



T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI

Türkiye Çölleşme Modeli

Teknik Özet



Orman, Su Varsa Hayat Var.

Teknik özeti hazırlayanlar:

Alptekin KARAGÖZ

Erhan TERCAN

Günay ERPUL

Murat TÜRKEŞ

Orhan DENGİZ

Orhan DOĞAN

Taşkın ÖZTAŞ

Basıma hazırlayanlar:

Kenan ŞAHİN

Orhan DOĞAN

Özlem YAVUZ

Yayın için önerilen atıf:

ÇEM. 2017. “Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet”,
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü,
Ankara, Türkiye.



Önsöz

Arazi bozulumu / çölleşme yerel, bölgesel ve evrensel sonuçlarıyla tüm Dünya'nın ortak bir sorunudur. İklim değişikliğinin yanı sıra hızlı nüfus artışı ve sanayileşme sebebiyle doğal kaynaklar üzerinde artan baskılar, yanlış arazi kullanımları ve sürdürülebilir doğal kaynak kullanımından uzak yönetim pratikleri gibi insan kaynaklı faktörler çölleşme ya da arazi bozulumu sürecini hızlandırmaktadır.

Arazi bozulumu/ çölleşme, oldukça karmaşık ve dinamik yapısıyla, arazi üretkenliğinin azalması veya tamamen kaybolmasıyla sonuçlanan bir süreçtir. Arazi bozulumunun en ileri şekli olarak algılanan çölleşme ise iklimsel değişiklikler ile fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, ekonomik ve kültürel etmenlerin ve aralarındaki karşılıklı etkileşimlerin sonucunda, özellikle kurak, yarı kurak, kurakça-yarı nemli ve nemlice-yarı nemli alanlar ile kuraklık/nemlilik özellikleri ne olursa olsun oluşan arazi bozulması ve ekolojik üretkenliğin azalması sürecidir.

Türkiye sahip olduğu iklim rejimi özellikleri ve aktif topoğrafik yapısıyla Dünyanın çölleşme riski taşıyan ülkeleri arasında yer almaktadır. Erozyon başta olmak üzere insan kaynaklı arazi bozulumu / çölleşme bakımından da doğal ve kültürel kaynaklarımız ciddi tehditler altındadır. Bu nedenle havza ölçeğinde arazi bozulumu / çölleşme risk alanlarının belirlenmesi, arazi bozulumu ve çölleşme ile mücadele bağlamında son derece önemlidir.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-BİLGEM işbirliği ile Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (HIDS) hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda; Türkiye'ye özgü coğrafi tabanlı matematiksel bir model olarak Türkiye Çölleşme Modeli geliştirilmiştir. Bu arazi bozulumu / çölleşme riskinin tespit edilebilmesi, havza ölçeğinde risk haritalarının üretilmesi ve dinamik yapısıyla arazi bozulumu/çölleşme riskinin izlenebilmesini sağlayabilecek önemli bir çalışmadır.

Bu çalışmayla, Türkiye'nin doğal kaynaklarının korunmasına, arazi bozulumu / çölleşme olgusunun en az düzeye indirilmesine, kırsaldan göçün önlenmesine ve kırsal yoksulluğun en az düzeye indirilmesine yönelik yatırım projelerinin önceliklendirilmesine ve bunların ulusal kalkınma ve hükümet programlarına entegre edilebilmesine kolaylık sağlanabilecektir. Çalışma, ayrıca, arazi bozulumu / çölleşme ile mücadele eden ve etmeye çalışan ülkeler için de örnek bir Çölleşme Modeli olacaktır.

Eserin hazırlanmasında emeği geçen tüm akademisyenlere, uygulayıcı arkadaşlarıma ve yayına hazırlayan ekibe teşekkür ederim. Eserin doğal ve kültürel kaynakların korunmasında ve sürdürülebilirliklerinin sağlanmasında çaba harcayan kurum kuruluş ve uluslara yararlı olmasını gönülden temenni ederim.

M. Mustafa GÖZÜKARA
Genel Müdür

İçindekiler

YÖNETİCİ ÖZETİ	3
1. GİRİŞ	6
2. TÜRKİYE ÇÖLLEŞME MODELİ KRİTER VE GÖSTERGELERİ	7
2.1 İKLİM KRİTERİ.....	7
2.2 SU KRİTERİ.....	7
2.3 TOPRAK KRİTERİ.....	8
2.4 ARAZİ ÖRTÜSÜ VE ARAZİ KULLANIMI KRİTERİ.....	10
2.5 TOPOGRAFYA VE JEOMORFOLOJİ KRİTERİ.....	10
2.6 SOSYO-EKONOMİ KRİTERİ.....	10
2.7 YÖNETİM KRİTERİ.....	11
3. TÜRKİYE ÇÖLLEŞME MODELİ	12
3.1 GÖSTERGELERİN ÇÖLLEŞME AÇISINDAN AĞIRLIKLANDIRILMASI.....	12
3.2 AĞIRLIKLANDIRMA VE AHP.....	12
3.3 KRİTER İNDİS HARİTALARI VE ÇÖLLEŞME RİSK HARİTASININ ÜRETİLMESİ.....	13
4. TÜRKİYE ÇÖLLEŞME RİSK HARİTASI	14
4.1 TÜRKİYE ÇÖLLEŞME MODELİNİN DOĞRULANMASI VE KALİBRASYONU.....	16
5. SONUÇ	17
6. ANA KAYNAK	18
7. EKLER	19
7.1 İKLİM KRİTERİ SINIF VE AĞIRLIK PUANLARI.....	19
7.2 TOPRAK KRİTERİ SINIF VE AĞIRLIK PUANLARI.....	21
7.3 ARAZİ ÖRTÜSÜ VE ARAZİ KULLANIMI KRİTERİ SINIF VE AĞIRLIK PUANLARI.....	23
7.4 ARAZİ KULLANIM TÜRÜ.....	24
7.5 BAKI DURUMUNA GÖRE YANGIN DURUMU.....	25
7.6 ORMAN YANGIN SINIF VE PUANLARI.....	26
7.7 TOPOGRAFYA VE JEOMORFOLOJİ KRİTERİ SINIF VE AĞIRLIK PUANLARI.....	27
PROJE YÖNETİCİLERİ VE PROJEDE ÇALIŞANLAR	28

Yönetici Özeti

Türkiye Çölleşme Modeli proje raporunun çok kısaltılmış bir teknik özetini içeren bu kitapçık, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK-BİLGEM arasında 15 Kasım 2013 tarihinde imzalanmış olan “Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi (HİDS) Projesi” Ek-A İş Paketi-3 “Türkiye Çölleşme Modeli'nin (TÇM) Oluşturulması” kapsamında yapılmış olan ana proje dokümanına dayanarak hazırlanmıştır.

TÇM 7 kriter, 48 gösterge ve 37 alt göstergeden oluşmaktadır. Kriterler, önem sırasına göre, **iklim, Su, Toprak, Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı, Topoğrafya ve Jeomorfoloji, Sosyo - ekonomi ve Yönetimi** olarak belirlenmiştir.

Çölleşme, fiziksel, biyolojik, politik, sosyal, kültürel ve ekonomik etmenlerin karmaşık etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan bir süreçtir. Her etmenin altında ise çok sayıda alt etmen bulunmaktadır. Çölleşmede hangi etmenin ne kadar etkili olduğunun ölçülmesi zor olmakla birlikte, çölleşme modellemesi için bu etmenlere birer sayısal değer atamak suretiyle bir değerlendirme yapmak mümkün olmaktadır.

Bu kapsamda, ölçme yoluyla belirlenmesi neredeyse olanaksız olan etmenlerin etki derecelerinin belirlenmesinde, öznel bir istatistiksel değerlendirme aracı olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine başvurulmuştur. Proje Uzman grubu değerlendirmesi sonucunda, Türkiye’de çölleşmeye neden olan en önemli 7 kriter, bunların önem sırası ve ağırlıkları belirlenmiştir.

Proje kapsamında üretilen 24 adet gösterge haritasından 4 adet ana kriter indis haritası üretilmiştir. Verisi sağlanan 4 ana kritere; **“iklim, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanım indisleri ile topoğrafya ve jeomorfoloji”** ait indis sonuç haritaları, AHP yaklaşımı kullanılarak hesaplanan indis değerlerine göre hazırlanmıştır. Türkiye Çölleşme Risk haritası, verisi bulunan ana kriter indis haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç çölleşme risk haritasının skor dağılımları incelenerek, sıklık dağılımları hesaplanmış ve sınıf aralıkları belirlenmiştir. Türkiye Çölleşme Riski (TÇR) Haritası ulusal ölçekte belirli istatistiksel hata kaynaklarıyla varolan iklim, toprak, topoğrafya/ jeomorfoloji ve arazi örtüsü veri kümelerine dayanarak AHP yöntemi kullanılarak ortaya konulmuştur. Türkiye Çölleşme Risk Haritası bu şekliyle biyo-jeo-fiziksel niteliktedir.



