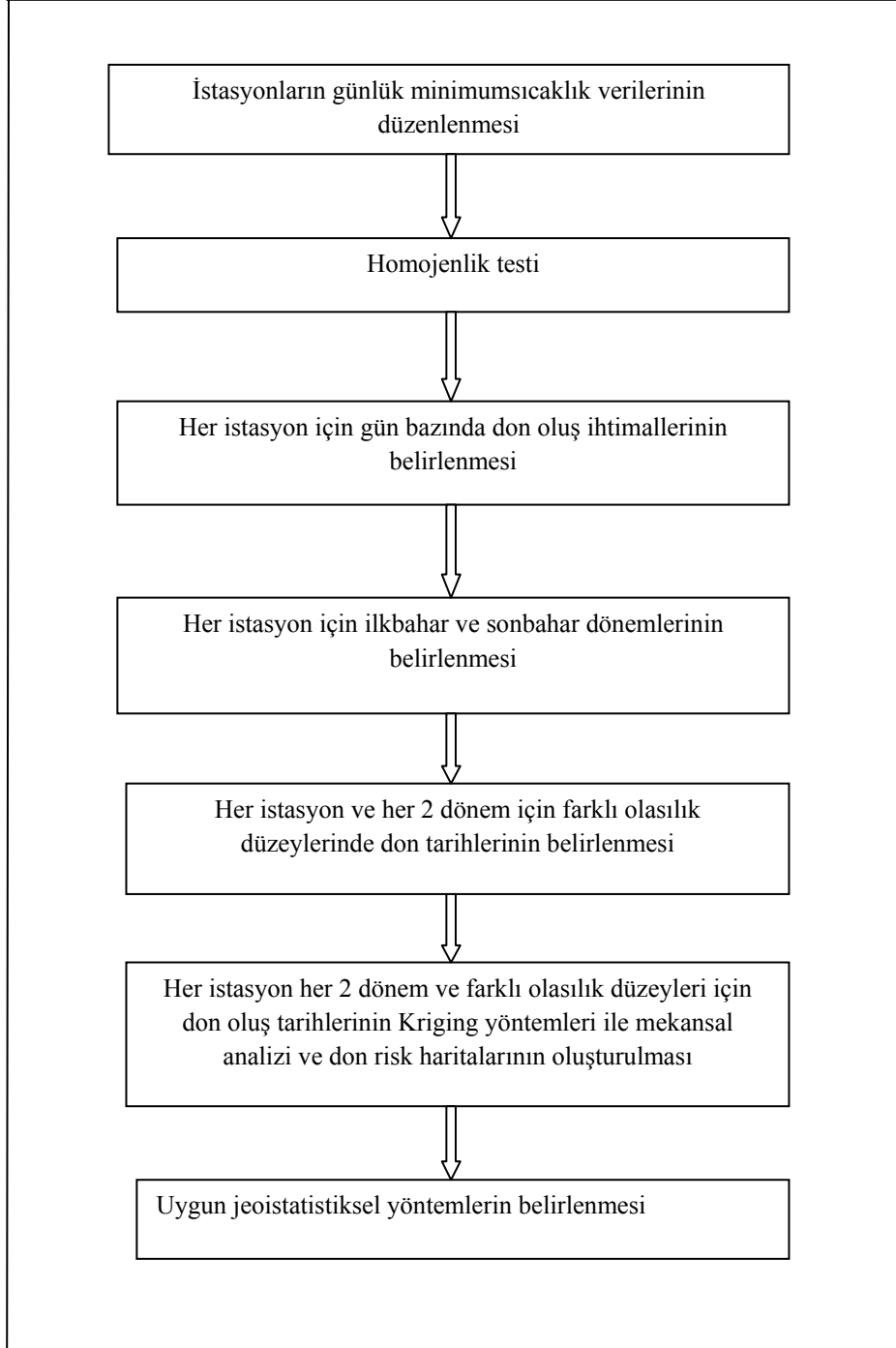
Araştırma alanında yükseklik değişimi gösteren sayısal arazi modeli, Şekil 4.'de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi havzanın kuzeydoğu ve güney sınırlarında yükseklikler artmaktadır.



Şekil 4. Sayısal arazi modeli

3.2 Yöntem

Araştırmada izlenen aşamalara ilişkin akış şeması Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Araştırmada izlenen aşamalara ilişkin akış şeması

Araştırmada önce, her istasyona ilişkin günlük minimum sıcaklık değerlerinin homojenlik testi yapılmıştır. Sonra her istasyon için günlük bazında don olup olmadığı ve don oluş ihtimalleri belirlenmiştir.

Araştırmada ilkbahar son don ve sonbahar ilk don riskleri belirleneceğinden, önce bu dönemlerin başlangıç ve bitiş günlerinin istasyon bazında ortaya konması gerekli olmuştur. Standart 1 Ocak ve 1 Temmuz tarihlerine göre uyarı yapmak doğru bulunmamış ve her istasyonda günlük minimum sıcaklıkların uzun yıllar ortalamalarına göre ilkbahar ve sonbahar dönemleri belirlenmiştir. Bu dönemlerde her gün için istasyon bazında don oluş ihtimalleri belirlenmiş ve hazırlanan grafiklerden farklı olasılıklar için don tarihleri alınmıştır.

Daha sonra Kriging yöntemlerinin farklı jeoistatistiksel yöntemleri ile her olasılık düzeyi için don oluş tarihlerininmeknsalanalizi yapılmış ve don risk haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen haritalar değerlendirilerek hangi jeoistatistiksel yöntemin daha uygun sonuç verdiği ortaya konmuştur.

3.2.1 Günlük Minimum Sıcaklık Verilerinin Düzenlenmesi

Meteorolojiden alınan 13 istasyon ve 1975-2009 yıllarına ilişkin günlük minimum sıcaklık değerleri aynı dosyada birleştirilmiş ve tarih sırasına konmuştur. Uzun yıllar ortalamasının belirlenmesi için yılın günü (1-365) ve don olayının olup olmadığı bilgileri ilave edilmiştir. Don yok ise sıfır (0), don var ise bir (1) değeri girilmiştir.

3.2.2 Homojenlik Testi

Gediz Havzası günlük minimum sıcaklık değerlerinin homojenliği normal dağılıma uyup uymadığı esasına göre, tek örnekli Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi yardımı ile saptanmıştır. Bu testi gerçekleştirmek için önce gözlenen değer olasılık seviyeleri ile normal dağılım olasılık seviyeleri elde edilmiştir. Gözlenen değer olasılıklarının saptanması amacıyla, ilk önce sıcaklık değerleri artan bir dizi ($x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_N$) haline getirilmiş ve her bir gözlenen değer, sıra sayısı (i) ile belirtilmiştir. Daha sonra her bir gözlenen değer için olasılık seviyesi ($P_{(x)}$), Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$P_{(x)} = \frac{i}{N} \quad (1)$$

Diğer yandan normal dağılım ilişkisinden elde edilen olasılık seviyeleri ($F_{(x)}$) hesaplanmıştır. Daha sonra denklem 1'deki gibi her bir sıcaklık değeri için gözlenen değer olasılık seviyesi ($P_{(x)}$) ile normal dağılım ilişkisinden hesaplanan olasılık seviyesi ($F_{(x)}$) arasındaki farkın mutlak değeri elde edilmiş ve bu mutlak değerler arasında en büyüğü belirlenmiştir.

$$D_{maks} = |P_{(x)} - F_{(x)}| \quad (2)$$

Normal dağılım olasılık seviyesi hesaplanırken söz konusu dağılımın parametreleri örneklerden tahmin edildiği için, Lilliefors çizelgelerinden önem düzeyi (α : 0.05) ve toplam gözlenen değer sayısına (N) göre alınan değerler (D_{tablo}) ile hesaplanan (D_{maks}) değerler karşılaştırılarak seçilen dağılımın normal dağılıma uygunluğu saptanmıştır.

Buna göre $D_{maks} < D_{tablo}$ ise gözlenen değerler ile normal dağılımdan hesaplanan değerlerin aynı popülasyondan geldiği ve günlük minimum sıcaklıkların normal dağılıma uyduğu söylenir (Anlı ve Okman 2005).

3.2.3 Don Oluş İhtimallerinin Belirlenmesi

Her istasyonda, gün bazında don oluş ihtimali 35 yıllık periyotta söz konusu gün için don olayı gerçekleşen yıl sayısının, periyottaki toplam yıl sayısına oranlanması ile elde edilmiştir.

$$Pd = Nd / Nt \quad (3)$$

Eşitlikte:

Pd: Don oluş ihtimali

Nd: Söz konusu günde, incelenen periyotta don olayı görülen yıl sayısı

Nt: İncelenen periyottaki toplam yıl sayısı

3.2.4 İlkbahar ve Sonbahar Dönemlerinin Belirlenmesi

Don olayının iki dönem için incelenmesi gerektiğinden, önce bu iki dönemin her istasyon için belirlenmesi gerekmiştir. Daha önce de açıklandığı gibi standart 1 Ocak-1 Temmuz tarihlerinin kullanılması durumunda bazı istasyonlarda hata ile karşılaşmıştır, bu nedenle her istasyonda günlük minimum sıcaklıkların günlük bazda uzun yıllar ortalaması alınmış, bu değerlerden grafik hazırlanmış ve yıl içinde bu değerlerin hangi gün en düşük, hangi gün en yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu tarihler, ilkbahar ve sonbahar olmak üzere iki döneme ayrılmasında kullanılmıştır.

3.2.5 Farklı Olasılık Düzeyleri İçin Don Tarihlerinin Belirlenmesi

Her istasyonda günler bazında elde edilen don oluş ihtimali verileri, bir önceki aşamada elde edilen tarihlere göre ilkbahar donları ve sonbahar donları olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Sonra her grup için gün-don oluş ihtimali grafikleri hazırlanmış ve bu

grafiklerden % 20, % 50 ve % 80 olasılık düzeylerine karşılık gelen günler (yani tarihler) belirlenmiştir.

3.2.6 Don Oluş Tarihlerinin Mekânsal Dağılımının Belirlenmesi

Her istasyonda, her dönemde, her olasılık düzeyi için elde edilen don oluş tarihlerinin havzadaki mekânsal analizinde, Kriging yöntemi ve bu yöntemle ilişkin jeostatistiksel yöntemleri kullanılmıştır:

- a. Ordinary Kriging (KO)
- b. Simple Kriging (KS)
- c. Universal Kriging (KU)
- d. Discunctive Kriging (KD)

Jeostatistik, istatistiğin uygulamalı bir dalı olup, ilk olarak yerbilimlerinde karşılaşılan kestirim problemlerinin çözümüne yönelik olarak ortaya çıkmıştır. Jeostatistiksel yöntemlerle gözlemlerin yapıldığı noktaların konumları ve gözlemler arası korelasyon dikkate alınarak yansız ve minimum varyanslı kestirimler yapılabilmektedir (Olea, 1982, Başkan, 2004). Gözlem verilerinin deneysel variogram yapısının belirlenmesi ve bu variogram yapısına teorik bir modelin uydurulması jeostatistiksel çalışmaların temelini oluşturmaktadır (Delhomme 1978, Vieira vd 1983, Başkan, 2004).

Jeostatistik yöntemlerle yapılan bir analizi dört ana gruba ayırabiliriz.

- i. Bölgesel değişkenin değerleri arasındaki farkların, uzaklığa bağlı değişimlerini belirlemeye yarayan yarıvariogram modellerinin tespit edilmesi,
- ii. Yarıvariogram modellerinin test edilmesi,

iii. Kriging tahmin tekniği ile noktasal, alansal veya bir hacmi temsil eden tahminlerin yapılması,

iv. Yapılan tahmin hatalarının belirlenmesi,

Geoistatistiksel bir çalışmada bu unsurların hepsinin sistematik olarak yapılması gerekir (Vieira vd.,1983).

Geoistatistikte bölgesel değişkenin değerleri arasındaki farkın uzaklığa bağlı değişimleri variogram fonksiyonu ile ortaya konur. Variografi ve Kriging geostatistik araçlardır. Variografi, örnek noktalar arasındaki konumsal korelasyonu niceliği, miktarı hesaplama ve modelleme olanağı sağlar. Ayrıca, kriging variografide olduğu gibi ölçülen değerlerden ve onların konumsal ilişkilerinden enterpolasyon yapma olanağı sağlar (Rohuani vd., 1990).

Yarıvariogram sabit bir mesafe bölümlerine ayrılmış olası noktalar arasındaki farkların varyanslarının yarısıdır Isaaks ve Srivastava(1989). Teorik olarak, elde edilen deneysel variogram yapısını temsil eden variogram modelinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle teorik variogram modelleri ve parametreleri iyi bilinmelidir. Yarıvariogram değeri aşağıdaki eşitliktenbelirlenir (İnal vd., 2003).

$$\gamma(s) = \frac{1}{2n(s)} \sum_{hij}^{n(s)} (N(x_i, y_i) - N(x_j, y_j))^2 \quad (4)$$

$$s_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (5)$$

s_{ij} = i ve j noktaları arasındaki yatay uzaklık.

