

## Mera Vejetasyon Etüdları için İklim ve Topoğrafik Faktörlere Göre Benzer Ekolojik Bölgelerin Belirlenmesi

\*Murat Güven TUĞAÇ<sup>1</sup>

Harun TORUNLAR<sup>1</sup>

Arife AVAĞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

<sup>2</sup> Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tarla Bitkileri Dairesi Başkanlığı, Ankara  
Sorumlu yazar e-posta: mgtugac@tagem.gov.tr

Geliş tarihi: 29.03.2012

Kabul tarihi: 06.06.2012

### Öz

Bitki örtüsünün çeşitliliği, verimi ve kalitesinde başta iklim olmak üzere topografya ve toprak gibi ekolojik faktörlerin etkisi büyüktür. Bu kapsamda, mera vejetasyon etüdlarının daha sağlıklı yapılabilmesi için çalışma alanı; yükseklik, bakı ve kuraklık indisi parametreleri kullanılarak benzer ekolojik alanlara ayrılmıştır. Türkiye'deki 264 meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış, sıcaklık, nispi nem, ışıklanma şiddeti ve rüzgâr hızı ile Penman-Monteith yöntemine göre hesaplanan evapotranspirasyon parametreleri kullanılmıştır. İklim verilerinin, Anuspline yöntemi kullanılarak yüzey dağılım haritaları oluşturulmuştur. Uzun yıllar ortalama yıllık toplam yağış ve buharlaşma verilerinden kuraklık indisi elde edilmiş ve üç sınıfa ayrılmıştır. Topografik parametreler olarak yükseklik ve bakı parametreleri SRTM sayısal arazi modeli verisinden elde edilerek, yükseklik dört sınıfa ve bakı da üç sınıfa ayrılmıştır. Elde edilen kuraklık indisi katmanı ve topoğrafik katmanlar birleştirilmiş ve 27 sınıflı ekolojik bölgeler haritası elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekolojik bölgeleme, kuraklık indisi, bakı, yükseklik

## The Identification of Similar Ecological Areas in Accordance with Climatic and Topographical Factors for Pasture Vegetation Studies

### Abstract

Ecological factors such as primarily climate, topography and soil has a great influence on the diversity, performance and quality of vegetation. In this respect, the field of study was divided into similar ecological areas by utilizing altitude, aspect, and aridity index parameters to conduct pasture vegetation studies properly. Some climatological parameters such as precipitation, temperature, relative humidity, light exposure, wind speed and evapotranspiration, calculated in accordance with Penman-Monteith method, which were obtained from 264 weather station, were used in this study. Surface dispersion maps of climate parameters were composed by using Anuspline method. Aridity index was calculated using long years total annual precipitation and evaporation values, and re-classified into three groups. Using SRTM digital land model, elevation groups and aspect of the study area were generated. Elevation differences were grouped into four groups and aspect were reclassified into three groups. Aridity index layers and topographic layers were combined and 27 ecological areas were obtained.

**Key Words:** Ecological zoning, aridity index, aspect, elevation

### Giriş

Tarımsal ekoloji, sürdürülebilir tarım sistemlerinin yönetim ve tasarımının ekolojik kavram ve ilkelerince uygulanmasıdır (Gliessman 1992). Ürün, arazi kullanımı ve çiftçilik sistemlerinin tarımsal ekolojik ortam içinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik farklılıklara sahiptir. Özellikle ülkesel çalışmalarda, vejetasyonun örneklenmesi için yer seçiminde belli kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir. Etkin bir örnekleme için ekolojik farklılıkların belirlenmesi önemlidir. Bölgeler arası iklim ve topoğrafik farklılıkların ürünün gelişme dönemi, fenolojik özellikleri,