TÇM'nin ardından 2016-2017 yıllarında gerçekleştirilen Türkiye Çölleşme Modeli Doğrulama ve Kalibrasyon Projesi (TÇM-DKP) arazi çalışmaları kapsamında gözden geçirilerek yeniden düzenlenen TÇR haritasına dayanılarak, 9 sınıfa ayrılarak düzenlenen çölleşme riskinin % dağılımları havzalara göre ayrıntılı bir şekilde belirlenmiştir. Türkiye büyük hidrolojik havzaları dikkate alındığında, Aras, Batı Karadeniz, Konya Kapalı, Marmara ve Meriç-Ergene havzaları dışındaki tüm akarsu havzası alanlarının en az % 15'ine karşılık gelen bölümü **Orta-yüksek çölleşme risk birleşim grubuna** girmektedir. Arazisinin en az % 15'lik bölümünde **Yüksek-düşük düzeyde** çölleşme riskinin etkili olduğu öngörülen havzalar şunlardır: Akarçay, Burdur, Büyük Menderes, Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz, Fırat-Dicle, Konya Kapalı, Kızılırmak, Küçük Menderes, Sakarya ve Seyhan. Yüzde oranları daha düşük olmasına karşın, tüm akarsu havzaları içerisinde arazisinin en az % 5'inde **Yüksek-orta düzeyde** çölleşme riski, sadece Akarçay, Burdur, Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz, Fırat-Dicle, Kızılırmak, Konya Kapalı, Sakarya ve Seyhan havzalarında belirlenmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında ülke topraklarında çölleşme risk grubu dağılımları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

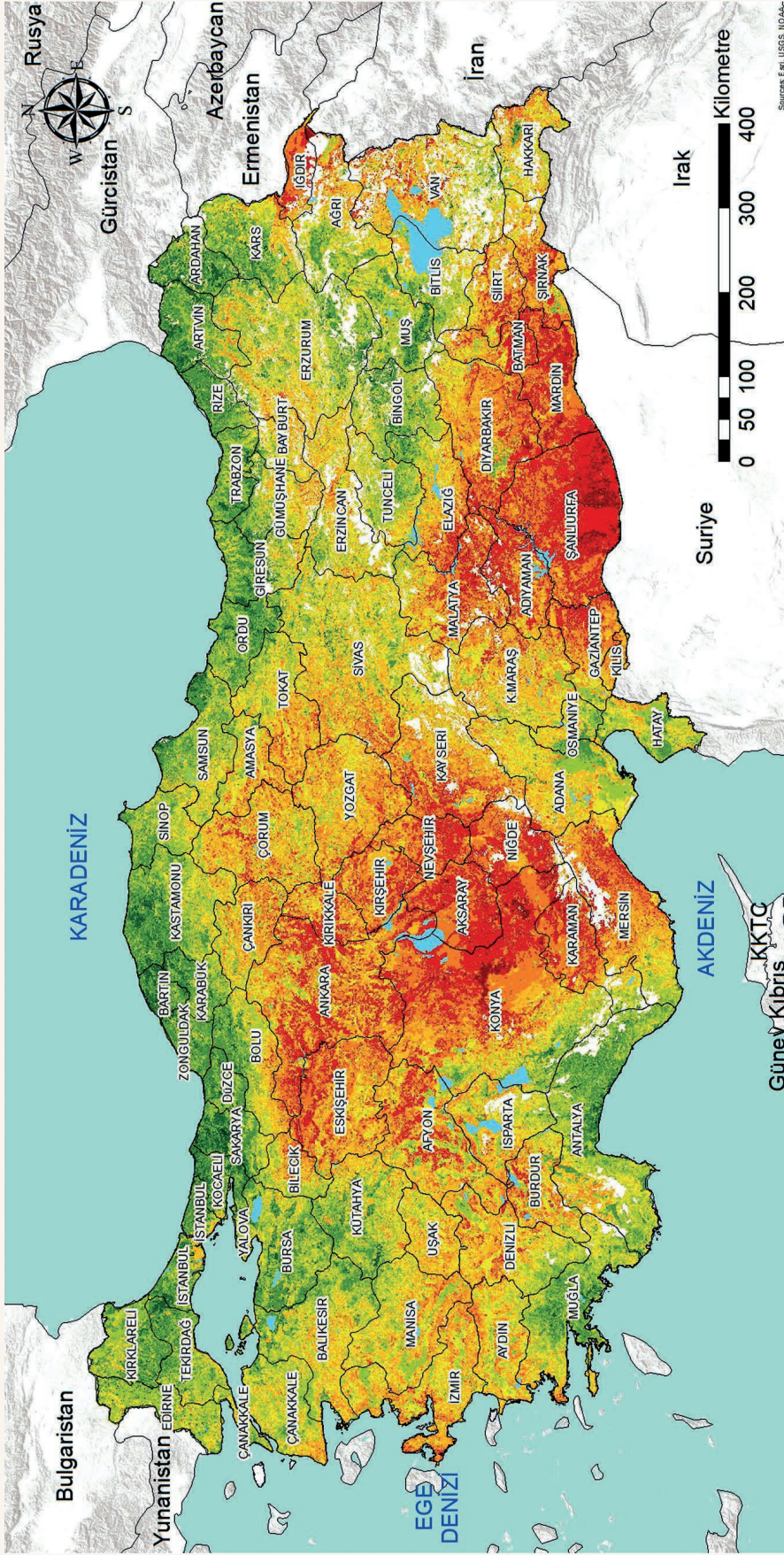
Risk grubu dağılımı (%)			
Yüksek	Orta	Düşük	Diğer Alanlar
25.5	53.2	12.7	8.6

İki yıl süren yoğun çalışma sonucu oluşturulan Türkiye Çölleşme Risk Haritası aşağıda sunulmuştur. Özellikle, haritada koyu sarıdan kırmızı renege kadar olan alanların çölleşme risk değerleri yüksekten çok yükseğe kadar dağılım göstermektedir. Diğer bir anlatımla çölleşmeyle mücadelede öncelikli alanların kırmızı renkle gösterilen alanlardan başlatılması gereği ortaya çıkmaktadır.

TÇR haritasına göre; Türkiye arazisinin % 12.7'si **zayıf**, % 53.2'ü **orta**, % 25.5'i ise **yüksek** çölleşme risk sınıfında yer alır. Türkiye arazisinin % 8.6'sı diğer alanlar sınıfını (1750 m ve üzeri 'Buzul ve Kalıcı Kar', 'Kayalık' ve 'Seyrek Bitki Alanları') oluşturur. Üç farklı Çölleşme Risk Sınıfı (Zayıf-Orta-Yüksek) altında 3 farklı düzeyde (Düşük-Orta-Yüksek) gruplandırılan çölleşme riskinin 9 farklı Sınıf-düzyer kombinasyonu (birleşimi) içerisinde çölleşme açısından hassaslığı ya da etkilenebilirliği en yüksek olanı şüphesiz **Orta-yüksek risk birleşimine** giren alanlardır. **Orta-yüksek risk birleşiminde** yer alan arazi oranı % 23.1'dir. Orta-yüksek risk grubundaki bu arazilerin çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadelede hızlı ve etkin önlemlerin alınmaması durumunda, yakın bir gelecekte **Yüksek çölleşme risk sınıfı** içerisinde kalması kaçınılmazdır. Bu yüzden, günümüzde Türkiye yüzölçümünün yaklaşık yarısının (% 48.6), **Yüksek çölleşme riski altında** olduğu değerlendirilmesi yapılabilir. Aynı bağlamda, çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadelede başarılı adımların (politika, önlem ve uygulamalar) atılması durumundaysa, Türkiye'de **Yüksek-düşük risk grubu birleşiminde** yer alan % 16.5 oranındaki bir alanın çölleşme riskinin **Orta risk sınıfına** düşürülmesi de olanaklıdır.



TÜRKİYE ÇÖLLEŞME RİSK HARİTASI



Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
YÜKSEK	7	1.55 – 1.60	Düşük	16.5
	8	1.61 – 1.67	Orta	8.1
	9	1.68 – 2.00	Yüksek	0.9
TOPLAM				25.5

Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
ORTA	4	1.41 – 1.45	Düşük	17.4
	5	1.46 – 1.48	Orta	12.7
	6	1.49 – 1.54	Yüksek	23.1
TOPLAM				53.2

Risk Sınıfı	Sınıf	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
ZAVIF	1	1.00 – 1.27	Düşük	0.1
	2	1.28 – 1.34	Orta	2.0
	3	1.35 – 1.40	Yüksek	10.6
TOPLAM				12.7

□ Diğer Alanlar %8.6

1. Giriş

Çölleşme, “iklimsel değişiklikler ile fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, ekonomik ve kültürel etmenlerin ve aralarındaki karşılıklı etkileşimlerin sonucunda, özellikle kurak, yarı kurak, kurakça-yarı nemli ve nemlice-yarı nemli alanlar ile kuraklık/nemlilik özellikleri ne olursa olsun Akdeniz iklim bölgelerinde oluşan arazi bozulması ve ekolojik üretkenliğin azalması sürecidir”. Türkiye, fiziki coğrafya özellikleri ve iklimi çok çeşitli ve değişken olan bir Güneydoğu Avrupa ve Doğu Akdeniz ülkesidir. Çölleşme açısından, yalnız iklim ölçütü ya da etmeni dikkate alındığında bile, **Türkiye arazisinin yaklaşık % 45’i çeşitli düzeylerde (orta % 25.3, yüksek % 13.0 çok yüksek % 5.8 ve aşırı yüksek % 0.7) çölleşme süreçlerinden etkilenmektedir.**

Genel olarak “Türkiye Çölleşme Modeli ve Risk Haritası”nın üretilmesini hedeflemiş olan bu proje çalışması, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK-BİLGEM arasında 15 Kasım 2013 tarihinde imzalanmış olan Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi (HİDS) Projesi Ek-A İş Paketi-3 “Türkiye Çölleşme Modeli’nin (TÇM) Oluşturulması” kapsamında yapılmış olan çalışmaları içermektedir.

Proje çalışmaları çerçevesinde gerçekleştirilen “Literatür Araştırması” çalışması, saptanan ve geliştirilen “Türkiye Çölleşme Kriter ve Göstergeleri”, oluşturulan “Türkiye Çölleşme Modeli” ve var olan bilgi ve veri kaynakları kullanılarak üretilen “Türkiye Çölleşme Risk Haritası”, bu proje raporunun ana bölümlerini oluşturmaktadır.