$n(s)$ = s mesafedeki nokta çiftleri sayısı

N_i = i noktasındaki geoit ondülasyonu

N_j = j noktasındaki geoit ondülasyonu

$\gamma(s)$ = s mesafedeki yarıvariogram değeri

Variogram modeli Denklemi

Küresel Model $\gamma(s)=C_0+C[3/2(s/a)^2(s/2a)^3]$

Üssel Model $\gamma(s)= C_0+C(1-e^{-s/a})$

Gauss Modeli $\gamma(s)= C_0+C(1-e^{-(3s^2/a^2)})$

Doğrusal Model $\gamma(s)= C_0+C(s/a)$

Hole Effect Model $\gamma(s)= C_0+C(1-e^n \cos \theta)$

Bazı teorik variogram modelleri (Burrohg vd., 1998, Mert, 2005)

Bu çalışmada küresel variogram modeli kullanılmıştır.

Teorik variogramlar eşitlik ile hesap edilen deneysel variogramlardan yararlanarak belirlenir ya da Kriging ile variogram fonksiyonu arasında çapraz doğrulama tekniği kullanılır.

Çapraz doğrulama analizi, kriging metodu içerisinde yer alan ölçüm noktalarındaki değerleri çevresindeki değerlerle tahmin ederek, gerçek değerlerle tahmin değerlerini karşılaştıran, seçilen modelin güvenilirliğini test eden bir yöntemdir (Vieira vd 1983, Başkan 2004). Gerçek yarıvariogram fonksiyonuna ilişkin bir model ve bu modele ilişkin parametreler seçilir. Daha sonra veri setinden gerçek değeri bilinen bir örnek uzaklaştırılır ve bu değer gerçek değeri bilinmiyormuş gibi, noktasal kriging kestirim tekniği ile tahmin edilir. Gerçek değerle kestirim değeri arasındaki fark hesaplanır. Bulunan indirgenmiş hataların beklenen değerlerinin 0'a ve varyansların da 1'e yakın olup olmadığına bakılır. Kestirim hatalarının kareler ortalaması, kriging varyanslarının ortalamasına eşit ya da küçük olmalıdır. Diğer bir karar verme tekniği ise, gerçek değerlerin, kestirilen değerler üzerindeki doğrusal regresyonu orijinden geçen 45 derece eğimli bir doğru olmasıdır (Mert, 2005)

Kriging tekniği diğer tahmin tekniklerine göre daha yansız sonuçların yanı sıra minimum varyanslı ve tahmine ait standart sapmanın hesaplanmasına olanak

vermektedir (Deutsch ve Journel 1992, Abtew vd 1993, Başkan 2004). Kriging yöntemini diğer enterpolasyon yöntemlerinden ayıran en önemli özellik; tahmin edilen her bir nokta veya alan için bir varyans değerinin hesaplanabilmesidir. Yöntemin diğer bir üstünlüğü, kriging varyansı aracılığı ile kestirim hatasının büyüklüğünü değerlendirecek bir olanak sunmasıdır (Tercan ve Saraç,1998). Eğer bir nokta veya alan için hesaplanan varyans değeri kesin değerler arasındaki varyanstan daha küçük ise ölçülmeyen nokta veya alan için tahmin edilen değer güvenilir olduğu kabul edilir (Başkan, 2004).

Bugün yaygın olarak kullanılan Kriging yöntemleri aşağıda sıralanmıştır (Yiğit, 2003).

- Ordinary Kriging
- Simple Kriging
- Universal Kriging
- Disjunctive Kriging

3.2.7 Ordinary Kriging Yöntemi

Ordinary Kriging'in ilk adımı enterpole edilecek noktalar kümesinden variogram oluşturmaktır. İkinci aşamada deneysel variogramdaki trendi modelleyen basit matematiksel fonksiyon olan teorik variogram bulunur. Ordinary Kriging yönteminde bilinmeyen değerlerin belirlenmesi değişkenlerin durağan ve ortalamasının sabit olduğu varsayımına göre gerçekleştirilir. Variogram fonksiyonundan ağırlıkların belirlenmesinde tahmin ağırlıkları variogram modellerine dayanır. Ordinary Krigingde kullanılan temel eşitlik,

$$N_p = \sum_{i=1}^n P_i * N_i \quad (6)$$

dir. Burada;

n = modeli oluşturan nokta sayısı

N_i = N in hesabında kullanılan noktaların ondülasyon değerleri

N_p = Aranılan ondülasyon değeri

P_i = N in hesabında kullanılan her N_i değerine karşılık ağırlık değerleridir.

Bu eşitlik aslında IDW enterpolasyonu için kullanılan eşitliğin benzeridir. Fark, burada ağırlığın sadece mesafeye dayanmayıp ağırlığın model variogramına dayanmasıdır (Lang, 2006).

3.2.8 Simple Kriging Yöntemi

Simple Kriging enterpolasyon Ordinary Kriginge benzer ancak, ağırlıkların toplamının 1'e eşit olması yerine burada ağırlık, veri setlerinin ortalaması ile bulunur. Simple kriging yönteminde ortalama değer bilinmektedir (Kleijnen, 2006). Simple kriging yönteminde noktaların enterpolasyonu genelleştirilmiş lineer regresyon altında 2. derece durağanlık varsayımı ve bilinen ortalamaya dayanır (Burrough vd., 1998).

3.2.9 Universal Kriging Yöntemi

Universal kriging deterministik fonksiyonla modellenen (Örn. Polinom) geçersiz bir eğilim olduğunu varsayar. Bu polinom ölçülen orijinal noktalardan çıkarılır ve rastgele hatalardan elde edilen modelle otokorelasyon yapılır. Modelle hatalar birbiriyle örtüştüğü zaman tahmin yapılmadan önce daha anlamlı sonuçlar vermesi için bu polinom tahminlere eklenir. (Nalder & Wein 1998, Johnston et al. 2001)

3.2.10 Disjunctive Kriging

Bu yöntem olağan iki değişkenli varsayıma ihtiyaç duyar. Bu varsayım doğrulama için zor ve çözümleri matematiksel ve sayısal olarak karmaşıktır. Disjunctive Kriging yarıvariogramlar veya kovaryansların her ikisini de ve tranformasyonları kullanabilir ama ölçüm hatalarına izin vermez.(Johnston et al.2001)

Bu yöntemlerle elde edilen don risk haritaları herhangi bir bölgede, herhangi bir olasılıkta hangi tarihte don olayının görülebileceği gösterilmektedir.

3.2.11 Uygun Jeostatistiksel Yöntemlerin Belirlenmesi

Elde edilen haritalardan alınan tahmini don tarihleri ile gerçek don tarihleri karşılaştırılarak hangi jeostatistiksel yöntemin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞILMASI

Bu bölümde araştırmada elde edilen bulgular verilmiş ve tartışılmıştır.

4.1 Düzenlenen Günlük Minimum Sıcaklık Verileri

Her istasyon için düzenlenen günlük minimum sıcaklık verilerine ilişkin bir örnek Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Gediz istasyonu için düzenlenen veriler

TARİH	GÜN	MİN. SICAKLIK (°C)	DON DURUMU	DON DEĞERİ
01.01.1975	1	6.0	Don Yok	0
02.01.1975	2	4.6	Don Yok	0
03.01.1975	3	1.8	Don Yok	0
04.01.1975	4	0.0	Don Yok	0
05.01.1975	5	-4.6	Donlu Gün	1
06.01.1975	6	-4.3	Donlu Gün	1
07.01.1975	7	-5.8	Donlu Gün	1
08.01.1975	8	1.4	Don Yok	0
09.01.1975	9	0.6	Don Yok	0
10.01.1975	10	-2.2	Donlu Gün	1
11.01.1975	11	-5.9	Donlu Gün	1
...
...
...
27.12.2009	361	3.3	Don Yok	0
28.12.2009	362	7.6	Don Yok	0
29.12.2009	363	4.1	Don Yok	0
30.12.2009	364	-3.7	Don Yok	0
31.12.2009	365	-1.9	Don Yok	0

Çizelgede görüldüğü gibi Gediz istasyonunda 01.01.1975 tarihinde (yılın 1.günü) don oluşmamıştır, don değeri sıfır olarak alınmıştır. Gediz istasyonunda 05.01.1975 tarihinde (yani yılın 5.günü) minimum sıcaklık $-4,6^{\circ}\text{C}$ olarak gerçekleşmiş, yani don

olayı oluşturmuştur ve don değeri 1 olarak alınmıştır. Her istasyon ve gözlem periyodundaki her yıl, her gün için bu veriler hesaplanmıştır.

4.2 Homojenlik Testi Sonuçları

Araştırmada değerlendirmeye alınan istasyonlara ilişkin verilerin homojenlik testi sonuçları Çizelge 4.'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm istasyonlara ilişkin verilerin homojen olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Kolmogorov-Smirnov tek-örnek homojenlik testi sonuçları

İstasyon Adı	D_{maks}	D_{tablo}
Akhisar (17184)	0.051	5.777
Bergama (17742)	0.064	4.035
Bornova (17790)	0.064	4.035
Demirci (17746)	0.058	4.693
Dikili (17180)	0.067	7.607
Gediz (17750)	0.041	4.633
Güney (17824)	0.061	6.91
Manisa (17186)	0.055	6.26
Nazilli (17860)	0.043	4.763
Ödemiş (17822)	0.052	5.819
Salihli (17792)	0.057	6.336
Simav (17748)	0.054	6.093
Uşak (17188)	0.055	6.167

$D_{maks} < D_{tablo}$ olduğu için günlük minimum sıcaklıkların dağılımı normaldir. Tüm istasyonlar için bulunun sonuçlara göre veriler homojen dağılmıştır.

4.3 Don Oluş İhtimalleri

Gediz istasyonunda yılın günleri için elde edilen don oluş ihtimalleri Çizelge 5.'de verilmiştir.

Çizelge 5. Gediz istasyonu için don oluş ihtimalleri

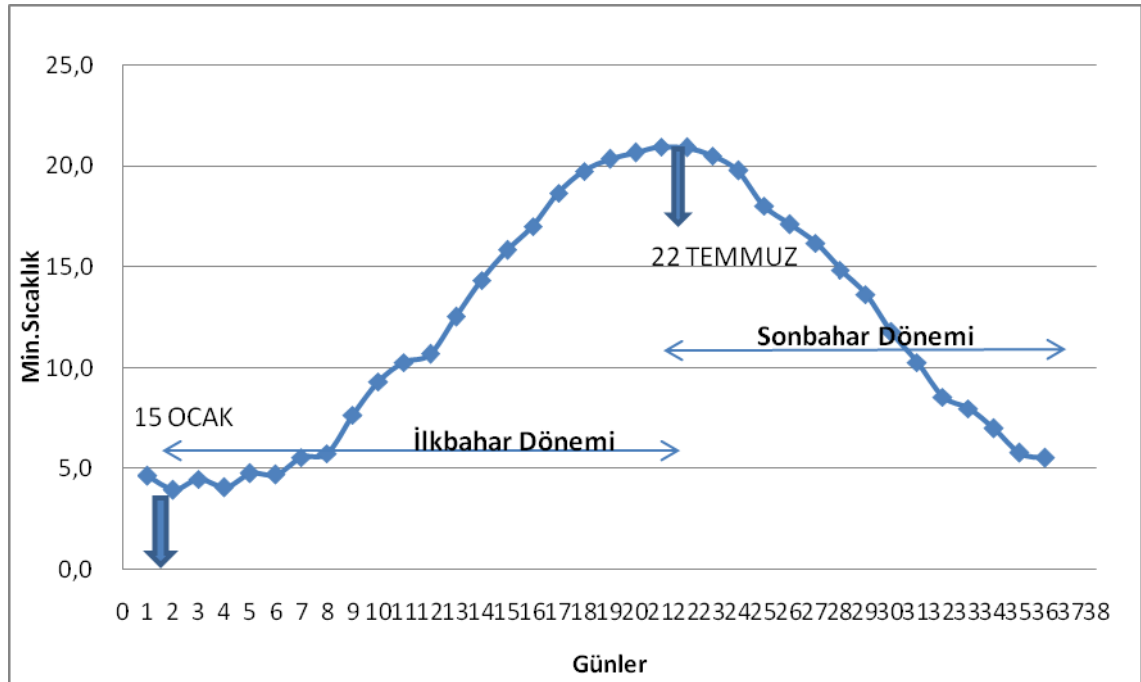
GÜN	TARİH	DON OLUŞ İHTİMALİ (Pd)
1	1 Ocak	0,46
2	2 Ocak	0,49
3	3 Ocak	0,57
4	4 Ocak	0,54
5	5 Ocak	0,6
6	6 Ocak	0,63
7	7 Ocak	0,66
8	8 Ocak	0,54
9	9 Ocak	0,66
10	10 Ocak	0,57
11	11 Ocak	0,57
12	12 Ocak	0,57
13	13 Ocak	0,63
14	14 Ocak	0,66
15	15 Ocak	0,69
16	16 Ocak	0,66
17	17 Ocak	0,77
18	18 Ocak	0,66
19	19 Ocak	0,69
20	20 Ocak	0,74
...
...
...
359	24 Aralık	0,43
360	25 Aralık	0,51
361	26 Aralık	0,6
362	27 Aralık	0,49
363	28 Aralık	0,57
364	29 Aralık	0,49
365	30 Aralık	0,51
366	31 Aralık	0,67

Çizelgede görüldüğü gibi Gediz’de yılın 20. Günü (yani 20 Ocakta) don oluş ihtimali 0.74’tür.(%74). Bunun anlamı, Gediz istasyonunda 1975-2009 periyodunda (35 yıllık periyotta), 20 Ocak tarihinde 26 yıl don olayının gerçekleşmiş olduğudur, dolayısıyla yılın 20. günü (20 Ocak) için don oluş ihtimali $26/35=0.74$ olmaktadır.