verim ve kalitesine önemli derecede etki etmektedir. Bu farklılıkları değerlendirmek için ürün gelişimi ile iklim parametreleri (sıcaklık, yağış, nem, buharlaşma, radyasyon, rüzgar) arasındaki ilişkilerin kurulmasına ihtiyaç vardır (Bouma 2005). İklim ve topoğrafik yapının farklılıkları düşünüldüğünde iklim bölgeleri içinde vejetasyondaki farklılıklar önemli rol oynamaktadır. Uzun dönem kayıtlara dayalı iklimsel bölgeleşmede mekansal ve zamansal iklim farklılıklarının tanımlanması gereklidir (Comrie and Glenn 1998). UNESCO (1979) 'nın kurak bölgeler için oluşturduğu sınıflama

sistemi nemlilik rejimi, kış tipi ve yaz tipi olmak üzere üç temel kriter üzerine oluşturulmuştur. Bu sınıflama sisteminde nemlilik rejimi toplam yıllık yağışın, Penman- Monteith yöntemine göre hesaplanan yıllık potansiyel evapotranspirasyona oranlanmasıdır. Bu oran aynı zamanda kuraklık indeksi olarak da adlandırılır. Kış tipi en soğuk ayın ortalama sıcaklığına göre belirlenir. Yaz tipi ise en sıcak ayın ortalama sıcaklığına göre belirlenir. Bu sınıflama sistemi global ölçekten lokal ölçeğe kadar farklı ölçeklerde esnek olarak uygulanmaktadır. Sistem daha dar çerçevede tanımlanmış sınıfların oluşturulmasına izin vermesinden dolayı havza ölçeğinde ve özellikle yükseklik farkının çok fazla olduğu durumlarda uygun iklim bölgelerinin oluşturulmasına elverişlidir.

Türkiye iklim, arazi yapısı, toprak ve bitki türlerinin dağılımları açısından çok büyük çeşitliliğe sahip olmasına bağlı olarak birçok mikro ve makro iklim bölgelerine sahiptir. İklimdeki bu çeşitliliğe bağlı olarak yağış ve sıcaklık parametreleri yüzeysel olarak büyük değişim göstermektedir. Bölgeler arasındaki bu iklimsel farklılık, bitkilerin büyüme ve gelişmesi ile verimliliğin belirlenmesi açısından en belirleyici faktördür. Bu kapsamda, Türkiyede de kuraklık koşulları ve iklim çeşitliliğinin belirlenmesine dair çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Mızrak 1983,1988, Güler ve ark.1990, Avcı 1992). Ülkemizde mera vejetasyonunun genel durumunu ortaya çıkarmak amacıyla yürütülen araştırmada çalışma alanının büyüklüğü dikkate alındığında sınırlı sayıda yapılabilecek olan vejetasyon örnekleme için yer seçiminde alansal farklılıkların belirlenmesi amacıyla belli faktörler dikkate alınması gerekmektedir. Etkin bir örnekleme için vejetasyondaki potansiyel farklılıklar iklim, yükseklik ve yöney haritaları kullanılarak değerlendirilebilir. Bu katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında birleştirilerek benzer çevre şartlarına sahip alanlar elde edilebilir (Margules and Redhead 1995, Neldner and Clarkson 1995). Bu alanlar iklim, toprak, topoğrafya ile bitki toplulukları açısından süreklilik gösteren benzer bölgeler içerir ve Homojen Ekolojik Alan olarak tanımlanırlar.

Bu çalışmada, mera etüd alanlarının belirlenmesi için iklim verileri ve sayısal arazi modeli CBS teknikleri kullanılarak ekolojik bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. İklimsel parametreler oluşturulurken yükseklik bazındaki değişimlerinde model içinde değerlendirilmesi ve UNEP'in kuraklık indisi

değerlerine göre iklim sınıflarının oluşturulması hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