Türkiye Çölleşme Modeli (TÇM) kaynak araştırması çalışmaları kapsamında, yaklaşık 50 farklı model, proje ve program; amaç ve kapsam, metodoloji, hassasiyet, ihtiyaç duyulan temalar, veri ve indikatörler, temsil gücü, ölçek, güncellik, başarı durumu vb. birçok kriter çerçevesinde incelenip değerlendirilmiştir.

12-24 Ekim 2015 tarihleri arasında Türkiye’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler “Çölleşmeyle Mücadele Taraflar Konferansında (COP 12) alınan kararlar çerçevesinde Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD/ LDN) çalışmalarında da önemli katkı sağlaması kaçınılmaz olan “Türkiye Çölleşme Modeli, çölleşme açısından Türkiye sıcak noktalarını belirlemesi ve doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi yönünde önemli katkı sağlayacaktır.



2. Türkiye Çölleşme Modeli Kriter ve Göstergeleri

Öncelikle Türkiye için uygun olan çölleşme kriter ve göstergelerinin tespit edilebilmesi için Dünyada kullanılmakta olan tüm çölleşme kriter ve göstergeleri derlenip gruplandırılarak, seçilen kriter ve göstergeler için bilgi kartları hazırlanmıştır. Türkiye Çölleşme Modeli 7 kriter, 48 gösterge ve 37 alt göstergeden oluşmaktadır (Şekil 1). Aşağıda değerlendirmeye alınan 7 kriterin önemi ve ilgili göstergeleri üzerinde kısa açıklamalar verilmiştir.

2.1 İklim Kriteri

İklim, “belirli bir alandaki hava şartlarının, atmosfer öğelerinin değişkenlikleri ve ortalama değerleri gibi uzun süreli (geleneksel olarak 30 yıl ve daha fazla) istatistikleri ile nitelenen birleşimi” şeklinde tanımlanır. İklimi böyle ele aldığımızda, iklim değişikliği, “iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca veya daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel anlamlı değişimler” şeklinde tanımlanabilir.

İklim değişikliği, doğal iç süreçler ve dış zorlama etmenleri ile atmosferin bileşimindeki ya da arazi kullanımındaki sürekli antropojen (insan kaynaklı) değişiklikler nedeniyle oluşabilir. İnsan kaynaklı iklim değişikliği sonuçları açısından günümüzde insanoğlunun karşı karşıya olduğu en önemli küresel ve bölgesel çevre konularından biridir. Çölleşme ana ölçütlerinden biri olan “İklim” kriterinin çölleşmeden etkilenebilirlik değerlendirmesi kapsamında, 10 başlık altında toplam 19 iklim göstergesi incelenmiştir (Şekil 1).

2.2 Su Kriteri

Su kaynaklarının miktarı ve kalitesi ile çölleşme ve kuraklık arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Su kıtlığı nedeniyle riparian ve sulak alanlardaki yapının bozulması, ya da bu alanların tamamen yok olması ekosistem üzerinde ciddi problemler oluşturmaktadır.

Su kıtlığı ve bunun neden olduğu su kalitesinde düşmeye genelde ekonomik faaliyetlerin yoğun, ancak su kaynaklarının sınırlı olduğu yarı-kurak alanlarda rastlanır ve bu bölgeler çölleşme açısından en riskli bölgelerdir. Su kıtlığı ile arazi bozulması karşılıklı birbirini besleyen süreçlerdir. Su kıtlığı arazi bozulmasına neden olurken, arazi bozulması da tatlı su kaynaklarının zayıflayıp azalmasına, toprak ve su kalitesinin düşmesine, bitki örtüsü ve kalitesinin azalmasına ve artan sel felaketlerine yol açabilmektedir. Su kaynaklarının bozulmasına neden olan süreçler; insan kaynaklı, doğal ya da her ikisinin ortak etkisi şeklinde olabilir. Aridite ve kuraklık su kıtlığına neden olan doğal süreçlerdir. Yeraltı (akifer) ve yüzey sularının aşırı ve bilinçsizce kullanılması ve çeşitli yollarla kirlenmesi ise insan kaynaklı bozulma süreçleridir. Su Kriteri altında su kaynaklarının varlığı, akifer durumu ve etkin su kullanımı göstergeleri yer almaktadır (Şekil 1).

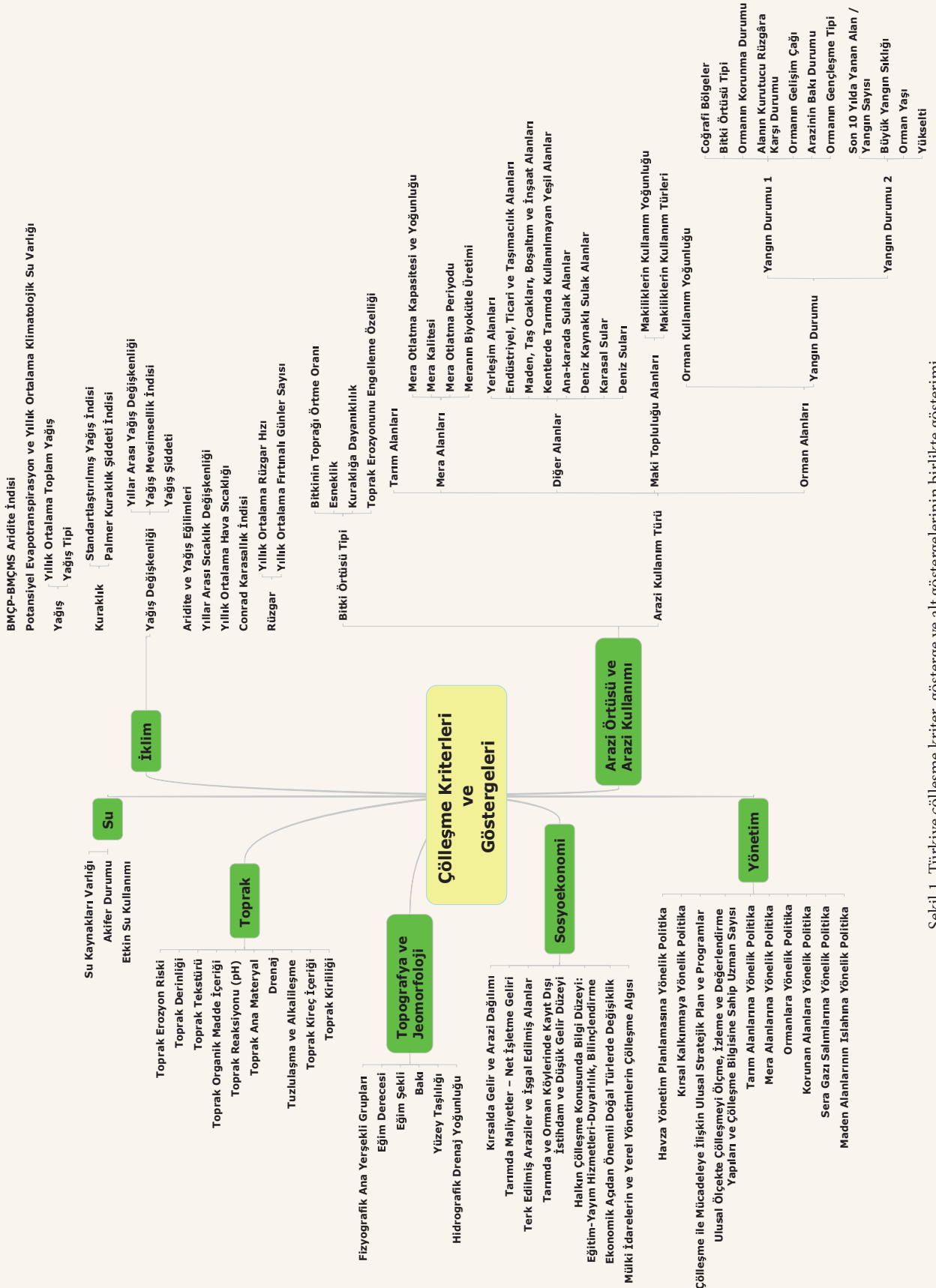


2.3 Toprak Kriteri

Ana kayadan yaşamsal bir döngüye değişim evreninde ve sürecinde, topraklar bulunduğu çevre şartları içerisinde kendilerine özgü karakter kazanırlar ve karasal ekosistemlerin çok önemli vazgeçilmez yapı taşlarından birisidir. Toprak ile olan ilişkisi içerisinde, ekonomik değeri oldukça yüksek birçok ekosistem hizmeti bilimsel olarak tanımlanmaktadır. Toprağın doğal oluşum sürecini değiştirmenin olanaksız olduğu, teknolojik usullerle yapay yollardan üretilmesinin mümkün olmadığı ve kaybedilmesi halinde yerine başka bir kaynağın kullanılma olasılığının olmadığı gayet açıktır. Toprağın önemli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile ilişkili olan fonksiyonlarını yitirmesi, arazi bozulmasının en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Toprak, hava ve su gibi Yerküre'yi saran en önemli doğal kaynaklardan birisidir. Karasal ekosistemde yaşayan mikro-makro, flora-faunaya ait tüm canlılar, besin ihtiyaçlarını doğrudan veya dolaylı olarak topraktan sağlar ve tüm canlılar toprak içerisinde veya üzerinde yaşamlarını sürdürürler. Bu nedenle, tüm canlıların yaşam süreçleri toprak varlığıyla paralellik göstermesi ve bu varlığın ekosistem içerisinde korunması ve devamlılığının sağlanması öncelikle onların karakteristiklerinin belirlenmesi ve bu karakteristiklerine, kapasitelerine ve potansiyellerine yönelik akılcı yönetim planlarının yapılmasına bağlıdır. Aksi durumda, tüm diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi toprakların bu durumları göz önüne alınmaksızın bozulmanın devam etmesi, onların üretkenlik ve verimliliklerinin zayıflaması sonucu ekosistem içerisindeki işlevselliklerini yitirmesi kaçınılmaz olacaktır. Toprak Kriteri altında 10 gösterge seçilmiştir (Şekil 1)





Şekil 1. Türkiye çölleşme kriter, gösterge ve alt göstergelerinin birlikte gösterimi.