Araştırmada değerlendirmeye alınan her istasyon için günler bazında don oluş ihtimalleri belirlenmiştir.

4.4 İlkbahar ve Sonbahar Dönemleri

Gediz istasyonu için elde edilen günlük minimum sıcaklığın uzun yıllar ortalaması değerlerinin grafiği Şekil 6.’da verilmiştir.



Şekil 6. Gediz istasyonunda günlük minimum sıcaklık ortalamalarının dağılımı

Şekilde görüldüğü gibi, günlük minimum sıcaklık ortalamasının en düşük değeri 15 Ocak tarihinde(15.gün), en yüksek olduğu değeri ise 22 Temmuz (203.gün)'dir. Bu günler, Gediz istasyonu için ilkbahar ve sonbahar dönemlerinin ayrılmasında kullanılmıştır. Gediz istasyonu için ilkbahar dönemi 15 Ocak ile 21 Temmuz tarihleri arasındaki dönem, sonbahar dönemi ise 22 Temmuz-14 Ocak tarihleri arasındaki dönemdir.

Araştırmada değerlendirmeye alınan istasyonlara ilişkin dönemlerin başlangıç ve bitiş tarihleri Çizelge 6.'da verilmiştir.

Çizelge 6. İstasyonlar için belirlenen ilkbahar ve sonbahar dönemleri

İSTASYON	İLKBAHAR DÖNEMİ		SONBAHAR DÖNEMİ	
	TARİH	GÜN	TARİH	GÜN
17184-AKHİSAR	15 Ocak-4 Ağustos	15-216	5 Ağustos-14 Ocak	217-14
17742-BERGAMA	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17790-BORNOVA	5 Şubat-4 Ağustos	36-216	5 Ağustos-4 Şubat	217-35
17746-DEMİRCİ	25 Ocak-24 Temmuz	25-205	25 Temmuz-24 Ocak	206-24
17180-DİKİLİ	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17750-GEDİZ	15 Ocak-21 Temmuz	15-202	22 Temmuz-14 Ocak	203-14
17824-GÜNEY	5 Şubat-24 Temmuz	36-205	25 Temmuz-4 Şubat	206-35
17186-MANİSA	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17860-NAZİLLİ	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17822-ÖDEMİŞ	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17792-SALİHLİ	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17748-SİMAV	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14
17188-UŞAK	15 Ocak-24 Temmuz	15-205	25 Temmuz-14 Ocak	206-14

Çizelgede görüldüğü gibi, istasyonlara göre tarihler değişmekle birlikte genellikle ilkbahar dönemi Ocak ayında başlamakta ve Temmuz ayında son bulmaktadır.

Gediz istasyonu için elde edilen günler bazında don oluş ihtimalleri, ilkbahar ve sonbahar dönemleri başlama ve bitiş tarihlerine göre 2 gruba ayrılmış ve sonuçlar Çizelge 7.'de verilmiştir.

Çizelge 7. Gediz istasyonunda ilkbahar ve sonbahar dönemlerindeki günlerde don oluş ihtimali

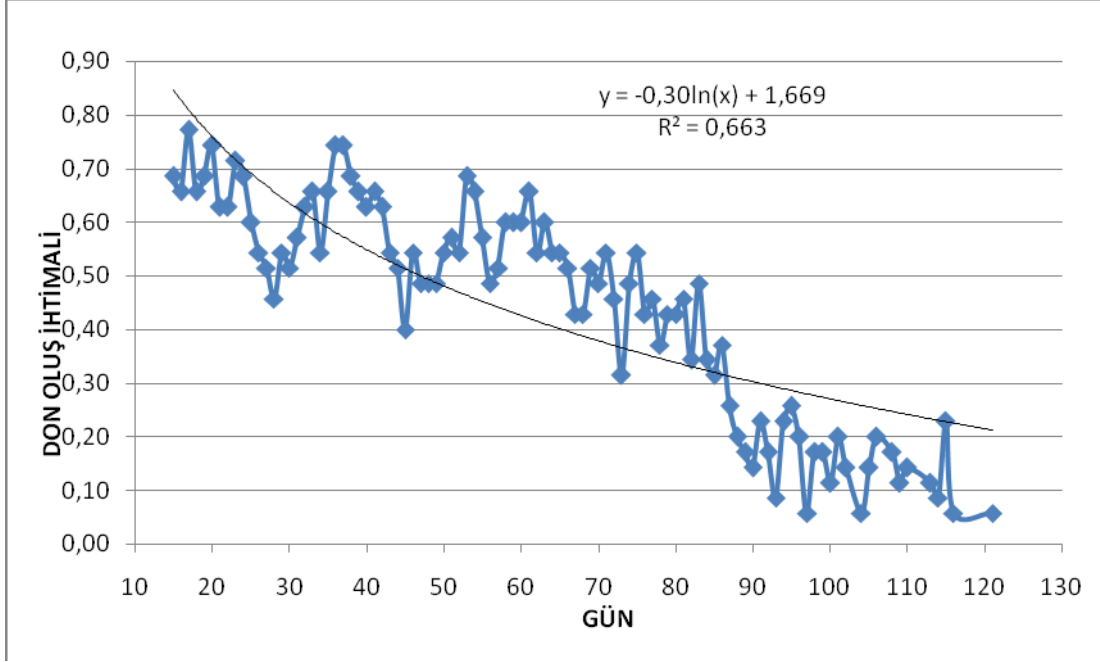
İLKBAHAR DÖNEMİ		SONBAHAR DÖNEMİ	
GÜN	DON OLUŞ İHTİMALİ (Pd)	GÜN	DON OLUŞ İHTİMALİ (Pd)
15	0.69	280	0.06
16	0.66	283	0.06
17	0.77	292	0.06
18	0.66	293	0.11
19	0.69	294	0.09
20	0.74	295	0.06
...
...
100	0.11	367	0.46
101	0.20	368	0.49
102	0.14	369	0.57
104	0.06	370	0.54
105	0.14	371	0.60
106	0.20	372	0.63
108	0.17	373	0.66
109	0.11	374	0.54
110	0.14	375	0.66
113	0.11	376	0.57
114	0.09	377	0.57
115	0.23	378	0.57
116	0.06	379	0.63
121	0.06	380	0.66

Çizelgede görüldüğü gibi, Gediz istasyonunda ilkbahar döneminin başladığı 15.gün don oluş ihtimali 0.69'dur. don oluş ihtimali 121. günde 0.06 olarak belirlenmiştir ve diğer günlerde ihtimal sıfırdır. Sonbahar döneminde 280. güne kadar don oluş ihtimali sıfırdır, 280. günde 0.06, 380. günde (yani 14 Ocakta) ise don oluş ihtimali 0.66'dır.

4.5 Farklı Olasılık Düzeyleri İçin Don Tarihleri

Gediz istasyonu için elde edilen ilkbahar dönemi don olayının günler bazında değişim

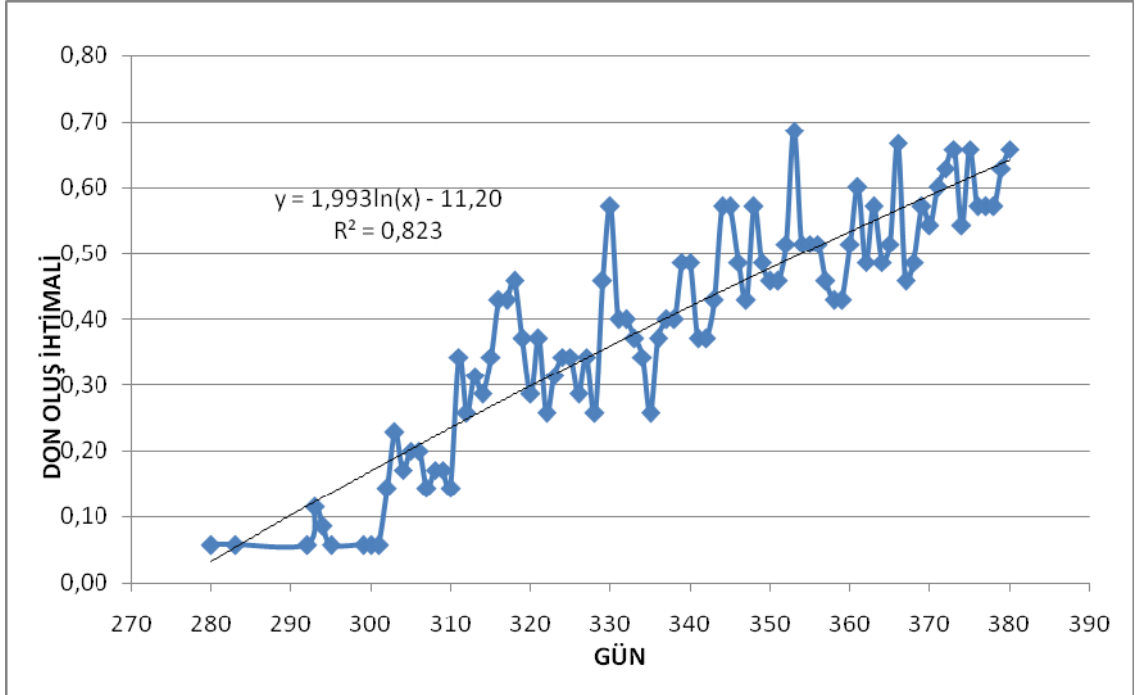
grafığı Şekil 7.' de verilmiştir.



Şekil 7. Gediz istasyonu için ilkbahar döneminde don oluş ihtimali

Şekilde görüldüğü gibi Gediz istasyonunda ilkbahar döneminde don oluş ihtimali, ilkbahar döneminin başladığı tarihte yüksektir, sonra zamanla azalmaktadır. Şekilde, dağılıma en uygun eğrinin denklemini ve belirtme katsayısı da görülmektedir. Bu grafikten yararlanılarak, Gediz istasyonu için % 20, % 50 ve % 80 olasılık düzeylerinde don oluşması beklenen tarihler belirlenmiştir. % 80 olasılığında don oluşması beklenen tarih 17 Ocak'tır. (17.gün) % 50 olasılıkla don oluşması beklenen tarih 16 Şubat'tır. (47.gün) % 20 olasılıkla don oluşması beklenen tarih ise 5 Mayıs' dır. (126.gün) diğer bir deyişle 5 Mayıs da 100 yılın 20 sinde don oluşması beklenir.

Gediz istasyonunda sonbahar dönemi don oluş ihtimalinin günler bazında değişim grafiğı Şekil 8.'de verilmiştir.



Şekil 8. Gediz istasyonu için sonbahar döneminde don oluş ihtimali

Bu grafikten yararlanılarak elde edilen tarihler ise, % 20 olasılık düzeyi için 30 Ekim (304.gün), % 50 olasılık düzeyi için 19 Aralık'tır (354.gün). grafikte % 80 olasılık düzeyi için herhangi bir gün belirlenmemiştir.

Araştırmada değerlendirmeye alınan tüm istasyonlarda, ilkbahar ve sonbahar döneminde elde edilen grafiklerden yararlanılarak farklı olasılık düzeyleri için bulunan don tarihleri Çizelge 8.'de verilmiştir.

Çizelge 8. İstasyonlarda farklı olasılık düzeyleri için belirlenen olası don tarihleri

İSTASYON	İLKBAHAR DÖNEMİ			SONBAHAR DÖNEMİ		
	20%	50%	80%	20%	50%	80%
17184-AKHİSAR	61 (1 Mart)			344 (9 Aralık)		
17742-BERGAMA	31 (31 Ocak)			379 (14 Ocak)		
17790-BORNOVA	27 (27 Ocak)					
17746-DEMİRCİ	85 (25 Mart)	32 (1 Şubat)		328(23 Kasım)		
17180-DİKİLİ	92(1 Nisan)	20 (20 Ocak)		330 (25 Kasım)		
17750-GEDİZ	126(5Mayıs)	47 (16 Şubat)	17 (17Ocak)	304 (30 Ekim)	354 (19 Aralık)	
17824-GÜNEY	81 (21 Mart)	42 (11 Şubat)		330 (26Kasım)	393 (28 Ocak)	
17186-MANİSA	37 (6 Şubat)			363 (28 Aralık)		
17860-NAZİLLİ	30 (30 Ocak)			370(5 Ocak)		
17822-ÖDEMİŞ	59 (28 Şubat)			344 (9 Aralık)		
17792-SALİHLİ	60 (29 Şubat)			342 (7 Aralık)		
17748-SİMAV	106 (15 Nisan)	44 (13 Şubat)	18 (18 Ocak)	307 (2 Kasım)	357 (22 Aralık)	
17188-UŞAK	89 (29 Mart)	50 (19 Şubat)		320 (15 Kasım)	370 (5 Ocak)	

Çizelge 8. incelendiğinde, ilkbahar döneminde % 20 olasılık düzeyi için bütün istasyonda bir tarih belirlendiği, % 50 olasılık düzeyinde bazı istasyonlarda tarih belirlendiği, % 80 olasılık düzeyinde ise sadece 2 istasyonda tarih belirlendiği görülmektedir. Bunun anlamı, sadece 2 istasyonda 100 yılın 80'inde belirtilen tarihte don oluşmasının beklendiğidir, diğer istasyonlarda ise 100 yılın 80 don oluşması ilkbahar döneminde hiçbir tarihte beklenmemektedir.