**Çalışma alanı:** Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi kapsamındaki çalışma alanını; Doğu Anadolu Bölgesinde Artvin,Erzurum, Kars, Ardahan, Bayburt, Iğdır, Elazığ, Malatya, Erzincan, Bitlis, Muş, Van, Bingöl ve Ağrı illeri, Karadeniz Bölgesinde Amasya, Samsun, Tokat, Ordu, Rize, Gümüşhane, Trabzon ve Giresun illeri, Orta Anadolu Bölgesinde Burdur, Eskişehir, Bilecik, Afyonkarahisar, Kırıkkale, Sivas, Kırşehir, Nevşehir, Çankırı, Ankara, Kayseri, Yozgat Çorum, Konya, Aksaray, Karaman ve Niğde illeri, Akdeniz Bölgesinde ise Mersin, Hatay, Osmaniye, Adıyaman, Kilis, Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Şanlıurfa illerini kapsayan 48 il oluşturmaktadır. Çalışma alanında topoğrafya farklılıklar göstermekte olup buna göre en düşük yükseklik deniz seviyesinde Samsun ili Bafra ovası iken en yüksek topoğrafya ise 5101 metre ile Ağrı dağının zirveleridir.

## Topoğrafik veriler

**Sayısal yükseklik modeli (SYM):** Topografyanın dijital gösterimi olarak adlandırılmaktadır. SYM'nin veri yapısı, raster ve grid yapısında olup, iki boyutlu düzende, ortalama hücre kotunun depolandığı kare biçimli grid hücreleri matrisini içermektedir. SYM'lerinin geniş kullanım alanları vardır, kullanımı ve işlenmesi kolaydır ve hesaplamalar daha etkindir (Martz and Garbrecht 1992). Bu çalışmada sayısal yükseklik modeli olarak SRTM 4 (Space Radar Topography Mission) verisi kullanılmıştır. Bu veri Amerikan NASA kurumu tarafından yaklaşık 60° kuzey ve güney enlemleri arasında kalan tüm kara parçalarının sürekli ve yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modelini elde etmek amacıyla gerçekleştirilmiş bir proje kapsamında üretilmiş 90 metre çözünürlüklü bir veridir (Farr and Kobrick 2000). CGIAR-CSI (Consultative Group for International Agriculture Research Consortium for Spatial Information) tarafından Dünya'nın tamamı için derlenmiş ve bir internet haritalama ara birimi aracılığıyla ücretsiz olarak kullanıma açık hale getirilmiştir. SRTM verisinin düşey ve yatay mutlak konum doğruluğunun %90 güvenle sırasıyla 16 m ve 20 m hata değerlerinin altında olduğu belirtilmektedir (Bamler, 1999).

**Bakı (Yöney):** Yükseklik verisinin her bir hücresinden teğet olarak geçen yüzey normalinin, kuzey doğrultusu ile yaptığı açı olarak hesaplanır. Bu açı 0-360 derecelik saat akrebi yönünde tam bir daire oluşacak şekilde hesaplanır. Bakı katmanı Sayısal Yükseklik modeli verisi kullanılarak ArcGIS yazılımı Spatial Analiz arayüzü içinde bulunan surface menüsünden, aspect seçeneği ile üretilmiştir. Her hücre için hesaplanan bakı değeri, ilgili hücrenin eğim yüzeyinin hangi yöne baktığını gösterir. Topoğrafik parametreler içerisinde bakı parametresi bitki örtüsünün yayılışında etkili olan en önemli faktörlerden birisidir. Güneye bakan yamaçlar uygun sıcaklık şartları sayesinde hem bitki çeşitliliği hem de bitki yoğunluğu ve kalitesi bakımından daha zengindir.

#### İklim verileri

**Kuraklık İndeksi:** yıllık toplam yağışın potansiyel evapotranspirasyona oranı olarak ifade edilmiştir (UNEP 1993). Kuraklık indeksinin (KI) oluşturulmasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilmekte olan büyük klima istasyonlarından 1975-2007 yılları arasında düzenli kayıtları bulunan 264 istasyonun uzun yıllar günlük minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, nispi nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi verilerin aylık ortalamalara dönüştürüldüğü veriler kullanılmıştır.