2.4 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Kriteri

Arazi örtüsü Yerküre yüzeyinin gözlenebilen biyojeofiziksel örtüsüdür. Bu tanıma su yüzeyleri de dâhildir. Arazi kullanımı ise, insanların belirli bir arazi örtüsü üzerinde üretim yapmak veya farklı amaçlarla kullanmak üzere yaptığı düzenlemeler, tesisler, etkinlikler ve girdilerdir. Arazi örtüsü doğal veya yarı doğal oluşumları, arazi kullanımı ise insan eliyle oluşturulan yapay oluşumları temsil eder. Arazi örtüsü genellikle arazi üzerindeki bitki örtüsüne (vegetasyon) karşılık gelir. Bitki örtüsü arazi bozulumunu engellemede ve/veya yavaşlatmada önemli rol oynayan bir etkidir. Bunların yanında arazi örtüsü, toprak oluşumunu etkileyen temel faktörlerden biridir. İnsanın ve tüm diğer canlıların bitkilere olan bağımlılığı, bitkilerin yetiştiği arazinin insanlar tarafından değişik amaçlar için kullanılmasına ve "Arazi Kullanım Tiplerinin" ortaya çıkmasına yol açmıştır. Çölleşme sürecinde en önemli yedi kriterden biri olarak belirlenen "Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı", arazi bozulumu / çölleşme açısından Bitki Örtüsü Tipi ve Arazi Kullanımı Türleri olmak üzere gösterge ve toplam 28 alt göstergeye ayrılarak incelenmiştir. Bitki örtüsü tipi, arazi bozulumu/ çölleşme sürecine ya doğrudan, ya da dolaylı yollarla etkili olur. Bitki örtüsünün arazi bozulmasını doğrudan etkisi toprak erozyonunu engelleme ya da azaltma şeklinde görülür. Dolaylı etkisi de toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini (toprak nemi, toprak organik maddesi, toprak pH'sı, vb.) iyileştirmesi ve koruması, toprağın verimliliğini ve biyokütle üretim kapasitesini arttırması, biyoçeşitliliği sürdürülebilir kılması ve arttırması, havzanın su ekonomisini düzenlemesi şeklinde gerçekleşir. Bitki örtüsü tipinin, arazi bozulumu/çölleşme sürecine olan doğrudan etkilerinin belirlenebilmesi için, ilk aşamada bitki örtüsü tipleri, Türkiye'de yetişen ve bitki örtüsü bilimi ilkelerine göre ekolojik, fizyolojik, anatomik, yapısal ve floristik özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

2.5 Topografya ve Jeomorfoloji Kriteri

Topografya yeryüzü şekil ve karakteristiklerini tanımlar. Jeomorfoloji ise topografyanın oluşumuna ve evrimine yön veren fiziksel ve kimyasal süreçleri, yani yeryüzü şekillerinin dinamizmini ifade eder. Topografik-jeomorfolojik yapı, arazi bozulumunu / çölleşmeyi önemli derecede etkiler. Bu bağlamda, fizyografik ana yerçekli grupları, hidrografik drenaj

yoğunluğu, eğimin yöneyi (bakışı), eğimin derecesi ve eğimin şekli büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan, topografya, aynı zamanda toprak oluş faktörlerinden biridir ve arazi bozulmasının en ciddi sürecini oluşturan erozyon da topografyanın bir fonksiyonudur.

Topografik ve jeomorfolojik analizler, kurak ve yarıkurak alanların belirlenmesi, hidroklimatoloji, iklim değişikliği ve değişkenliği, toprak erozyonu, kıyı erozyonu, arazi bozulumu ve çölleşme vb. konuların analizi, sonuçların çok disiplinli ve çok sektörlü değerlendirilmesi ve birleşimi ile çölleşmeye neden olan ve çölleşmeden etkilenen tüm fiziksel ve ekolojik etmen, süreç ve düzeneklerin izlenmesi konularında, küresel, bölgesel, ulusal ve alt bölgesel (bölüm, yöre, vb.) ölçeklerde çölleşme çalışmalarına ve kuraklık yönetimi planlarının hazırlanması ve uygulanmasına doğrudan katkı verir. Proje çalışması kapsamında üretilen topografya ve jeomorfoloji kriteri etkilenebilirlik indis haritasının alansal değişkenliği, sayısal yükselti modeli (DEM) verilerinin çözünürlüğünün ve ayrıntısının yüksek olması nedeniyle çok yüksektir. Topografya ve Jeomorfoloji kriterinin çölleşmeden etkilenebilirlik değerlendirmesi kapsamında, bu başlık altında toplam 6 gösterge incelenmiştir.

2.6 Sosyo-Ekonomi Kriteri

Biyojeofiziksel süreçlerin yanı sıra, sosyo-ekonomik etmenler, çölleşmeyle mücadelede karar verme süreçlerinin desteklenmesi ve bilimsel bilginin ilgili tüm kurum ve kullanıcılara aktarılması açısından önemlidir. Özellikle çölleşme açısından, bu iki grup etmenler arasındaki karşılıklı etkileşimler oldukça önemlidir. Örneğin, günümüzde, iklim değişikliği ve arazi kullanımı ve bitki örtüsündeki değişiklikler, tüm sosyo- ekonomik ve ekolojik sistemler ile canlı yaşamı üzerinde önemli olumsuz etkiler yaratan küresel sorunların başında geldiği büyük ölçüde kabul görmektedir. Türkiye Çölleşme Modeli'nde "Sosyo-ekonomi" kriteri altında 7 adet gösterge ele alınmıştır. Bunlar da kendi içerisinde ekonomik ve sosyal olarak sınıflandırılabilir. Ekonomik göstergeler, kırsalda gelir ve arazi dağılımı, tarımda maliyetler ve net işletme geliri, terk edilmiş araziler ve işgal edilmiş alanlar, tarımda ve orman köylerinde kayıt dışı istihdam ve gelir düzeyi ve ekonomik açıdan önemli türlerde değişiklikler. Sosyal olarak konu edilen göstergeler ise, halkın çölleşme konusunda bilgi düzeyi, eğitim ve yayım hizmetleri, duyarlılık ve bilinçlendirme ile mülki İdarelerin ve yerel yönetimlerin çölleşme algısıdır. Bu sosyo - ekonomik göstergelerin biyo-fiziksel olanlar ile birlikte değerlendirilmesi ile çok yönlü ve kapsayıcı bir model amaçlanmıştır.

2.7 Yönetim Kriteri

Çölleşmeyle mücadelede karar destek süreçlerini destekleyecek bütüncül bir arazi yönetiminin geliştirilmesi, kurumsal kapasitelerin varlığı ve yürütülmekte olan politikalar ile belirli ölçülerde bağlantılıdır. Türkiye Çölleşme Modeli'nde "Yönetim" kriteri altında, "Çölleşme ile Mücadeleye İlişkin Ulusal Stratejik Plan ve Programlar" ve "Ulusal Ölçekte Çölleşmeyi Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Yapıları ve Çölleşme Bilgisine Sahip Uzman Sayısı" gösterge olarak ele alınmıştır. Bunların yanında, çölleşme ile ilişkili yürürlükte olan çeşitli politikalar sisteme bir gösterge olarak dâhil edilmiştir. Bu politikalar, havza yönetim planlaması, kırsal kalkınma, tarım, mera, orman, korunan alanlar, sera gazı salınımları ve maden alanlarını doğrudan ilgilendirmektedir. Bu kapsamda,

politik kararların çoklu ekosistem hizmetlerini nasıl etkileyeceğinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, çölleşme ile etkin mücadelede sosyo - ekonomik ve yönetim göstergeleri arasındaki karşılıklı etkileşimler de önem taşımaktadır. Yani, sürdürülebilir arazi kullanım/yönetim veya yönetim planlarına yönelik iyileştirme ve geliştirmelerde sosyal çevre ve politikaların üretimi de unutulmamalıdır. Bu amaca ulaşmak için, çölleşmeden etkilenen alanlarda arazinin üretkenliğini geliştirme, iyileştirme, koruma, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ile birlikte toplumsal yaşam şartlarını iyileştirecek uzun süreli bütüncül politikalar ve stratejiler ivedilikle oluşturulmalı ve var olan arazi yönetim sistemleri iyileştirilmeli, geliştirilmeli ve güçlendirilmelidir.