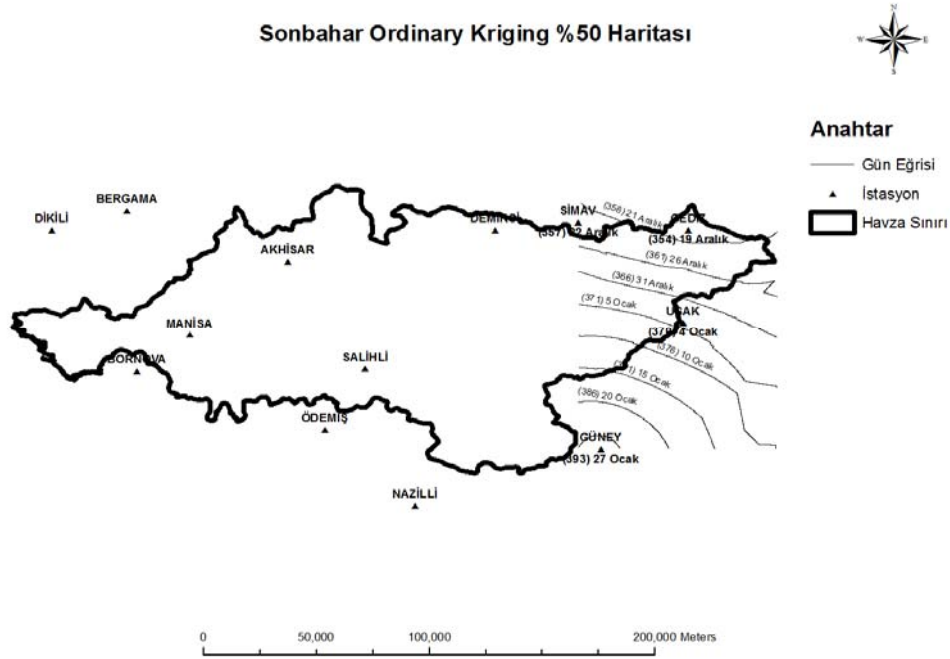
Sonbahar döneminde, kıyıda olan Bornova istasyonunda hiçbir olasılık düzeyinde don beklenmemektedir. % 20 olasılık düzeyinde diğer istasyonlarda don beklenmekte, % 50 olasılık düzeyinde iç bölgelerde yer alan 4 istasyonda (Gediz, Güney, Simav, Uşak) belirtilen tarihlerde don beklenmekte, % 80 olasılık düzeyinde ise hiçbir istasyonda, hiçbir tarihte don beklenmemektedir.

4.6 Don Risk Haritaları

Araştırma alanında, farklı dönemler ve farklı olasılık düzeyleri için, farklı jeostatistiksel yöntemlerle elde edilen don risk tarihlerine ilişkin haritalar bu bölümde incelenmiştir.

4.6.1 Ordinary kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları

Ordinary kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 ve Şekil 13'te verilmiştir.

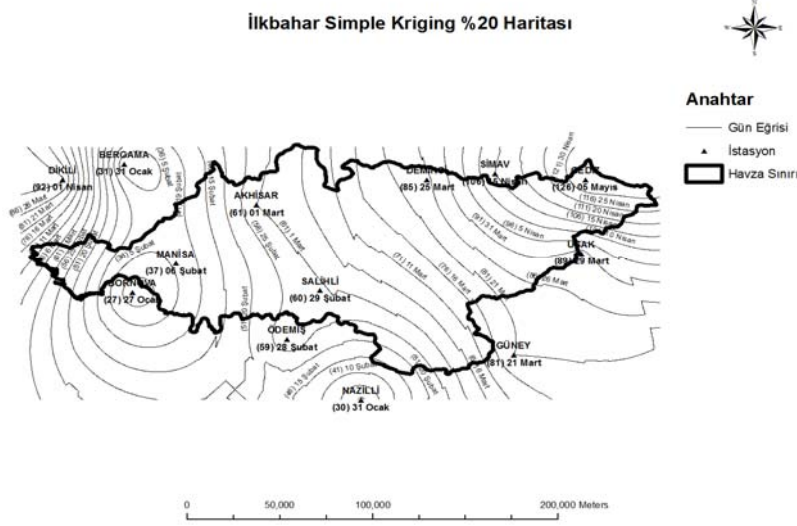


Şekil 13. Sonbahar İlkbahar dönemi için ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %50 olasılık düzeyinde don risk haritası

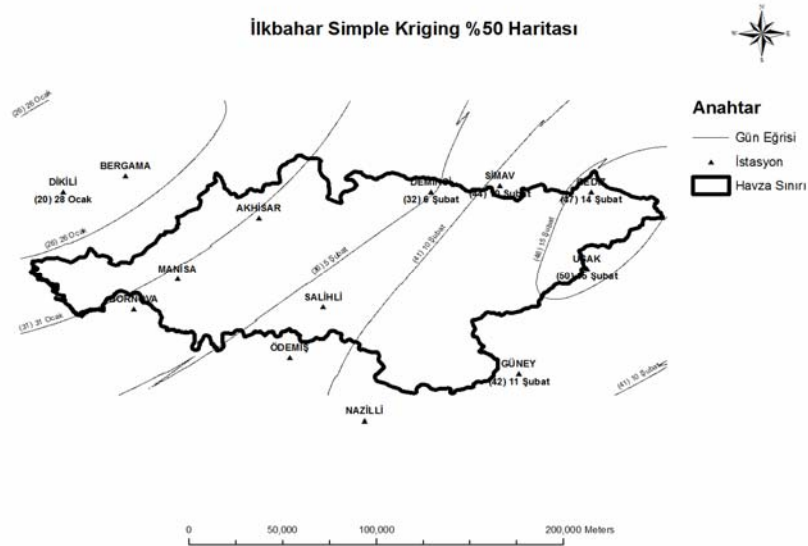
Şekil 9’da görüldüğü gibi havzanın kıyı bölgelerinde (Dikili hariç) ocak ayında % 20 olasılıkla (100 yılın 20’sinde) don beklenir. İç bölgelere doğru gidildikçe tarih şubat ve marta kaymakta, yüksek bölgelere çıkıldıkça tarih nisan ve mayısa kaymaktadır.Şekil 10’ da görüldüğü gibi kıyı kesimlerde (Dikili hariç) don görülmezken, İç bölgelere doğru Ocak ayında don görülürken, yüksek bölgelere çıkıldıkça tarih Şubat ayına kaymaktadır.Şekil 11’de görüldüğü gibi havzanın kıyı ve iç kesimlerinde don beklenmezken, yüksek bölgelerde don görülmektedir. Tarih ise Ocak ayıdır.Şekil 12’de görüldüğü gibi tüm istasyonlarda (Bornova hariç) don görülmektedir. Kıyı kesimlerde tarih Kasım ve Ocak ayları iken, iç kesimlerde Aralık ayı, havzanın yüksek bölgelerinde ise Ekim ve Kasım ayıdır.Şekil 13’de görüldüğü gibi, Havzada don Simav, Gediz, Uşak ve Güney istasyonlarında görülürken diğer istasyonlarda don beklenmemektedir. Don görülen istasyonlar havzanın yüksek kesimleri olup, bu bölgelerde tarih Aralık ve Ocak ayıdır.

4.6.2 Simple kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları

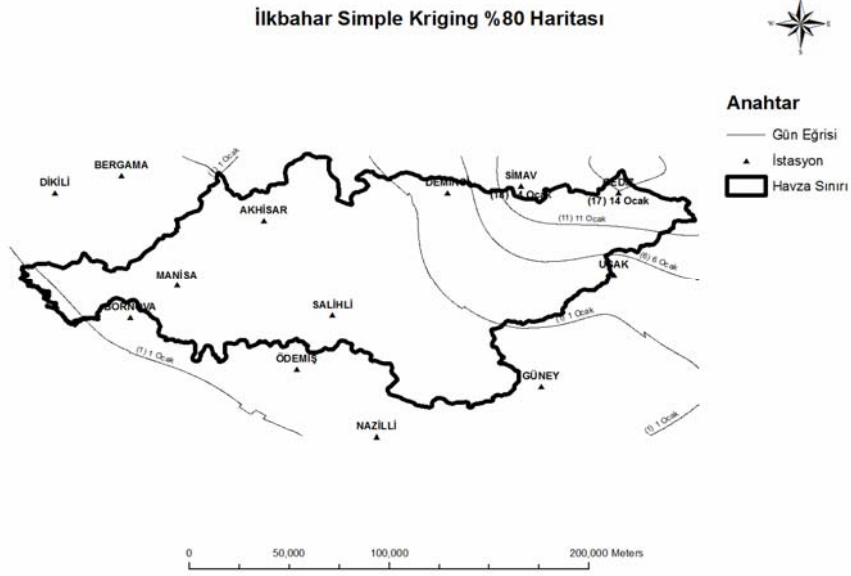
Simple kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18’de verilmiştir.



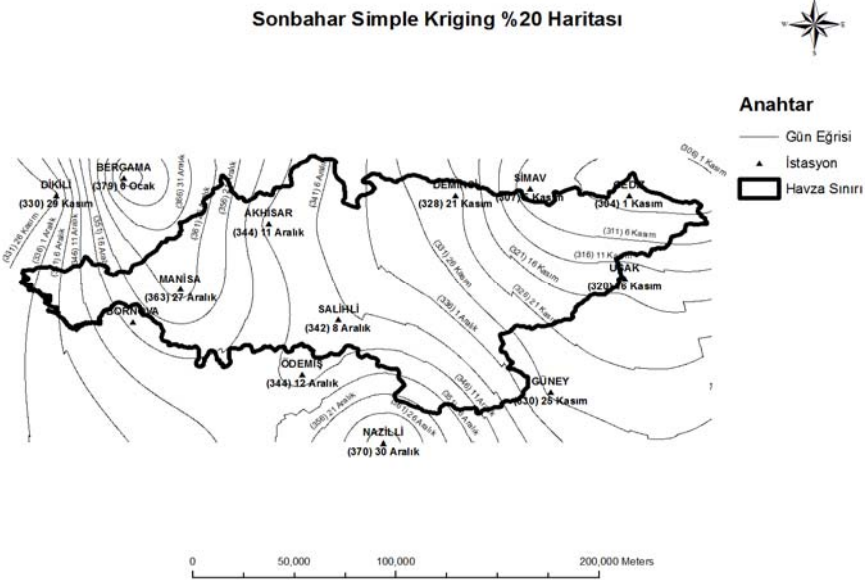
Şekil 14. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası



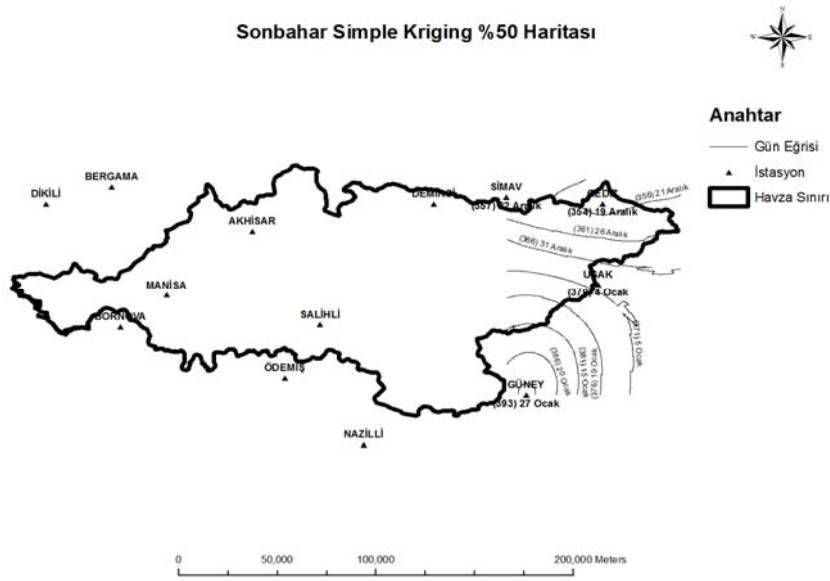
Şekil 15. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası



Şekil 16. İlkbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 80 olasılık düzeyinde don risk haritası