Yıllık yağış için mevcut uzun yıllar aylık ortalamalarından yıllık toplam yağış değerleri hesaplanmıştır. Potansiyel evapotranspirasyon

(PET) ise uzun yıllar aylık ortalama verileri olan ortalama sıcaklık, yağış, nispi nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi verileri kullanılarak Penman-Monteith (FAO 1998) metoduna göre hesaplanmıştır.

Çalışma alanındaki 264 istasyondan elde edilen yağış ve buharlaşma verilerinin dağılım haritalarının üretilmesinde noktasal verilerin alansal dağılımlarının istatistiksel yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Bu istatistiksel yaklaşım, düzensiz bir şekilde dağılmış noktasal verilerinden düzenli bir şekilde dağılmış grid özelliğinde verileri tahmin etmek amacıyla rakamsal fonksiyonları kullanır (Daly et al. 2002). İstasyonlardan elde edilen bu rakamsal fonksiyonların yanında yükseklik bağımsız değişkenini kullanan ANUSPLINE (Hutchinson 1995) metodu yöntem olarak uygulanmıştır. Yöntemde yükseklik verisi olarak SRTM 4 Sayısal Yükseklik Modeli verisi kullanılmıştır.

$$KI = P / PET$$

**P** : Yıllık yağış toplamı (mm)

**PET:** Yıllık potansiyel evapotranspirasyon toplamı (mm)

Hesaplanan kuraklık indeksi verisi tanımlanan sınıf aralıkları temel alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge1). Sayısal yükseklik modeli, bakı ve kuraklık indeksi verileri ArcGIS yazılımı Spatial Analiz arayüzü kullanılarak Çizelge 2'de belirtilen sınıf aralıklarına göre yeniden sınıflandırılarak yeni kod tanımlaması yapılmıştır.

Çizelge1. Kuraklık İndeksi Sınıflandırması (UNEP, 1993).

P/PET	Sınıflandırma
<0.05	Çok Kurak
0.05-0.20	Kurak
0.20-0.50	Yarı Kurak
0.50-0.65	Kurak Yarı Nemli
0.65-1.00	Yarı Nemli
1.00-2.00	Nemli
>2.00	Çok Nemli

Çizelge 2. Sayısal Yükseklik Modeli, bakı ve kuraklık indeksi sınıf aralıkları ve yeni kodlar.

Yükseklik		Bakı		Kuraklık İndeksi	
Sınıf aralıkları	Yeni Kod	Sınıf aralıkları	Yeni Kod	Sınıf aralıkları	Yeni Kod
0-750	1	Güney	10	0.2-0.5	100
750-1250	2	Kuzey	20	0.5-0.65	200
1250-2000	3	Düz, Doğu, Batı	30	>0.65	300
>2000	4				

Hücresele (grid) veriyi oluşturan her bir pikselin bir sayısal değeri vardır ve matematiksel işlemlerle o pikselin sayısal değeri artırılıp azaltılabilir, birlikte toplanabilir yani kombine edilebilir haldedir (Esri 2001). Farklı bitkisel formasyonlar ülke genelinde iklim ve topografik koşulların etkisinde çeşitlilik göstermiştir. Bundan hareketle Sayısal yükseklik modeli kullanılarak üretilen yükseklik ve bakı hücresele verileri ile iklim verileri kullanılarak üretilen kuraklık indeksi hücresele verisi ArcGIS yazılımı Spatial Analiz arayüzü kullanılarak birleştirilmiş ve homojen ekolojik alan haritası elde edilmiştir. Elde edilen homojen alan haritasının her bir hücresinin değeri; yükseklik, bakı ve kuraklık indeksi hücresele verilerinin yeni kod olarak tanımlanan değerlerin toplamından oluşmaktadır. Homojen alan haritası için tanımlanan her bir kodun ilk basamağı kuraklık indeksi, ikinci basamağı bakı ve üçüncü basamağı ise yükseklik verilerini ifade etmektedir.