3. Türkiye Çölleşme Modeli

Çölleşme riskinin hesaplanmasına ilişkin formülün oluşturulması çalışmaları kapsamında; Bir çölleşme göstergesinin, “hangi durumda”, çölleşmeyi “ne kadar” gösterdiğinin ortaya koyulması amacıyla, **çölleşme göstergeleri sınıflara ayrılmıştır.**

- a. Gösterge sınıflarının çölleşmeyi ne kadar etkilediğinin tespit edilmesi amacıyla, her sınıfa puan değeri verilmiştir. Uygulanan puanlama yaklaşımında, **“1 Puan” çölleşmeyi en az etkileme durumu, “2 Puan” çölleşmeyi en fazla etkileme durumunu göstermektedir.**
- b. Bir kriterin ve/veya bir göstergenin çölleşme üzerindeki etkisinin aynı olmadığı değerlendirilerek, tüm gösterge ve kriterler için ağırlık değerleri belirlenmiştir. Kriter ve göstergelerin ağırlıklarının belirlenmesinde, ikili karşılaştırma matrisleri kullanılmıştır.
- c. Göstergelerden kriter ve kriterlerden çölleşme indisi üretiminde dört farklı birleştirme yöntemi dikkate alınmıştır. Bunlar **aritmetik ortalama, geometrik ortalama, analitik hiyerarşi süreci (AHP) ve temel bileşenler çözümlenmesi (PCA) yöntemleridir.** Farklı birleştirme yöntemleri kullanmadaki amaç, üretilen kriter haritalarının çapraz doğrulamasını sağlamaktır. Aritmetik ve geometrik ortalama yöntemlerinde her bir gösterge ve ayrıca göstergeler kümesi (kriter) aynı ağırlığa sahiptir. Bununla birlikte her gösterge çölleşmeyi aynı ölçüde etkilemez. Bu nedenle göstergeleri ağırlıklandırmak gerekir. Bu proje çalışmasında ağırlıklandırma amacı ile AHP yaklaşımı ve PCA dikkate alınmıştır. PCA, göstergeler arasında ilişki olmadığı durumlarda uygulanmadığı için, **projede en uygun yöntemin AHP yöntemi olduğuna karar verilmiştir.**

3.1 Göstergelerin Çölleşme Açısından Ağırlıklandırılması

Göstergelere ait her bir kritere ait sınıf puanları, çölleşme ve arazi bozulması açısından sorun oluşturmama (1.0 puan) ile çölleşme ve arazi bozulması açısından maksimum düzeyde etkileyebilirlik (2.0 puan) arasında derecelendirilmiştir. Sınıf puanının 2.0'a yaklaşması, o konuya ilişkin toprak bozulması ve çölleşme riskinin arttığı anlamına gelmektedir. Her bir ana kriteri temsilen kullanılan göstergeler ve alt göstergeler uluslararası standartlar ve ulusal teknik talimatlar kapsamında ülkesel ihtiyaçlara cevap verebilecek şekilde mevcut verilere uygun normlarda sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda çölleşme kriterleri ve göstergeleri üzerinde yaklaşık olarak 100'e yakın sınıflandırma ve puanlama çalışması konu uzmanları tarafından başarı ile gerçekleştirilmiştir (bkz. EKLER).

3.2 Ağırlıklandırma ve AHP

Çölleşme, fiziksel, biyolojik, politik, sosyal, kültürel ve ekonomik faktörlerin karmaşık etkileşimleri sonucunda ortaya çıkan bir süreçtir. Her faktörün altında da çok sayıda alt faktörler yatmaktadır. Bu denli karmaşık bir etmenler yumağında, çölleşme üzerinde hangi etmenin ne boyutta etkili olduğunun ölçülmesi veya kestirilmesi zor olmakla beraber, çölleşme modellemesi için bu etmenlere rakamsal değer atamak bir zorunluluktur.

Ölçme yoluyla belirlenmesi mümkün olmayan etmenlerin etki derecelerinin belirlenmesinde, subjektif bir istatistiksel değerlendirme aracı olan AHP yöntemine başvurulmuştur. Bu yöntem uzman grubuna danışmak suretiyle etmenlerin önem ve etki derecesine rakamsal değerler atayabilmektedir.

Bu şekilde hem karar verme mekanizmalarına plan, program ve yatırım süreçlerinde yol göstermek hem de Çölleşme Modelinin hazırlanmasına alt yapı oluşturmak mümkün olmuştur.

AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır. Sonuçta önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir. Bir soruna neden olan etmenlerin AHP yöntemiyle karara bağlanması için öncelikle sorun tanımlanır, daha sonra etmenler arası kıyaslama matrisleri oluşturulur ve sonuç olarak etmenlerin yüzde önem dağılımları (ağırlıkları) belirlenir. Belirlenen rakamların geçerli olarak kabul edilmesi için en az % 10 tutarlılık ölçüsünde olması gereklidir. Uzman grubu değerlendirmesi sonucunda Türkiye’de çölleşmeye neden olan en önemli 7 kriter, bunların önem sırası ve ağırlıkları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de çölleşmeye neden olan en önemli 7 kriter, önem sırası ve ağırlıkları

No	Kriter	Ağırlığı (%)
1	İklim	35.6
2	Su	18.4
3	Toprak	17.2
4	Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı	11.6
5	Topoğrafya ve Jeomorfoloji	6.3
6	Sosyo ekonomi	6.2
7	Yönetim	4.7

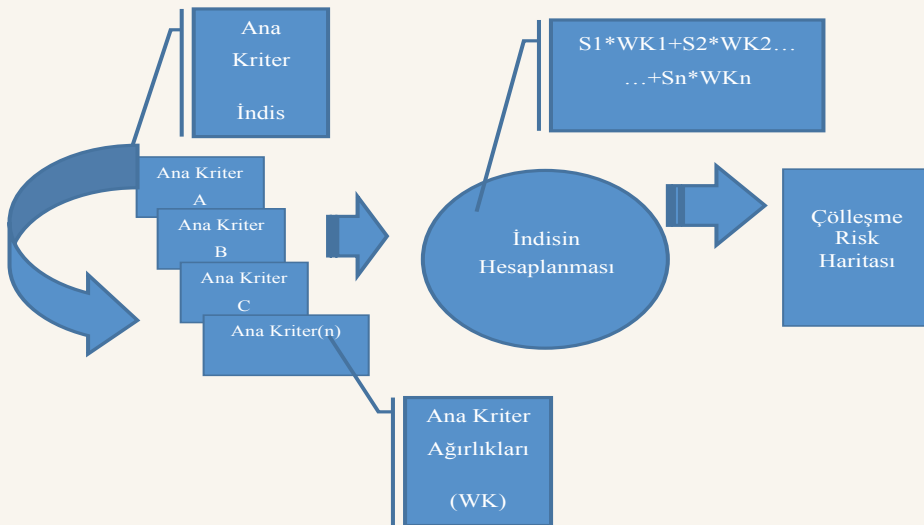
3.3 Kriter İndis Haritaları ve Çölleşme Risk Haritasının Üretilmesi

Proje kapsamında üretilen 24 adet gösterge haritasından 4 adet ana kriter indis haritası üretilmiş; verisi sağlanan 4 ana kritere “iklim, toprak, arazi örtüsü ve arazi kullanım indisleri ile topoğrafya ve jeomorfoloji” alt indis sonuç haritaları ana kriter içindeki her göstergenin diğer göstergeler ile olan mekânsal ilişkisi ve o göstergenin ağırlığı dikkate alınıp analitik hiyerarşi modeli (AHP) kullanılarak hesaplanmıştır.

Türkiye Çölleşme Risk haritası, verisi mevcut ana kriter indis haritaları kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç çölleşme risk haritasının skor dağılımları incelenerek sıklık dağılımları hesaplanmış ve sınıf aralıkları belirlenmiştir (Tablo 2). Şekil 2’de ise sonuç risk haritasını belirleme akış diyagramı bulunmaktadır.

Tablo 2. Çölleşme indisi sınıf aralıkları ve tanımlamaları

Risk Sınıfı	Sınıf	İndis Değerleri	Tanımı
ZAYIF	1	1.0 - 1.27	Düşük
	2	1.28 - 1.34	Orta
	3	1.35 - 1.40	Yüksek
ORTA	4	1.41 - 1.45	Düşük
	5	1.46 - 1.48	Orta
	6	1.49 - 1.54	Yüksek
YÜKSEK	7	1.55 - 1.60	Düşük
	8	1.61 - 1.67	Orta
	9	1.68 - 2.00	Yüksek