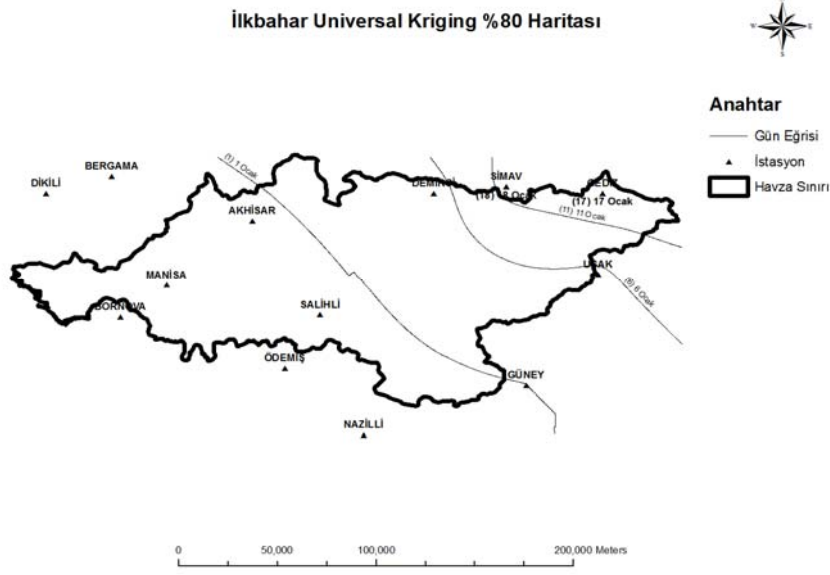


Şekil 17. Sonbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası

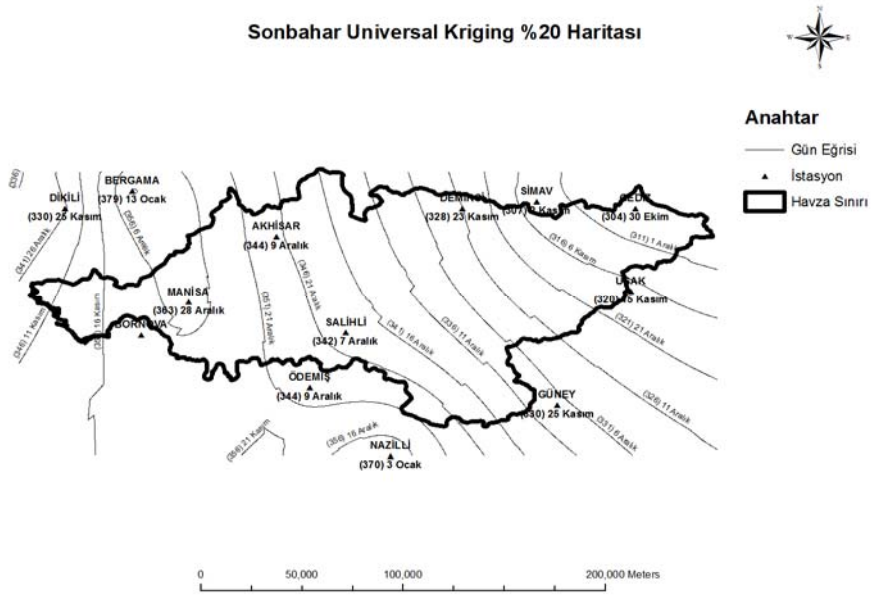


Şekil 18. Sonbahar dönemi için simple kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası

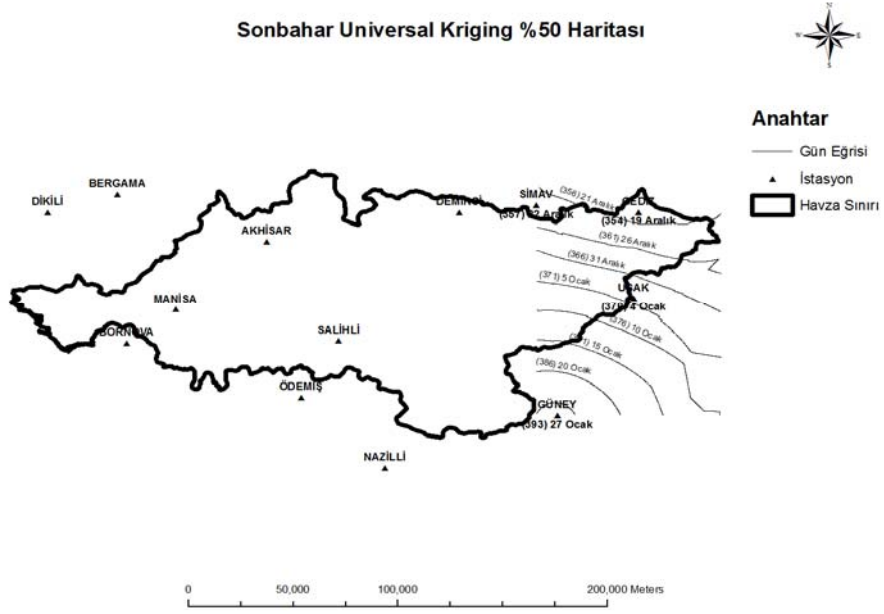
Şekil 14’de görüldüğü gibi tüm istasyonlarda don olayı görülmektedir. Havzanın kıyı kesimlerinde (Dikili hariç) tarih Ocak ve Şubat ayı olurken, iç kesimlerde Şubat ve Mart, yüksek kesimlerde ise Nisan ve Mayıs aylarıdır.Şekil 15’de görüldüğü gibi havzanın kıyı kesimlerinde (Dikili hariç) ve iç kesimlerinde don görülmezken, yüksek kesimlerde don beklenmektedir, tarih ise Şubat ayıdır.Şekil 16’ya göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde beklenmektedir. Tarih ise Ocak ayıdır.Şekil 17’de görüldüğü gibi havzadaki tüm istasyonlarda (Bornova hariç) don olayı görülmektedir.Şekil 18’e göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde görülmektedir. Tarih ise Aralık ve Ocak ayıdır.



Şekil 21. İlkbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 80 olasılık düzeyinde don risk haritası



Şekil 22. Sonbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası

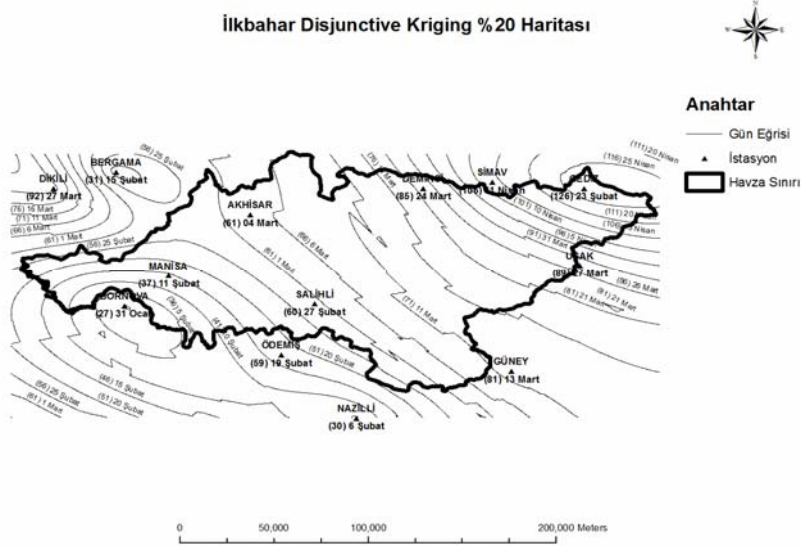


Şekil 23. Sonbahar dönemi için universal kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası

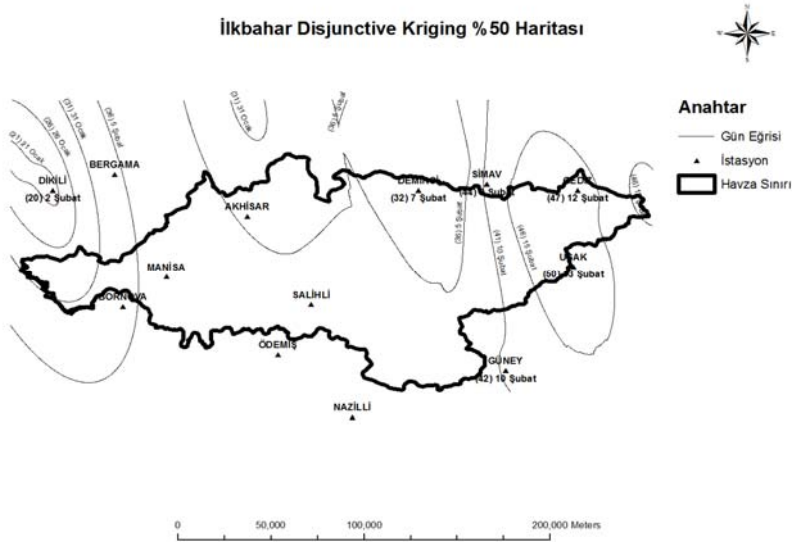
Şekil 19’da görüldüğü gibi havzanın kıyı kesimlerinde Ocak ayında başlayan don olayı, yüksek kesimlerde Nisan ve Mayıs aylarında başlamaktadır. Şekil 20’de görüldüğü gibi havzanın kıyı kesimlerinde (Dikili hariç) ve iç kesimlerinde don görülmezken, yüksek kesimlerde don beklenmektedir, tarih ise Şubat ayıdır.Şekil 21’e göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde beklenmektedir. Tarih ise Ocak ayıdır.Şekil 22’de görüldüğü gibi havzadaki tüm istasyonlarda (Bornova hariç) don olayı görülmektedir.Şekil 23’e göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde görülmektedir. Tarih ise Aralık ve Ocak ayıdır.

4.6.4 Disjunctive kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları

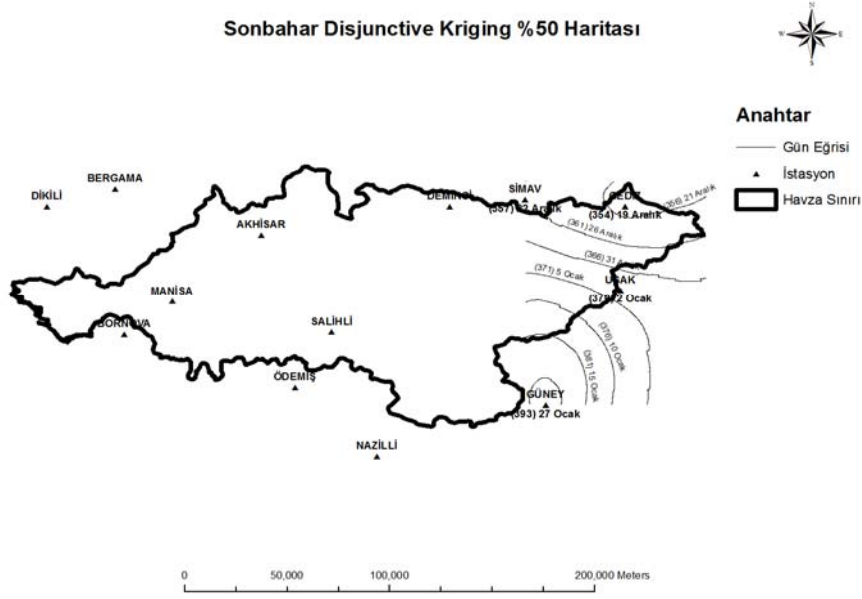
Disjunctive kriging yöntemi ile elde edilen don risk haritaları Şekil 24, Şekil 25, Şekil 26, Şekil 27 ve Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 24. İlkbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen % 20 olasılık düzeyinde don risk haritası



Şekil 25 İlkbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası



Şekil 28. Sonbahar dönemi için disjunctive kriging yöntemiyle elde edilen % 50 olasılık düzeyinde don risk haritası

Şekil 24’de görüldüğü gibi havzanın kıyı kesimlerinde (Dikili hariç) Ocak ayında başlayan don olayı, yüksek kesimlerde Şubat ve Mart aylarında başlamaktadır. Şekil 25’de görüldüğü gibi havzanın kıyı kesimlerinde (Dikili hariç) ve iç kesimlerinde don görülmezken, yüksek kesimlerde don beklenmektedir, tarih ise Şubat ayıdır. Şekil 26’e göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde beklenmektedir. Tarih ise Ocak ayıdır. Şekil 27’de görüldüğü gibi havzadaki tüm istasyonlarda (Bornova hariç) don olayı görülmektedir. Şekil 28’e göre don sadece havzanın yüksek kesimlerinde görülmektedir. Tarih ise Aralık ve Ocak ayıdır.

4.7 Uygun Jeostatistiksel Yöntem Sonuçları

Çalışmada elde edilen jeostatistiksel yöntemlerle elde edilen don risk tarihlerine ilişkin haritalardan yararlanılarak, istasyonlar için bulunan tarihteki don risk tarihleri ile gerçek don risk tarihlerinin karşılaştırılması ilkbahar dönemi için Çizelge 9’da, sonbahar dönemi için Çizelge 10’da verilmiştir. Çizelge 9 ve Çizelge 10 incelendiğinde ordinary kriging ve universal kriging yöntemlerinin2 istasyondaki birer gün fark dışında gerçek değerlerle aynı sonuçları verdiği görülmektedir. Simple kriging ve Disjunctive kriging yöntemleri ise genel olarak gerçek değerlerden oldukça farklı don risk tarihleri vermiştir. Bu sonuçlar, don risk tarihlerinin belirlenmesine yönelik haritaların hazırlanmasında Ordinary kriging yönteminin kullanılabilceğini göstermektedir.