### Bulgular ve Tartışma

Proje alanında, ekolojik bölgelerin belirlenmesinde kullanılan her parametrenin kendi içinde alansal dağılımı değerlendirilmiştir (Çizelge 3). Yağış rejiminin buharlaşmaya oranını ifade eden kuraklık indeksi sınıflarına göre % 45 lik oran ile en büyük alanları yarı kurak alanlar oluşturmaktadır. Bu alanları % 31.4 lük oran ile kurak yarı nemli % 23.6 ile nemli alanlar izlemektedir. Çalışma alanında yapılan kuraklık indeksi analizine göre çok kurak ve kurak alanlar bulunmadığından sınıflama dışında tutulmuştur. Proje alanı bakı olarak incelendiğinde % 37.9'u güney ve % 36.2 si kuzey yöneyledir. Ayrıca, alanın %33.9'unu

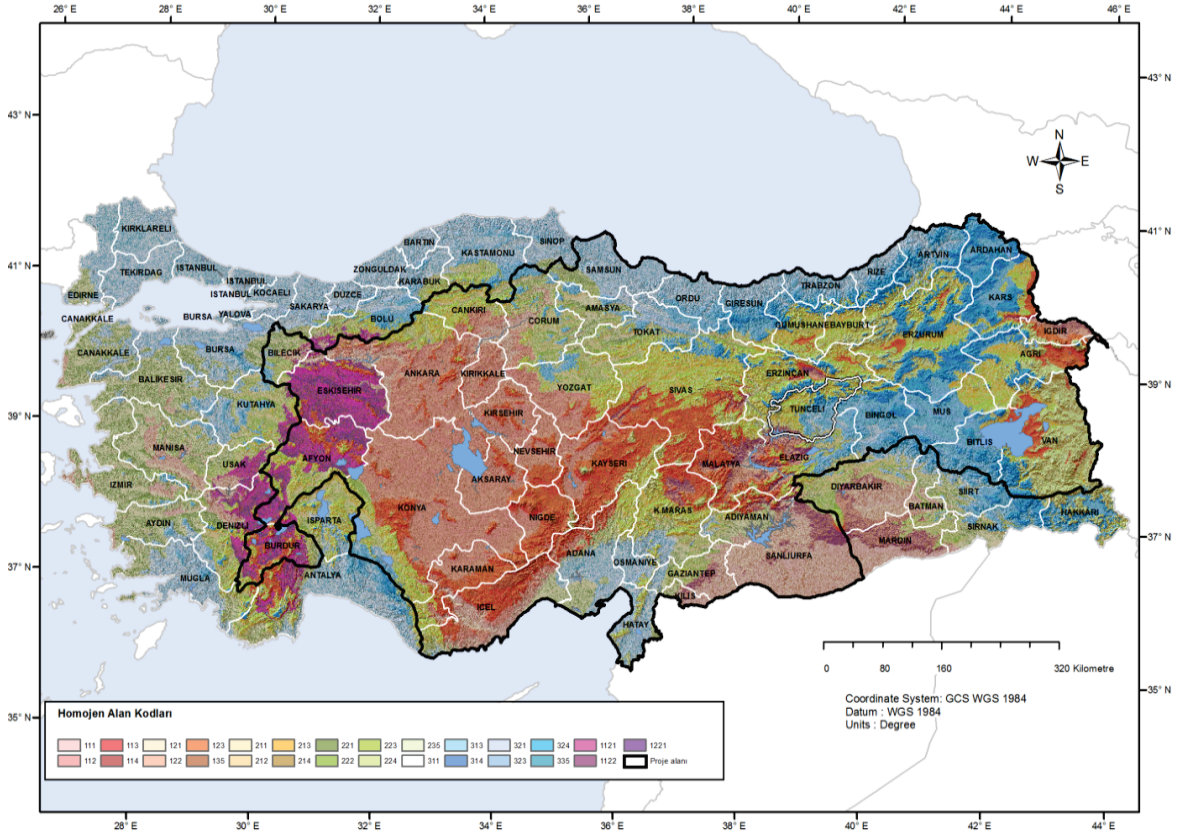
750-1250 m ile %36.6'sı 1250-2000 m olan yükseklikler arasında değişmektedir.