Şekil 2. Sonuç risk haritasının akış diyagramı

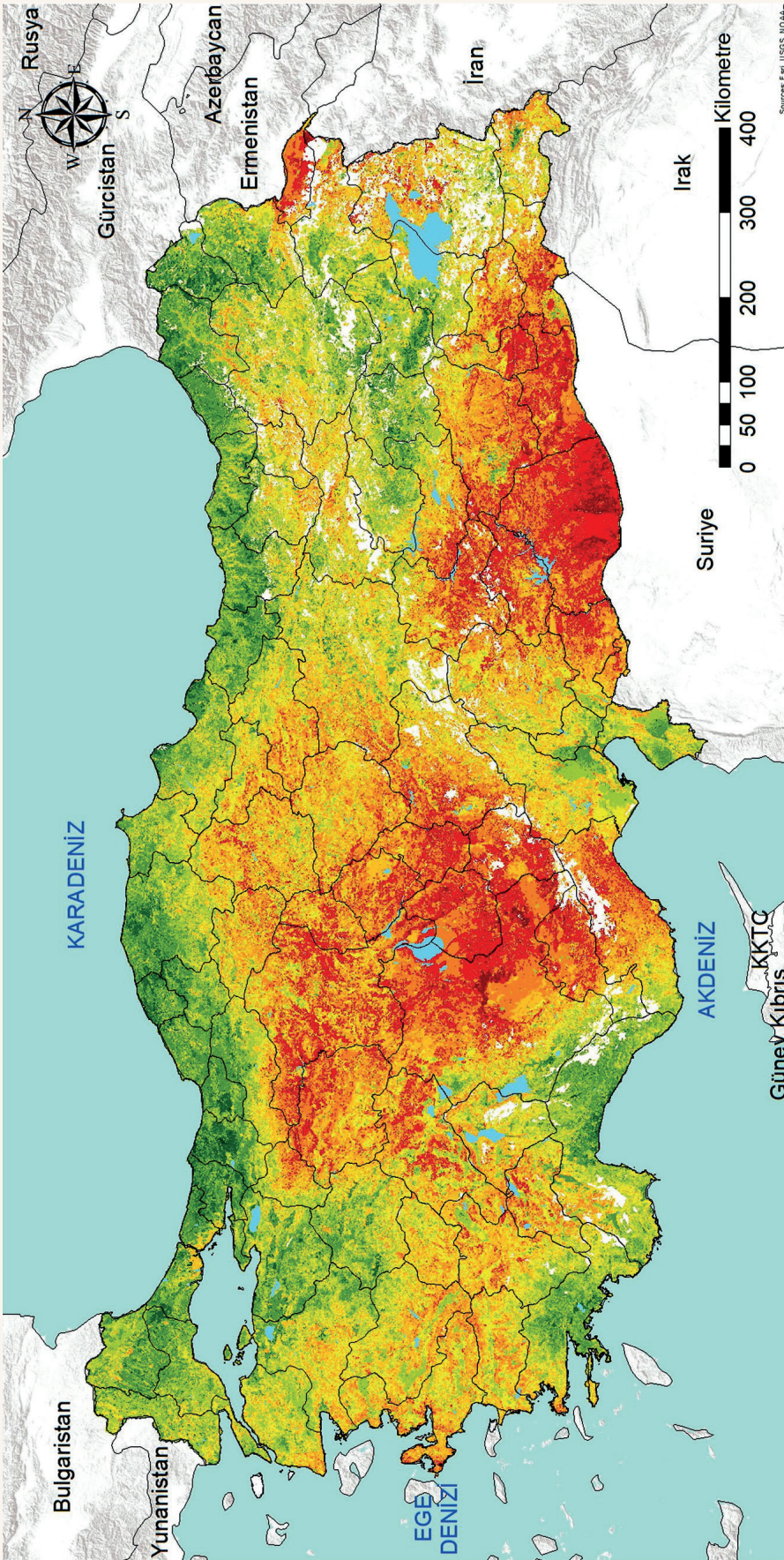
4. Türkiye Çölleşme Risk Haritası

TÇM'nin ardından TÇM-DKP kapsamında 2016-2017 yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında gözden geçirilerek yeniden düzenlenen TÇR haritasında, havzalara göre 9 sınıfta belirlenen çölleşme riskinin % dağılımları Tablo 3'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Türkiye büyük hidrolojik havzaları dikkate alınarak düzenlenen bu tabloya göre, Aras, Batı Karadeniz, Konya Kapalı, Marmara ve Meriç-Ergene havzaları dışındaki tüm akarsu havzası alanlarının en az % 15'ine karşılık gelen bölümü **Orta-yüksek çölleşme risk birleşim grubuna** girmektedir. Arazisinin en az % 15'lik bölümünde **Yüksek-düşük düzeyde** çölleşme riskinin etkili olduğu öngörülen havzalar şunlardır: Akarçay, Burdur, Büyük Menderes, Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz, Fırat-Dicle, Konya Kapalı, Kızılırmak, Küçük Menderes, Sakarya ve Seyhan. Yüzde oranları daha düşük olmasına karşın, tüm akarsu havzaları içerisinde arazisinin en az % 5'inde **Yüksek-orta düzeyde** çölleşme riski, sadece Akarçay, Burdur, Doğu Akdeniz, Doğu Karadeniz, Fırat-Dicle, Kızılırmak, Konya Kapalı, Sakarya ve Seyhan havzalarında belirlenmiştir.

TÇR haritasına göre; Türkiye arazisinin % 12.7'si **zayıf**, % 53.2'ü **orta**, % 25.5'i ise **yüksek** çölleşme risk sınıfında yer alır. Türkiye arazisinin % 8.6'sı diğer alanlar sınıfını (1750 m ve üzeri 'Buzul ve Kalıcı Kar', 'Kayalık' ve 'Seyrek Bitki Alanları') oluşturur. Üç farklı Çölleşme Risk Sınıfı (Zayıf-Orta-Yüksek) altında 3 farklı düzeyde (Düşük-Orta-Yüksek) gruplandırılan çölleşme riskinin 9 farklı Sınıf-düzye kombinasyonu (birleşimi) içerisinde çölleşme açısından hassaslığı ya da etkilenebilirliği en yüksek olanı şüphesiz **Orta-yüksek risk birleşimine** giren alanlardır. **Orta-yüksek risk birleşiminde** yer alan arazi oranı % 23.1'dir. Orta-yüksek risk grubundaki bu arazilerin çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadelede hızlı ve etkin önlemlerin alınmaması durumunda, yakın bir gelecekte **Yüksek çölleşme risk sınıfı** içerisinde kalması kaçınılmazdır. Bu yüzden, günümüzde Türkiye yüzölçümünün yaklaşık yarısının (% 48.6'sı: mevcut durum % 25.5 + potansiyel % 23.1), **Yüksek çölleşme riski** altında olduğu değerlendirilmesi yapılabilir.

Tablo 3. Havzalara göre çölleşme riskinin % dağılımları

Havza İsmi	Diğer Alanlar	ZAYIF			ORTA			YÜKSEK		
		Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
		Akarçay	0.06	0.00	0.01	0.03	0.15	0.15	0.25	0.23
Antalya	0.11	0.00	0.03	0.22	0.27	0.14	0.16	0.06	0.01	0.00
Aras	0.18	0.00	0.05	0.20	0.24	0.10	0.10	0.09	0.04	0.01
Asi	0.01	0.00	0.00	0.15	0.33	0.17	0.25	0.07	0.00	0.00
Batı Akdeniz	0.08	0.00	0.02	0.15	0.32	0.19	0.17	0.06	0.00	0.00
Batı Karadeniz	0.00	0.00	0.11	0.43	0.30	0.08	0.06	0.01	0.00	0.00
Burdur	0.07	0.00	0.00	0.01	0.09	0.13	0.37	0.25	0.07	0.00
Büyük Menderes	0.01	0.00	0.00	0.04	0.18	0.23	0.37	0.15	0.02	0.00
Ceyhan	0.09	0.00	0.00	0.06	0.18	0.18	0.35	0.12	0.02	0.00
Çoruh	0.17	0.00	0.04	0.20	0.24	0.13	0.17	0.05	0.00	0.00
Doğu Akdeniz	0.15	0.00	0.00	0.03	0.13	0.11	0.26	0.23	0.08	0.00
Doğu Karadeniz	0.06	0.00	0.01	0.03	0.15	0.15	0.25	0.23	0.12	0.00
Fırat - Dicle	0.15	0.00	0.01	0.05	0.12	0.11	0.21	0.20	0.14	0.02
Gediz	0.01	0.00	0.00	0.02	0.21	0.22	0.40	0.13	0.01	0.00
Kızılırmak	0.02	0.00	0.00	0.04	0.12	0.12	0.32	0.26	0.11	0.00
Konya Kapalı	0.08	0.00	0.00	0.02	0.05	0.04	0.13	0.36	0.28	0.04
Kuzey Ege	0.01	0.00	0.00	0.04	0.24	0.22	0.36	0.12	0.01	0.00
Küçük Menderes	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.17	0.43	0.22	0.04	0.00
Marmara	0.02	0.00	0.07	0.27	0.35	0.14	0.12	0.01	0.00	0.00
Meriç - Ergene	0.01	0.01	0.05	0.29	0.43	0.12	0.07	0.01	0.00	0.00
Sakarya	0.01	0.00	0.02	0.05	0.10	0.11	0.30	0.28	0.12	0.01
Seyhan	0.14	0.00	0.00	0.02	0.09	0.18	0.36	0.16	0.05	0.00
Susurluk	0.02	0.00	0.03	0.26	0.35	0.16	0.16	0.02	0.00	0.00
Van Gölü	0.47	0.00	0.00	0.03	0.07	0.07	0.21	0.10	0.04	0.00
Yeşilirmak	0.04	0.00	0.01	0.08	0.20	0.20	0.33	0.12	0.02	0.00



Sources: E. et al., USGS, NOAA

Risk Sınıfı	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
YÜKSEK	7	Düşük	16.5
	8	Orta	8.1
	9	Yüksek	0.9
TOPLAM			25.5

Risk Sınıfı	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
ORTA	4	Düşük	17.4
	5	Orta	12.7
	6	Yüksek	23.1
TOPLAM			53.2

Risk Sınıfı	Sınıf Aralığı	Tanımlı	%
ZAYIF	1	Düşük	0.1
	2	Orta	2.0
	3	Yüksek	10.6
TOPLAM			12.7

Diğer Alanlar %8.6

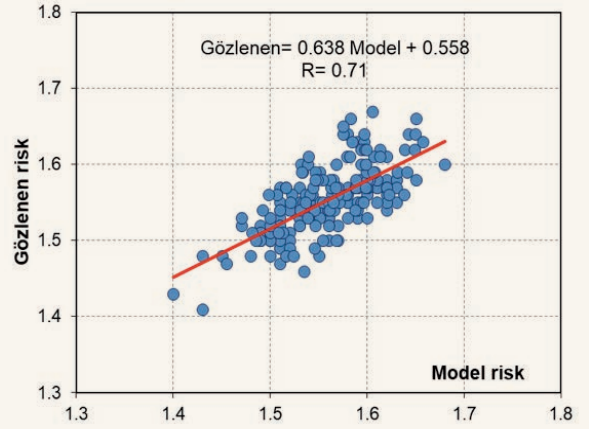
Şekil 3. Türkiye Çölleşme Risk Haritası

Bu çerçevede, çölleşme ve arazi bozulumuyla mücadelede başarılı adımların (politika, önlem ve uygulamalar) atılması durumundaysa, Türkiye’de **Yüksek-düşük risk grubu birleşiminde** yer alan % 16.5 oranındaki bir alanın çölleşme riskinin **Orta risk sınıfına** düşürülmesi de olanaklıdır. Türkiye’de karşılaştırmalı olarak çölleşme riskine görece daha düşük düzeylerde maruz kalan havzalar ise, nemli-ılıman Karadeniz ikliminin egemen olduğu Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Doğu Marmara-Doğu Susurluk ile nemli Akdeniz ikliminin egemen olduğu Antalya ve Batı Akdeniz havzalarıdır. Çoruh Havzası’nın kuzeyi de eklenebilir.