Çizelge 9. İlkbahar dönemi gerçek ve tahmin edilen don risk tarihleri

İSTASYON	İlkbahar %80					İlkbahar %50					İlkbahar %20				
	Ölçülen	KO	KS	KU	KD	Ölçülen	KO	KS	KU	KD	Ölçülen	KO	KS	KU	KD
17184-AKHİSAR											61	61	61	61	64
17742-BERGAMA											31	31	31	31	46
17790-BORNOVA											27	27	27	27	31
17746-DEMİRCİ						32	32	37	32	38	85	85	85	85	84
17180-DİKİLİ						20	20	28	20	33	92	92	92	92	87
17750-GEDİZ	17	17	14	17	7	47	47	45	47	43	126	126	126	126	115
17824-GÜNEY						42	42	42	42	41	81	81	81	81	73
17186-MANİSA											37	37	37	37	42
17860-NAZİLLİ											30	30	31	31	37
17822-ÖDEMİŞ											59	59	59	59	50
17792-SALİHLİ											60	60	60	60	58
17748-SİMAV	18	18	14	18	12	44	44	41	44	40	104	105	106	106	102
17188-UŞAK						50	50	46	50	44	89	89	89	89	87

Çizelge 10. Sonbahar dönemi gerçek ve tahmin edilen don risk tarihleri

İSTASYON	Sonbahar %80					Sonbahar %50					Sonbahar %20				
	Ölçülen	KO	KS	KU	KD	Ölçülen	KO	KS	KU	KD	Ölçülen	KO	KS	KU	KD
17184-AKHİSAR											344	344	346	344	346
17742-BERGAMA											379	379	372	379	378
17790-BORNOVA															
17746-DEMİRCİ											328	328	326	328	326
17180-DİKİLİ											330	330	334	330	333
17750-GEDİZ						354	354	354	354	354	304	304	306	304	303
17824-GÜNEY						393	393	393	393	393	330	330	330	330	333
17186-MANİSA											363	363	362	363	359
17860-NAZİLLİ											370	369	365	369	370
17822-ÖDEMİŞ											344	344	347	344	346
17792-SALİHLİ											342	342	343	342	338
17748-SİMAV						357	357	357	357	357	307	307	310	307	309
17188-UŞAK						370	370	370	370	368	320	320	321	320	319

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı;

geçmiş veriler analiz edilerek istasyonlara göre ilkbahar ve sonbahar en geç, en erken ve ortalama don tarihleri donlu geçen gün sayılarının tespit edilmesidir.

Oluşturulan haritalarda Ordinary kriging ilkbahar %20 don haritasına göre Bornova da 27-37 günler arasında don görülürken, Gediz istasyonunda ise 116-126 günler arasında don beklenmektedir.

Ordinary kriging ilkbahar %50 haritasına göre Bergama, Akhisar, Manisa, Bornova, Ödemiş, Salihli, Nazilli istasyonlarında don görülmezken, Demirci, Simav, Gediz, Dikili, Uşak, Güney istasyonlarında don görülmektedir.

Ordinary kriging ilkbahar %80 haritasına göre Demirci, Simav, Gediz istasyonlarında don görülürken diğer istasyonlarda don görülmemektedir.

Ordinary kriging sonbahar %50 haritasına göre hesaplama sadece Simav, Gediz, Uşak, Güney istasyonlarına göre yapılmıştır ve bu istasyonlarda don olayı görülmektedir.

Ordinary kriging sonbahar %20 haritasına göre tüm istasyonlarda hesaplama yapılmış sadece Bornova istasyonu için hesaplama yapılmamıştır. Bergama da 372-379 günler arasında don görülürken, Gediz istasyonunda ise 304-312 günler arasında don görülmektedir.

Diğer yöntemlere göre de haritalar şekillerde gösterildiği gibi hazırlanmış ve don tarihleri belirlenmiştir.

Farklı kriging yöntemlerine göre çıkarılan haritalara ait don olasılık tahminleri aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir. Çizelgelere göre;

İlkbahar %80 don ihtimaline göre sonuçlar, Gediz istasyonunda ölçülen değer 17.günde don oluşurken, ordinary kriginge göre 17.gün, simple kriging yöntemine göre 14. gün, universal kriging yöntemine göre 17. gün, disjunctive kriging yöntemine göre ise 7. Günde don görülmektedir. Gediz istasyonuna göre en iyi sonucu ordinary ve universal kriging yöntemi vermiştir. Simav istasyonunda ölçülen değer 18.günde don oluşurken, ordinary kriginge göre 18.gün, simple kriging yöntemine göre 14. gün, universal kriging yöntemine göre 18. gün, disjunctive kriging yöntemine göre ise 12. günde don görülmektedir. Simav istasyonuna göre en iyi sonucu ordinary ve universal kriging yöntemi vermiştir.

İlkbahar %50 don ihtimaline göre sonuçlar, Demirci, Dikili, Gediz, Güney, Simav ve Uşak istasyonları için hesaplama yapılmış ve en iyi sonucu ordinary ve universal kriging yöntemi vermiştir. Simple kriging yöntemi ordinary ve universal kriginge yakın sonuç vermiş disjunctive kriging yöntemi uygun sonuç vermemiştir.

İlkbahar %20 don ihtimaline göre sonuçlar, tüm istasyonlar için hesaplama yapılmış ordinary,universal ve simple kriging yöntemleri doğru ve aynı sonucu vermiştir. Disjunctive kriging yöntemi ise uygun sonucu verememiştir.

Sonbahar %80 don ihtimaline göre don görülmediği için hesaplama yapılmamıştır.

Sonbahar % 50 don ihtimaline göre sonuçlar, Gediz, Güney, Simav ve Uşak istasyonları için hesaplama yapılmış ve ölçülen tarih değeriyle 4 yöntemin bulunduğu tarihlerle aynıdır.

Sonbahar % 20 don ihtimaline göre sonuçlar, Bornova istasyonu hariç diğer istasyonlar için hesaplama yapılmış ve en iyi sonucu ordinary ve universal kriging yöntemi vermiştir. Simple kriging yöntemi ordinary ve universal kriginge yakın sonuç vermiş disjunctive kriging yöntemi uygun sonuç vermemiştir.

KAYNAKLAR

- Akkurt, M. 1999. Bilgisayar (Excel) Destekli Uygulamalı İstatistik. Birsen Yayınevi, İSTANBUL.
- Alaghmand, S., Mohammadi, A. and Mosaedi, A. 2007. Assessment The Efficiency of Different Interpolation Methods for Estimation of Missing Rainfall Data (A Case Study in İnan, Golestan Province). Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 02446.
- Anderson, S. 2003. An Evaluation of Spatial Interpolation Methods on Air Temperature in Phoenix, AZ. Department of Geography, Arizona State Universtiy, U.S.A.
- Anlı, A. S. ve Okman, C. 2005. Aksu Çayı Günlük Ekstrem Akışlarının Dağılımı, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 9, (Sayı: 4); 53–60.
- Anonim. 2003. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, Türkiye Toprak Su Kaynakları ve Çölleşme Raporu, Ankara. <http://www.khgm.gov.tr/kutuphane/collesme/colleme.htm>. Erişim Tarihi: 13.02.2009.
- Anonim. 2002. Sulama Göletleri Master Planlama Çalışmaları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Köy Hizmetleri 3.Bölge Müdürlüğü Kurs Notları, ADANA (yayınlanmamış).
- Apaydın, H., Sönmez, F. K. and Yıldırım, Y. E. 2004. Spatial Interpolation Techniques for Climate Data in The GAP Region in Turkey. Climate Research, Vol. 28: 31-40.
- Attorre, F., Alfo, M., De Sanctis, M., Francesconi, F. and Bruno, F. 2006. Comparison of Interpolation Methods for Mapping Climatic and Bioclimatic Variables at Regional Scale. Royal Meteorological Society, Intrenational Journal of Climatology, Vol. 27, Issue 13, Pages: 1825-1843.
- Barnes, R. 2003. Variogram Tutorial. Golden Software, Inc., 23 p.
- Bastin, G. and Gevers, M. 1985. Identification and Optimal Estimation of Random Fiels from Scattered Point-Wise Data. AUTOMATICA, vol. 21, No. 2, pp. 139-155.
- Bestfit, 2004. Palisade Corporation, Guide to Using BestFit, Distribution Fitting for Windows, Version 4.5, NEWFIELD.

- Borga, M. and Vizzaccaro, A. 1996. On The Interpolation of Hydrologic Variables: Formal Equivalence of Multiquadratic Surface Fitting and Kriging. Journal of Hydrology, Vol. 195 (1-4) pp. 160-171
- Başarır, N. 2008. Sözlü Bildiri. T.C. Osmaniye Valiliği İl Özel İdaresi, Planlama Ve Projeleme Müdürlüğü Jeoloji Mühendisi, OSMANİYE.
- Başkan, O. 2004. Gölbaşı yöresi topraklarının mühendislik, fiziksel özellik ilişkilerinde jeostatistik uygulaması, Doktora Tezi, AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baykul, Y. 1996. İstatistik Metotlar ve Uygulamalar. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ISBN.975-94896-5-1, ANKARA.
- Burgess, T. M. and Webster, R. 1980. Optimal Interpolation and Isarithmic Mapping of Soil Properties I, The Semivariogram and Punctual Kriging. Journal of Soil Science, Volume 31, Number 3, Pages;315-331.
- Burrough, P. A. and McDonnell, R. A. 1998. Principles of Geographical Information Systems . New York: Oxford University Press, Inc., 133.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. and Wags, L., W. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill, Inc., Civil Engineering Series, New York, 572 p.
- Clark, I. 1979. Practical Geostatistic. Department of Mineral Resources Engineering, Royal School of Mines, Imperial College of Science and Technology, London, U.K.
- Creutin, J. D. and Obled, C. 1982. Objective Analysis and Mapping Techniques for Rainfall Fields; An Objective Comparison. Water Resources Research, 18, 2, 413-431.
- Çakmak, B., Aküzüm, T. ve Benli, B. 1999. Yirmi Birinci Yüzyılda Dünyada Su Sorunu. 7. Kültürteknik Kongresi, S: 8-16, NEVŞEHİR.
- Çetin, M. 1996. Jeostatistiksel Yöntem İle Nokta Ve Alansal Yağışların Saptanması ve Stokastik Olarak Modellenmesi Örnek Havza Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, ADANA .
- Çetin, M. ve Tülücü, K. 1997. Doğu Akdeniz Bölgesinde Aylık Yağışların Yersel Değişimlerinin Jeostatistik Yöntemle İncelenmesi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı 3, 691-698, ADANA.

- Çetin, M., Topaloğlu, F., Yücel, A. ve Tülücü, K. 1998. Yağış Kayıtları ve Bazı Önemli İstatistiklerin Jeostatistik Yöntemle İncelenmesi: Seyhan Havzası Örneği. II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İSTANBUL.
- Çetin, M., Özcan, H. ve Tülücü, K. 2001. Aşağı Seyhan Ovası IV. Merhale Proje Alanında Toprak ve Taban Suyuna İlişkin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Yersel Değişimlerinin Jeostatistik Yöntemle Araştırılması. Araştırma Projesi Sonuç Raporu, ADANA.
- Çetinkaya, C. P ve Barbaros, F. 2008. Su Yönetimi Senaryoları İle Gediz Nehri Yıllık Su Bütçesi Performansının Değerlendirilmesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri, TMMOB, 20-22 Mart 2008, Ankara, s. 323-334.
- Dalgün, N. 1998. Çanakkale Bayramiç Hacıbekirler Sulama Göleti Mühendislik Hidrolojisi Proje Raporu. KHGM Yayınları, ANKARA.
- Delhomme, J. P. 1978. Kriging in the Hydrosciences. Advances in Water Resources, 1(5):251-266.
- Deutsch, C. V. and Journé, A.G. 1992. Geostatistical Software Library And User's Guide, Oxford University Press, Inc., New York, USA
- Dubrovsky, M., Semerádova, D., Metelka, L., Prosova, O. and Trnka, M. 2006. Interpolation of Weather Generator Parameters Using GIS. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 09287.
- Englund, E. and Sparks, A. 1993. GEOEAS User's Guide. EPA, Las Vegas, NV.
- Erol, H. 2006. ISB539 Bilgisayar Destekli İstatistiksel Yöntemler –I. Ders Notları, ADANA (yayınlanmamış).
- Johnston, K., Ver Hoef, Jay. M., Krivoruchka, K. and Lucas, N. 2001. ESRI Using ArcGIS Geostatistical Analysis. GIS by ESRI
- Gibbons, J.D. ve Chakraborti, S. 1985. Nonparametric Statistical Inference 4th ed, Marcel Dekker, New York, 104-133.
- Goovaerts, P. 1998. Ordinary Cokriging Revisted. Mathematical Geology, Vol. 30, No. 1.
- Goovaerts, P. 2000. Performance Comparison of Geostatistical Algorithms for Incorporating Elevation into The Mapping of Precipitation. The University of Michigan, Department of Civil and Environmental Engineering, U.S.A.