Proje alanı için üretilen homojen ekolojik alan haritasında her bir homojen alan sınıfı farklı renk ve kodlarda verilmiştir (Şekil 1). Her bir homojen alan içerisinde vejetasyon etüdü yapılan örnekleme noktalarının sayısı mera durum değerlendirme modellerinin oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada kullanılan REDIS (Resource and Environmental Data Interpretation System) modellemesi için vejetasyon etüdü yapılan, nokta sayısının yetersiz olduğu bölgelerde homojen alanlar birleştirilmiş, nokta sayının fazla olduğu homojen alanlar ise bölünmüştür. Buna göre örnek sayısı yetersiz olduğu 131, 132, 133 ve 134 no'lu homojen alanlar birleştirilerek 135 kodu olarak, 231, 232, 233 ve 234 no'lu homojen alanlar 235 kodu olarak, 331, 332, 333 ve 334 no'lu homojen alanlar 335 kodu olarak, 311 ve 312 no'lu homojen alanlar 311 kodu olarak, 321 ve 322 no'lu homojen alanlar 321 kodu olarak ve 123, 124 no'lu homojen alanlar ise 123 kodu olarak tanımlanmıştır. Aynı şekilde durak sayısı fazla olan 112 no'lu homojen alan üçe bölünerek 112, 1121 ve 1122 kodu olarak tanımlanırken 122 no'lu homojen alan ise ikiye bölünerek 122 ve 1221 kodu olarak tanımlanmıştır. Çizelge 4 de homojen ekolojik bölgelerin kapladıkları alanlar görülmektedir. Homojen alanlar içinde en yaygın olarak % 11.85 ile 135 kod numaralı alan kaplamaktadır. Yaygın olarak Orta Anadolu bölgesini içeren bu alan; Ankara, Eskişehir, Konya, Kırıkkale, Kırşehir, Kayseri, Nevşehir, Afyon, Burdur, Niğde, Aksaray, Karaman, Malatya, Şanlıurfa, Gaziantep, Iğdır illeri ile Yozgat ve Sivas illerinin güney kesimlerini kapsamaktadır. Bu alanı % 7.66 ile 235 ve % 7.15 ile 122 kod numaralı alanlar izlemektedir.

Çizelge 3. Parametre kodları ve kapladığı alanlar

Kod	Alan(ha)	Oran(%)	Kod	Alan(ha)	Oran(%)	Kod	Alan(ha)	Oran(%)
1	7.770.839	15.2	10	19.461.031	37.9	100	23.083.537	45.0
2	17.378.778	33.9	20	18.560.619	36.2	200	16.082.488	31.4
3	18.780.861	36.6	30	13.265.308	25.9	300	12.120.923	23.6
4	7.355.764	14.3						

TUĞAÇ ve ark. "Mera Vejetasyon Etüdüleri için İklim ve Topoğrafik Faktörlere Göre Benzer Ekolojik Bölgelerin Belirlenmesi"



Şekil 1. Homojen alan haritası

Çizelge 4. Homojen alan kodları ve kapladığı alanlar

Homojen Alan Kod	Alan(ha)	Oran(%)	Homojen Alan Kodu	Alan(ha)	Oran(%)
111	1.419.671	2.77	223	2.840.530	5.54
112	2.993.605	5.84	224	1.170.785	2.28
113	2.598.259	5.07	235	3.927.123	7.66
114	186.709	0.36	311	1.579.080	3.08
121	1.018.119	1.99	313	1.530.048	2.98
122	3.664.653	7.15	314	1.491.873	2.91
123	2.759.964	5.38	321	1.650.793	3.22
135	6.075.296	11.85	323	1.496.586	2.92
211	681.273	1.33	324	1.466.355	2.86
212	1.439.340	2.81	335	2.902.990	5.66
213	3.018.237	5.89	1121	872.864	1.70
214	1.187.401	2.32	1122	638.615	1.25
221	533.566	1.04	1221	858.587	1,67
222	1.282.881	2.50			