Model yapısında yer alan su, sosyo - ekonomik ve yönetim kriterleri ve göstergeleri veri kümelerinin hazırlanmasından sonra, TÇM tam olarak işletilebilecek ve Türkiye Çölleşme Risk Haritası, biyo- jeofiziksel kriter ve göstergeler ile birlikte sosyo-ekonomik olanları da hazırlanan AHP çerçevesinde (bu üç göstergenin AHP altyapısı hazır) yansıtılabilecektir.

4.1 Türkiye Çölleşme Modelinin Doğrulanması ve Kalibrasyonu

Türkiye çölleşme modelinin doğrulanması ve kalibrasyonu kapsamında havza bazında saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda birçok noktada saha gözlemleri yapılmış ve proje danışman/ uzmanlarınca arazinin çölleşme risk değeri ile modelin risk değeri karşılaştırılarak Türkiye Çölleşme Modelinin doğrulanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, en basit jeo-istatistiksel benzetim yöntemlerinden biri olan “**Ardışık Normal Benzetim**” (ANB) tekniği kullanılarak çölleşme modelinin her piksel bazında iç tutarlılığı incelenmiş, tutarlılığa sahip olmayan pikseller, olası gözlem noktaları olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Model ve gözlenen riskler arasındaki ilişkinin doğrusal regresyon modeliyle gösterimi

Yöntem, doğrulama havzasını temsil edecek sayı ve kalitede veri çekilmesine dayandırılmıştır. Her bir piksel bazında yapılan benzetmeler sonucunda, tutarsız noktalar elde edilmiş ve bu noktaların çölleşme riski arazide gözlemlenerek değerlendirilmiştir.

Türkiye çölleşme modelinin doğrulanması ve kalibrasyonu çalışmaları Gediz Havzası, Konya Kapalı Havzası, Doğu Akdeniz Havzası, Yeşilirmak Havzası ve Fırat-Dicle Havzasında başarı ile tamamlanmıştır. Şekil 4’te Konya Kapalı Havzası Aksaray Pilot Sahası model ve gözlenen risklerin doğrusal regresyon sonuçlarının grafiği verilmiştir. Benzer çalışmaların diğer havzalarda belirlenecek pilot sahalarda yürütülmesi de planlanmaktadır.

Tamamlanan 5 pilot saha çalışması sonunda yapılan değerlendirmelerde, Çölleşme Modeli ve Risk Haritasının % 90 güven aralığı içinde mikrohavzalar bazında % 84 tutarlı sonuç verdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak; oluşturulan Türkiye Çölleşme Risk Haritası’na göre, çölleşme bakımından Türkiye arazilerinin %12.7’si zayıf, %53.2’si orta ve %25.5’i yüksek risk grubunda yer almaktadır.

5. Sonuç

Proje kapsamında;

- ✓ Türkiye'ye özgü, coğrafi tabanlı, iklim, su, toprak, arazi örtüsü ve kullanımı, topografya ve jeomorfoloji ve insan kaynaklı (sosyo-ekonomi ve yönetim) süreçlerin arazi bozulumu ve çölleşme üzerine interaktif etkileri dinamik bir yapıda matematiksel olarak tanımlayan Türkiye Çölleşme Modeli geliştirilmiştir.
- ✓ Modelden gidilerek Türkiye Çölleşme Risk Haritası oluşturulmuştur.
- ✓ Model farklı ölçeklerde arazi bozulumu ve çölleşme riskinin belirli zaman aralıklarıyla izlenmesine ve değerlendirilmesine imkan vermektedir.
- ✓ Modelin validasyon ve kalibrasyon çalışması beş farklı ekolojik zonda yapılmıştır.

2018 yılında Türkiye'nin farklı ekolojik biyocoğrafya özelliği gösteren iki farklı iklim bölgesinde daha TÇM doğrulama ve kalibrasyon çalışması yapıldıktan sonra, TÇM-DK raporu yayınlanacaktır.

Modelin geliştirilmesi ve etkin kullanımının sağlanması bağlamında;

- ✓ Model çıktıları mevcut durum itibarıyla, farklı kurumlara dağılmış oldukça kısıtlı veri tabanından yararlanılarak üretildiğinden, güvenilir ve uyumlu veri tabanının gelişmesi, çeşitlenmesi ve yaygınlaşması gerekmektedir.
- ✓ Hazırlanan model bütüncül ve disiplinler arası bir yaklaşımla hazırlanmış ve bu nitelikle yönetilmelidir.
- ✓ Çölleşme riski yüksek alanlar için ilgili kurum/kuruluşlar tarafından yönetim stratejileri ve yatırım öncelikleri geliştirilmelidir.
- ✓ Ulusal ölçekte referans alanları seçilerek sürekli ölçüm ve izleme sağlanmalıdır.
- ✓ Arazi bozulumu ve çölleşme risk haritaları belirli periyotlarla (en azından 5 yılda bir) güncellenmelidir.



6. Ana Kaynak

TÜBİTAK BİLGEM-YTE. 2015 Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi (HIDS): Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi'nin Geliştirilmesi Projesi, Türkiye Çölleşme Modeli Raporu.

Proje Kodu: G555000, Revizyon No: 1.0.1363.0, Sürüm Tarihi: 31.03.2015. TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM), Yazılım Teknolojileri Enstitüsü (YTE), Ankara.



7. Ekler

7.1 İklim Kriteri Sınıf ve Ağırlık Puanları

Tablo 1. Türkiye’de çölleşmeye neden olan en önemli 7 kriter, önem sırası ve ağırlıkları

Sınıf	Yağış Tutarı (mm)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	900 < P	Çok fazla yağışlı	1.3
2	700 – 899	Çok yağışlı	1.4
3	500 – 699	Orta yağışlı	1.5
4	400 – 499	Az yağışlı	1.7
5	P < 399	Çok az yağışlı	2.0

Tablo 2. Yağış tipi sınıf ve puanları

Sınıf	Yağış Tipi	Sınıf Açıklaması	Puan
1	Çisenti	Etkisi yok	1.0
2	Kar	Hafif etkili	1.2
3	Yağmur	Orta etkili	1.5
4	Dolu	Kuvvetli	1.8
5	Sağanak ve gök gürültülü sağanaklar	Şiddetli	2.0

Tablo 3. Yıllararası yağış değişkenliği sınıf ve puanları

Sınıf	DK (%)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	DK < 16.9	Değişkenlik (kuraklık olasılığı) çok düşük	1.0
2	17 – 19.9	Değişkenlik düşük	1.2
3	20 – 22.9	Değişkenlik orta düzeyde	1.5
4	23 – 25.9	Değişkenlik yüksek	1.7
5	26 < DK	Değişkenlik (kuraklık olasılığı) çok yüksek	2.0

Tablo 4. Mevsimsellik indisi sınıf ve puanları

Sınıf	Mi	Sınıf Açıklaması	Puan
1	Mi < 0.19	Her mevsim yağışlı	1.0
2	0.20 - 0.39	Daha yağışlı bir mevsimi olan, her mevsim yağışlı	1.2
3	0.40 - 0.59	Kısa bir yağışsız mevsimi olan, görece mevsimsel	1.4
4	0.60 - 0.79	Mevsimsel yağışlı	1.5
5	0.80 - 0.99	Uzun bir kuru mevsimi olan, belirgin mevsimsel	1.6
6	1.00 - 1.19	Yağış çoğunluğunun 3 ayda gerçekleştiği, belirgin mevsimsel	1.8
7	1.20 < Mi	Yağışın hemen tümünün 2-1 ayda gerçekleştiği, aşırı mevsimsel	2.0

Tablo 5. Yağış şiddeti sınıf ve puanları

Sınıf	Yağış Şiddeti Değerleri (mm/saat)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	< 2.5	Hafif	1.0
2	2.5 – 10	Orta	1.5
3	10 – 50	Kuvvetli	1.8
4	> 50	Aşırı	2.0

Tablo 6. Hava sıcaklığı sınıf ve puanları

Sınıf	S (°C)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	S < 11.9	Çok Soğuk (PET ve tuzlanma olasılığı çok düşük)	1.0
2	12.0 – 14.9	Soğuk	1.2
3	15.0 – 17.9	İlman	1.5
4	18.0 – 20.9	Sıcak (PET ve tuzlanma olasılığı yüksek)	1.7
5	21.0 < S	Çok Sıcak (PET ve tuzlanma olasılığı çok yüksek)	2.0

Tablo 7. Yıllar arası sıcaklık değişkenliği sınıf ve puanları

Sınıf	Yıllar Arası Sıcaklık Değişkenliği değerleri	Sınıf Açıklaması	Puan
1	< 5	Değişkenlik çok düşük	1.0
2	5 – 10	Değişkenlik düşük	1.2
3	10 – 15	Değişkenlik orta düzeyde	1.5
4	15 – 20	Değişkenlik yüksek	1.8
5	> 20	Değişkenlik çok yüksek	2.0

Tablo 8. Yıllık ortalama klimatolojik su varlığı sınıf ve puanları

Sınıf	Sv (mm)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	Sv > 0	Yıllık su açığı yok	1.0
2	0 – -199	Yıllık su açığı zayıf	1.2
3	-200 – -299	Yıllık su açığı orta	1.5
4	-300 – -399	Yıllık su açığı yüksek	1.7
5	-400 < Sv	Yıllık su açığı çok yüksek	2.0