- Gomez, J. D., Etchevers, J. D., Monterroso, A. I., Gay, C., Campo, J. and Martinez, M. 2007. Spatial Estimation of Mean Temperature and Precipitation in Areas of Scarce Meteorological Information, MEXICO.
- Güler, M. Ve Kara, T. 2007. Alansal Dağılım Özelliği Gösteren İklim Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi ve Kullanım Alanları; Genel Bir Bakış. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (3): 322-328.
- Gündoğdu, K. S., Demir, A. O. ve Akkaya Aslan, Ş. T. 2001. Göletlerin Bazı Hidrolojik Analizlerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Yapılma Olanaklar. I. Ulusal Sulama Kongresi, 8-11 Kasım, S:247-253, ANTALYA.
- Hartkamp, A. D., De Beurs, K., Stein, A. and White, J. W. 1999. Interpolation Techniques for Climate Variables. International Maize and Wheat Improvement Center, Natural Resources Group, GIS Series 99-01, MEXICO
- Haydarabadı, M.S. 2005. Determination of A Suitable Method For Runoff Estimation (Case Study:Taleghan Watershed). Islamic Azad Universtiy Of Arsanjan, IRAN.
- Hofierka, J., Parajka, J., Mitasova, H. and Mitas, L. 2002. Multivariate Interpolation of Precipitation Using Regularized Spline with Tension. Transactions in GIS, Volume 6, Number 2, pp. 135-150.
- Hunter, R. D. and Meentemeyer, R. K. 2005. Climatologically Aided Mapping of Daily Precipitation and Temperature. Journal of Applied Meteorology, Volume 44.
- Iguzquiiza, E. P., Olmo, M. C. and Atkinson, P. M. 2006. Downscaling Cokriging for Image Sharpening. Elsevier, Remote Sensing of Environment, 102 (2006) 86–98
- İnal, C., Yiğit, C. Ö. 2003. Jeodezik uygulamalarda kriging enterpolasyon yönteminin kullanılabilirliği, TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül 2003, 177-185,Konya.
- Kasap, R. 1988. Gölet Temel Gövdelerinin Projelendirilmesi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ANKARA .
- Kesici, T. ve Kocabaş, Z. 1998. Biyoistatistik. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:79, ANKARA.

- Klimatolojik Serilerden Türkiye İkliminde Trend Analizi Analizi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 172 s., İstanbul, 1993)
atlas.cc.itu.edu.tr/~toros/uygulamalar/run_testi.pdf
- Kurtzman, D. and Kadmon, R. 1999. Mapping of Temperature Variables in Israel: A Comparison of Different Interpolation Methods. *Climate Research*, Vol. 13: 33-43.
- Kuşvuran, K. ve Canbolat, M. 2006. Mersin-Tarsus Topçu Deresi Havzasında Yağış, Akım ve Alt Havzasında Sediment Veriminin Araştırılması (Ara Rapor 1985-2004). Proje Kod No: Tagem-Bb-Topraksu-2006/7. Tarsus/MERSİN
- Li, S., Tarboton, G. D. and Mckee, M. 2000. GIS-Based Temperature Interpolation for Distributed Modeling of Reference Evapotranspiration. Civil and Environmental Engineering Department, Utah State University, Logan, UT, U.S.A.
- Madelin, M. and Beltrando, G. 2005. Spatial Interpolation-Based Mapping of The Spring Frost Hazard in The Champagne Vineyards. *Meteorological Application* 12, 51-56, FRANCE.
- Mert, B. A. 2005. Sonuçlanmamış-Devam eden Doktora Çalışması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Miras-Avalos, J. M., Paz-Gonzalez, A., Vidal-Vazquez, E. and Sande-Fouz, P. 2007. Mapping Monthly Rainfall Data in Galicia (NW Spain) Using Inverse Distances and Geostatistical Methods. *Advances in Geosciences*, 10, 51-57.
- Morales, L., Canessa, F., Mattar, C. and Orrego, R. 2007. Comparison Interpolation Methods for Detection of Microclimatic Areas. Department of Physics, Metropolitan Technological University, Santiago of CHILE.
- Naoum, S. and Tsanis, I. K. 2002. Ranking Spatial Interpolation Techniques Using A GIS-Based Decision Support System. *Global Nest: The Int. J.*, Vol. 6, No 1, pp. 1-20.
- Nikolova, N. and Vassilev, S. 2006. Mapping Precipitation Variability Using Different Interpolation Methods. Faculty of Geology and Geography, University of Sofia, BULGARIA.
- Ninyerola, M., Pons, X. and Roure, J. M. 2000. A Methodological Approach of Climatological Modelling of Air Temperature and Precipitation Through GIS Techniques. *University of Barcelona, International Journal of Climatology*, Vol. 20, Page:1823-1841.

- Nişancı, R., Yıldırım, V. ve Yıldırım, A. 2007. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim – 02 Kasım, Karadeniz Teknik Üniversitesi, TRABZON.
- Olea, R. A. 1977. Measuring Spatial Dependence With Semivariograms. Kansas Geological Survey, Series on Spatial Analysis, No. 3, Lawrence, KANSAS.
- Özer, Z. 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ANKARA.
- Öztopal, A. ve Şen, Z. 2007. Bildiri Kitabı. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TIKDEK 2007, 11-13 Nisan, İTÜ, İSTANBUL.
- Parajka, J. and Szolgay, J. 1998. Grid-Based Mapping of Long-Term Mean Annual Potential and Actual Evapotranspiration in Slovakia. Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters (Proceedings of the Headwater '98 Conference Held in Meran / Merano, from 20 to 23 April, ITALY).
- Rohuani, S and Wackernagel, H. 1990. Multivariate Geostatistical Approach to Space-Time Data Analysis. Water Resources Research 26 (4), 585-591.
- Ryan, B. F. and Cryer, J. 2005. Minitab Handbook, CALIFORNIA.
- Sarma, J. S., Singh, V. P. and Sharma, K. N. S. 1988. Analysis of Spatial Variability In Sodic Soils: 2. Point-and Block Kriging. Soil Science, Vol. 145, No. 4, pp. 250-256.
- Sevinç, A. N., Aykanlı, N., Akbay, Ş., Denli, Ö. ve Acar, C. O. 2000. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Havzalarının Hidrolojik Karakterleri Rehberi, MENEMEN
- Simpson, J. J., Hufford, G. L., Daly, C., Berg, J. S. and Fleming, D., 2004. Comparing Maps of Mean Monthly Surface Temperature and Precipitation for Alaska and Adjacent Areas of Canada Produced by Two Different Methods. The Arctic Institute of North America, Vol. 58, No. 2, PP. 137-161.
- Şen, Z. 2002. Hidrolojide; Veri İşlem, Yorumlama ve Tasarım. Seminer Notları, Su Vakfı Yayınları, İSTANBUL.
- Tabios III, G. Q., Salas, J. D. 1985. A Comparative Analysis of Techniques for Spatial Interpolation of Precipitation. Water Resources Bulletin, Vol. 21, No. 3, Pages 365-380 .

- Tercan, A.E. ve Saraç, C. 1998. Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeostatistiksel yöntemler, TMMOB. Maden Mühendisleri Odası Yayını, Yayın no 48, Ankara.
- Tolu, M. H. 2006. Sözlü Bildiri. T.C. Hatay Valiliği İl Özel İdaresi, Gölet; Etüd, Planlama Projeleme, İnşaat ve Kontrol Müdürlüğü Ziraat Mühendisi, HATAY.
- Tolun, N. 1975. Türkiye Jeoloji Haritası-Ölçek 1/500 000. Maden Tetkik Arama Yayınları, ANKARA.
- Topaloğlu, F. 1999. Seyhan Havzası Akarsularında Taşkınların Büyüklük ve Frekanslarının Tahmini İçin Uygun Bir Yöntemin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi , ADANA .
- Trangmar, B. B., Yost, R. S. and Uehara, G. 1985. Application of Geostatistics to Spatial Studies of Soil Properties. Advances in AGRONOMY, Volume 38, Pages ; 45-91, Science and Technology Agency for International Development, Department of State, D.C., WASHINGTON.
- Tülücü, K. 1990. KT-356 Hidroloji. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, No:50, ADANA.
- Tülücü, K. 1988. KT-310 Uygulamalı Hidroloji. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, No:76, ADANA.
- Türkyılmaz, Y. 1996. Rezervuar Hidrolojisi Seminer Notları. T.C Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ANKARA.
- Ustrnul, Z. and Czekierda,. D. 2005. Application of GIS for The Development of Climatological Air Temperature Maps: An Example from Poland. Meteorological Application 12, 43-50, POLAND.
- Vanlı, M. 1990. Göletlerde Su Temini Çalışmaları. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Hidrometri ve Taşkın Hidrolojisi Semineri, 3-4 Eylül, İSTANBUL.
- Vicente-Serrano, S. M., Saz-Sanchez, M. A. and Cuadrat, J. M. 2003. Comparative Analysis of Interpolation Methods in The Middle Ebro Valley (Spain): Application to Annual Precipitation and Temperature. Climate Research, Vol. 24: 161-180.
- Vieira, S. R., Hatfield, J. L., Nielsen, D. R. and Biggar, J. W. 1983. Geostatistical Theory and Application to Variability of Some Agronomical Properties. HILGARDIA, Volume 51, Number 3, Pages:1-75, Davis- CALIFORNIA.

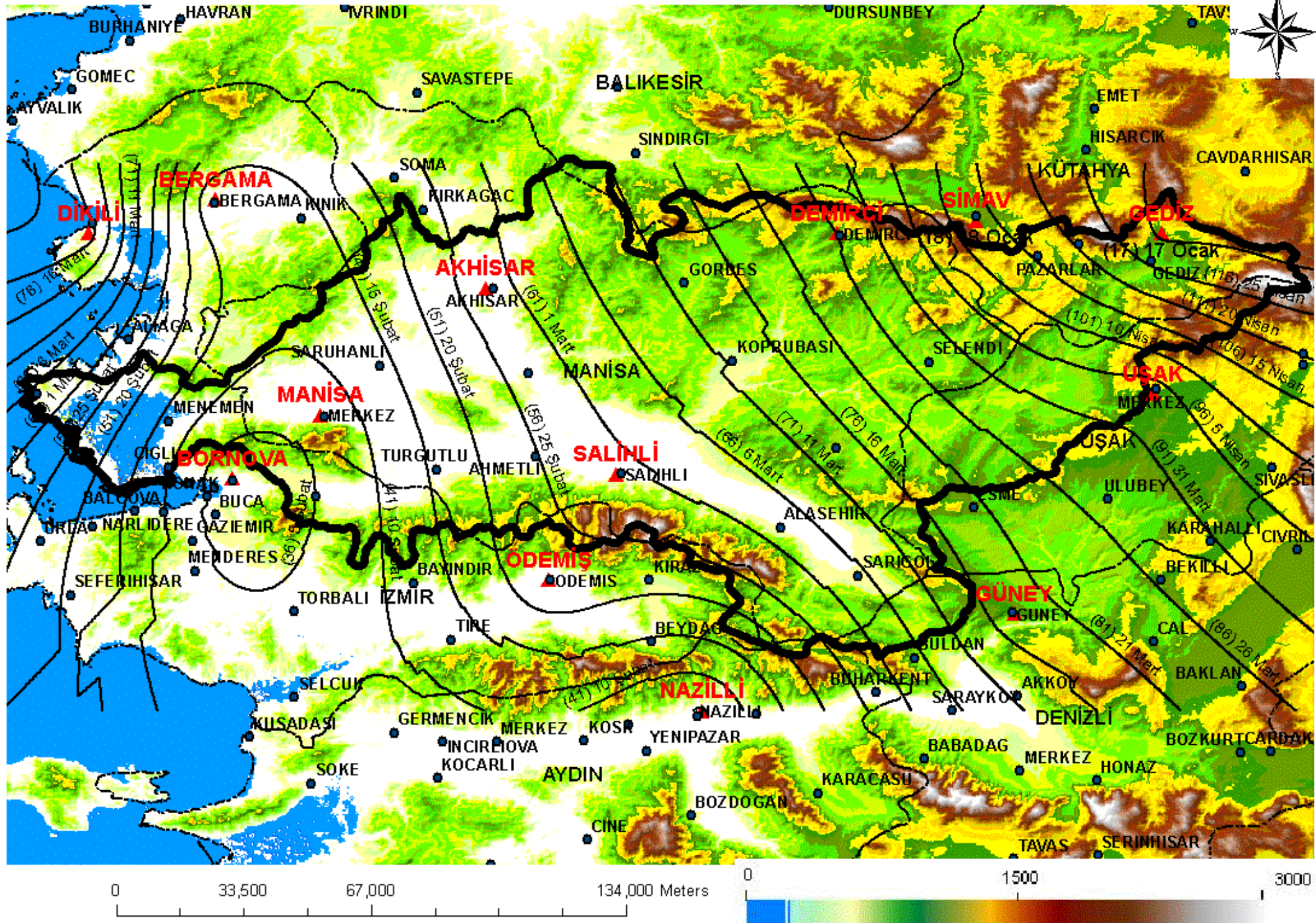
Yiğit, C. Ö. 2003. Elipsoidal yüksekliklerin Ortometrik yüksekliğe dönüşümünde kullanılan enterpolasyon yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi FBE 131 s. Konya.