## Sonuç

Mera vejetasyon etüdlerini yönlendirmek aynı zamanda ekolojik veri tabanının oluşturması için yapılan bu çalışmada amaca göre belirlenen faktörlere göre 27 farklı alan belirlenmiştir. Vejetasyon etüdüleri için yer seçiminde belli kriterlerin değerlendirmeye alınması ile elde edilen farklı ekolojik alanlar kendi içinde benzer fenolojik özelliklere sahip bitki topluluklarını barındırmaktadır. Bu yaklaşım, mera durum değerlendirme modellerinin oluşturulmasında etken rol oynayarak, mera durum sınıflarının belirlenmesi ve buna bağlı olarak ıslah ve bakım yöntemlerinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi (Proje No:106G017) kapsamında yapılmıştır. Projenin tamamlanmasında katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynaklar

- Avcı M. 1992. Thorthwaite Rasyonel İklim Sınıflandırma Sistemine Göre Türkiye İklimi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi Cilt 1, Sayı 1.
- Bamler R. 1999. The SRTM Mission: A World-Wide 30 m Resolution DEM from SAR Interferometry in 11 Days. Photogrammetric Week, URL: <http://www.ifp.u-nistuttgart.de/publications/phowo99/phowo99.en.htm>.
- Bouma E. 2005. Development of comparable agroclimatic zones for the international exchange of data on the efficacy and crop safety of plant protection products, OEPP/EPPO Bulletin, 35, 233-238.
- Daly C. W.P. Gibson, G.H. Taylor, G. L. Johnson and P. Pasteris, 2002. A knowledge-based approach to the istatistical mapping of climate, Climate Research, 22, 99 - 113.
- ESRİ 2001. ArcGIS9 Desktop Software, Help References, Working with ArcGIS Spatial Analyst.
- Farr T.G. and M. Kobrick, 2000. Shuttle radar topography mission produces a wealth of data, EOS Transactions AGU, 81, 583-585.
- FAO 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, 56, Rome.
- Gliessman S. R. 1992. Agroecology in the tropics : achieving a balance between land use and preservation. *En.iron.Mngt* 16, 681±689
- Güler M, N.Durutan, M. Karaca, 1990. Türkiye Tarımsal İklim Bölgeleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayını. Ankara.
- Margules, C.R. and T.D. Redhead. 1995. Guidelines for using the BioRap methodology and tools. In Series: BioRap, rapid assessment of biodiversity priority areas. CSIRO, Australia.
- Hutchinson M.F. 1995. Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. *Int. J. Geogr. Info. Systems* 9: 385-403.
- Martz L. W. and J. Garbrecht, 1992. Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from digital elevation models, *Computers and Geosciences*, 18 (6), 747 - 61.
- Mızrak G. 1983. Türkiye İklim Bölgeleri Ve Haritası. Orta Anadolu Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Tarla Bitkileri Islahı Bölümü. Teknik yayınlar no: 2, genel yayınlar no: 52. Ankara
- Mızrak G. 1988. Agroecological zones of Turkey and their importance in wheat research. In *Winter Cereals and Food Legumes In Mountains Areas*. ICARDA-136 En, Aleppo, Syria.
- Neldner V.J. and J.R. Clarkson, 1995. Vegetation Survey and Mapping of Cape York Peninsula. Cape York Peninsula Land Use Strategy, Office of the Co-ordinator General and Queensland Department of Environment and Heritage, Brisbane, Australia.
- UNESCO 1979. Map of the world distribution of arid regions. Map at scale 1:25,000,000 with explanatory note. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 54 pp. ISBN 92-3-101484-6.
- UNEP 1993. World Atlas of Desertification: Edward Arnold.