Wilmott, C. J. 1982. Some Comments on The Evaluation of Model Performanca. Bull Am Meterol Soc 63:1309-1313.

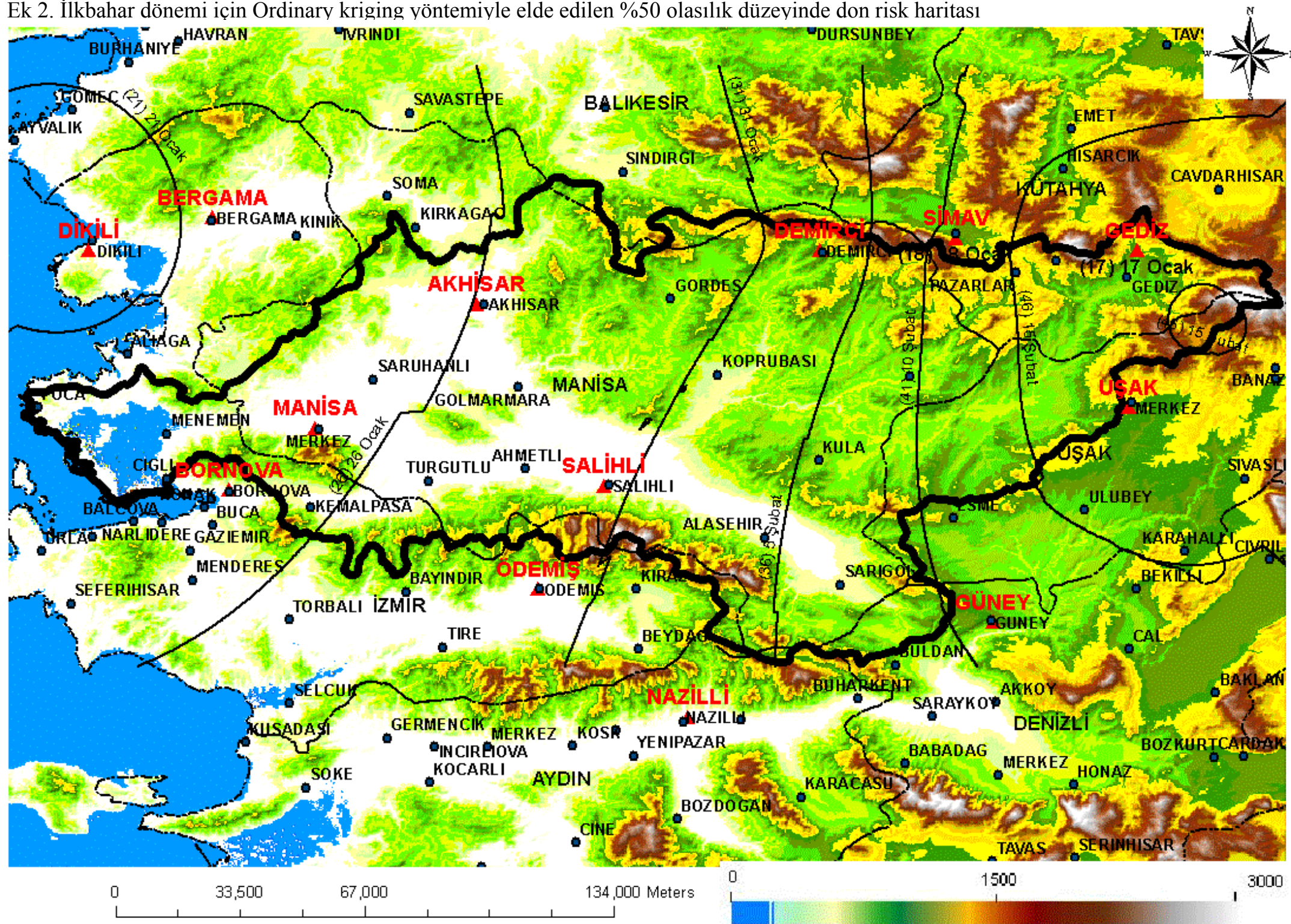
EKLER

Ek 1. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %20 olasılık düzeyinde	1
Ek 2. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %50 olasılık düzeyinde	2
Ek 3. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %80 olasılık düzeyinde	3
Ek 4. Sonbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %20 olasılık düzeyinde	4
Ek 5. Sonbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %50 olasılık düzeyinde	5

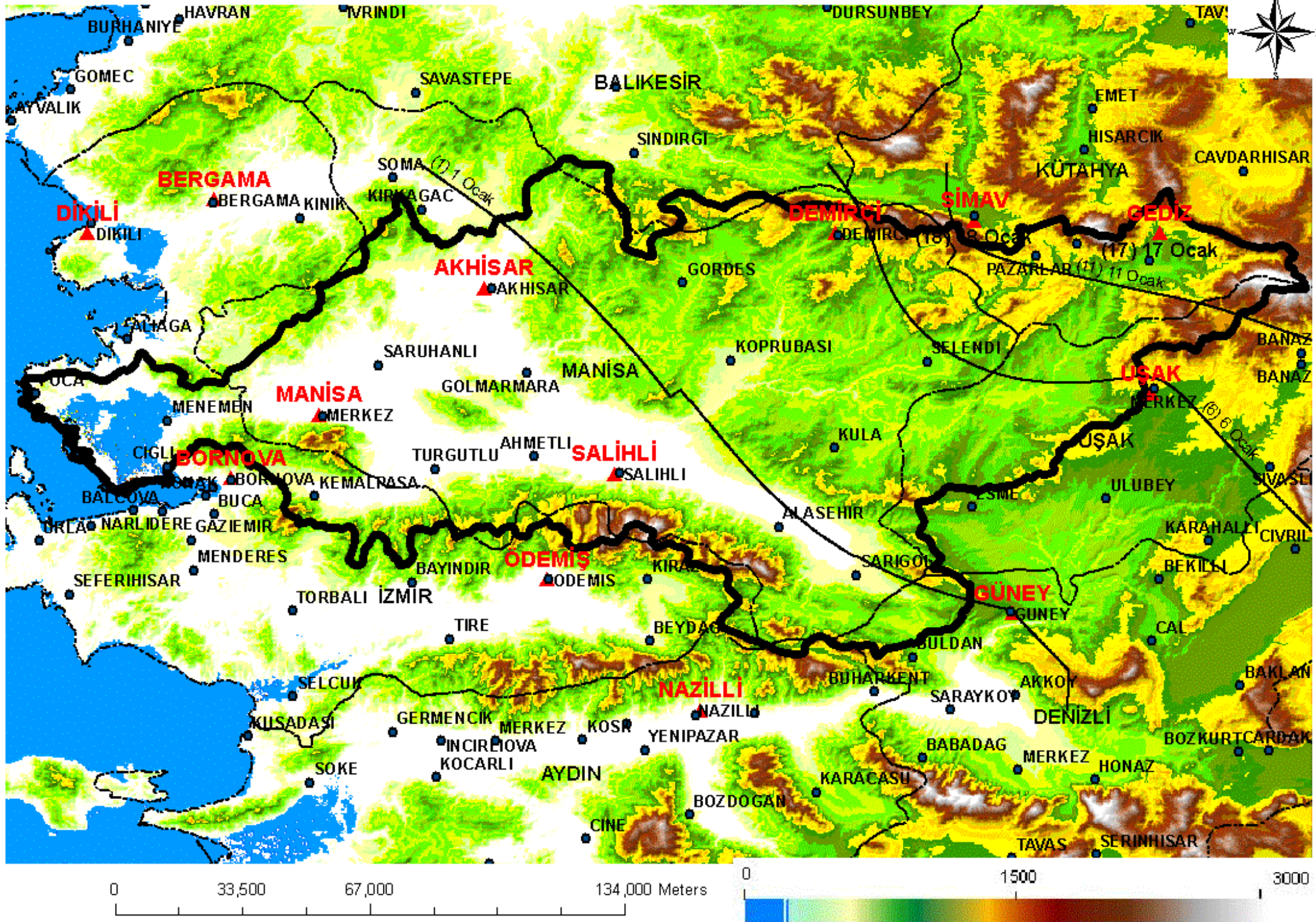
Ek 1. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %20 olasılık düzeyinde don risk haritası



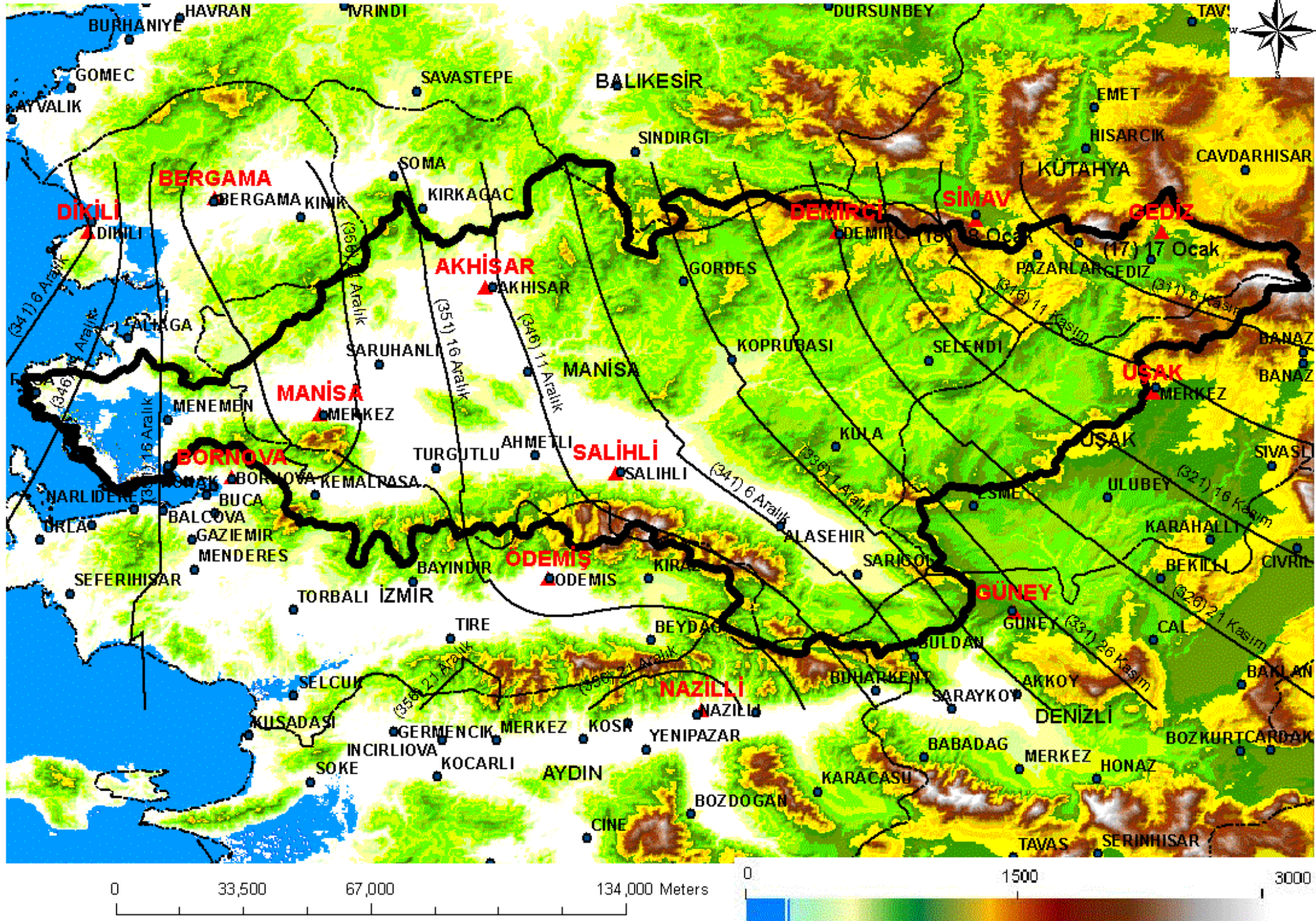
Ek 2. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %50 olasılık düzeyinde don risk haritası



Ek 3. İlkbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %80 olasılık düzeyinde don risk haritası



Ek 4. Sonbahar dönemi için Ordinary kriging yöntemiyle elde edilen %20 olasılık düzeyinde don risk haritası



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ceren YENİCİ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 12.01.1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Batıkent Lisesi

Lisans: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi (2007)

Yayınlar

Özkay, F., Taş, İ., Bulut, T., Yenici, C., Yaşar, B., 2008. Atık Su Bertarafında Kullanılan Sulak Alanların Çevresel Etkileri Ve Sulamada Kullanım Olanakları. AB Sürecinde Ulusal Sanayi ve Çevre Sempozyumu. 27-28 Kasım 2008 ADANA

İş Deneyimi

Sınırlı Sorunlu Yozgat Pancar Ekicileri Kooperatifi (2008)

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Sulama ve TİGH Şube Müdürlüğü(2009-...)