Tablo 9. Standartlaştırılmış Yağış İndisi'nin (SPI) normalin altındaki tüm kuraklık sınıflarının birleştirilmesi yoluyla elde edilen Türkiye'nin 6 aylık zaman ölçeğindeki "normalin altında tam kurak olma olasılıklarının", çölleşme etkilenebilirlik değerlemesi açısından sınıflandırılması ve göreceli puanlaması

Sınıf	SPI Değerleri	Sınıf Açıklaması	Puan
1	< 12	En düşük	1.0
2	12 – 14	Düşük	1.3
3	14 – 16	Orta	1.5
4	16 – 18	Yüksek	1.8
5	> 18	En yüksek	2.0

Tablo 10. Palmer kuraklık şiddet indisi sınıf ve puanları

Sınıf	PDSI Yağış (Kuraklık/ Nemlilik) (X) İndisi	Sınıf Açıklaması	Puan
1	0.49 – -0.49	Normal	1.0
2	-0.50 – -0.99	Başlangı çevresindeki kuraklık (kurak dönem)	1.2
3	-1.00 – -1.99	Biraz (Hafi) kurak	1.5
4	-2.00 – -2.99	Orta kurak	1.7
5	-3.00 ve altı	Şiddetli kurak ve aşırı kurak	2.0

Tablo 11. Aridite indisi sınıf ve puanları

Sınıf	Aİ değerleri	Sınıf Açıklaması	Puan
1	2 ve üzeri	Aşırı nemli	1.0
2	1.0 – 1.99	Nemli/çok nemli	1.2
3	0.65 – 0.99	Yarı nemli	1.5
4	0.50 – 0.64	Kurakça-yarı nemli	1.7
5	0.49 ve altı	Kurak ve Yarı kurak	2.0

Tablo 12. Aridite ve yağış eğilimleri sınıf ve puanları

Sınıf	Sınıf u(t) ya da u(rs) değerleri	Sınıf Açıklaması	Puan
1	2.580 ve üzeri	% 1 anlamlılık düzeyinde artış eğilimi	1.0
2	1.960 – 2.579	% 5 anlamlılık düzeyinde artış eğilimi	1.2
3	1.959 – -1.959	Eğilime karşı rasgele (anlamli değil)	1.5
4	-1.960 – -2.579	% 5 anlamlılık düzeyinde azalış (kuraklaşma) eğilimi	1.7
5	-2.580 ve altı	% 1 anlamlılık düzeyinde azalış (kuraklaşma) eğilimi	2.0

Tablo 13. Karasallık indisi sınıf ve puanları

Sınıf	Kİ değerleri	Sınıf Açıklaması	Puan
1	2.49 ve altı	Denizel ya da okyanusal	1.0
2	2.50 – 3.49	Denizle yakın karasala geçiş	1.2
3	3.50 – 4.49	Orta karasal	1.6
4	4.50 – 5.49	Kuvvetli karasal	1.8
5	5.50 ve üzeri	Şiddetli karasal	2.0

Tablo 14. Rüzgâr hızı sınıf ve puanları

Sınıf	Rüzgâr Hızı (m/s)	Sınıf Açıklaması	Puan
1	< 1.5	En hafif	1.0
2	1.5 – 2.0	Hafif	1.2
3	2.0 – 2.7	Orta	1.5
4	2.7 – 3.5	Kuvvetli	1.8
5	> 3.5	En kuvvetli	2.0

Tablo 15. Fırtınalı günler sayısı sınıf ve puanları

Sınıf	Fırtınalı Gün Sayısı	Sınıf Açıklaması	Puan
1	< 6	En düşük	1.0
2	6 - 14	Düşük	1.2
3	14 - 25	Orta	1.5
4	25 - 45	Yüksek	1.8
5	> 45	En yüksek	2.0

7.2 Toprak Kriteri Sınıf ve Ağırlık Puanları

Tablo 16. Toprak derinliği

Sınıf (cm)	Açıklama	Puan
>120	Çok derin	1.0
90-120	Derin	1.2 *
50-90	Orta derin	1.5
20-50	Sığ	1.7
< 20	Çok sığ	2.0

* 1. Halihazırda kullanılacak toprak veri tabanında 90-120 cm sınıf aralığı olmadığından, +90 cm sınıf aralığı için alüvial topraklarda 1.0, diğer topraklarda 1.2 puanlama değeri verilecektir.

2. Kumul çökelleri, volkanik kaynaklı kum boyutundaki malzeme birikintileri ve akarsuların biriktirdiği gevşek malzeme depoları için derinlik ne olursa olsun, toprak derinliği puan değeri olarak 2.0 verilecektir.

Tablo 17. Sıkışma sorunu olmadığı durumda toprak tekstürü puanlama

Sınıf	Açıklama	Puan
1	tın (L)	1.0
2	kumlu killi tın (SCL), siltli killi tın (SiCL), killi tın (CL)	1.2
3	kumlu tın (SL), siltli tın (SiL), tınlı kum (LS)	1.5
4	kumlu kil (SC), siltli kil (SiC), kil (C)*	1.7
5	kum (S), silt (Si)	2.0

Tablo 18. Tekstür “uyumlaştırma” sınıfı

Sınıf	Açıklama	Puan
Orta	killi tın,siltli killi tın,kumlu killi tın,tın,siltli tın,silt,kumlu tın	1.2
İnce	kil,siltli kil,kumlu kil	1.5
Kalın	kum,tınlı kum	1.8
* Sıkışma düzeyi penetrasyon direnci üzerinden aşağıdaki gibidir.		
Penetrasyon ölçüm noktalarının yüzdesi (Cone İndeks değeri >300 psi veya >2 MPa)		Sıkışma düzeyi
<30		Yok veya çok düşük
30-50		Düşük
50-75		Orta
>75		Yüksek

Tablo 19. Sıkışma sorunu olması durumunda toprak tekstürü

Tekstür	Hacim ağırlığı, g cm-3	Sıkışma düzeyi*	Puan
Kumlu (Kaba)	<1.60	Yok veya çok düşük	1.4
	1.60-1.69	Düşük	1.6
	1.70-1.79	Orta	1.8
	>1.80	Yüksek	2.0
Tınlı (Orta)	<1.40	Yok veya çok düşük	1.0
	1.41-1.50	Düşük	1.2
	1.51-1.64	Orta	1.5
	>1.65	Yüksek	1.8
Killi (İnce)	<1.10	Yok veya çok düşük	1.3
	1.11-1.25	Düşük	1.5
	1.26-1.46	Orta	1.8
	>1.47	Yüksek	2.0

Tablo 20. Organik madde

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Puan
> 4	Çok yüksek	1.0
3-4	Yüksek	1.2
2-3	Orta	1.4
1-2	Düşük	1.6
0.5-1	Çok düşük	1.8
< 0.5	Aşırı düşük	2.0

Tablo 21. Toprak erozyonu

1	" "	Yok	1.0
2	1,R1	Hafif	1.3
3	2,R2	Orta	1.5
4	3,R3	Şiddetli	1.8
5	4	Çok şiddetli	2.0

Tablo 22. Toprak reaksiyonu (pH)

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Puan
< 4.5	Aşırı asit	2.0
4.5-5.0	Çok kuvvetli asit	1.8
5.1-5.5	Kuvvetli asit	1.6
5.6-6.0	Orta asit	1.4
6.1-6.5	Hafif asit	1.2
6.6-7.3	Nötr	1.0
7.4-7.8	Hafif Bazik	1.2
7.9-8.4	Orta Bazik	1.5
8.5-9.0	Kuvvetli Bazik	1.8
>9.0	Çok kuvvetli Bazik	2.0

Tablo 23. Toprak ana materyal

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Puan
1	Genç alüvyon, bataklık, alüvyon (birikinti) yelpazesi,	1.2
2	Bazik ve ulutrabazik magmatik sokulum ve püskürükler, melanj, ofiyolitik ve serpantin, şeyl, vb. kayalar ile şist, fillit, vb. başkalaşım kayaları	1.4
3	Kıyı (Kıyı kuşağı) kumulları, Yamaç molozu (döküntüsü), birinti konisi, moren, eski alüvyon (taraça, yelpaze), kil, kumtaşı, konglomera, traverten, kireç taşı, dolomit, mermer	1.6
4	Asit ve ortaç magmatik sokulum ve püskürük kayalar, çört ve gnays	1.8
5	Kara (Karasal iç bölge) kumulları, her türlü volkanik küller, aglomera, piroklastik kayaç ve tüfler ile marn, jips ve diğer evaporitler	2.0

Tablo 24. Toprak kireç içeriği

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Puan
0-2	Kireçsiz ve Çok az kireçli	1.4
2-4	Az kireçli	1.2
4-8	Orta kireçli	1.0
8-15	Kireçli	1.3
15-30	Çok kireçli	1.5
30-50	Aşırı kireçli	1.8
>50	Kireç toprağı	2.0

Tablo 25. Drenaj

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Puan
1	İyi drenaj	1.0
2	Orta drenaj	1.3
3	Aşırı drenaj	1.5
4	Yetersiz drenaj	1.7
5	Fena drenaj	2.0

Tablo 26. Toprak kirliliği

Sınıf	Toprakta kirlilik düzeyi	Sınıf Açıklaması	Puan
1	Yok	Kirlilik yok	1.0
2	Hafif kirli	< mevzuatta belirtilen sınır değer x 0.5	1.2
3	Orta kirli	mevzuatta belirtilen sınır değer x 0.5 - mevzuatta belirtilen sınır değer	1.4
4	Kirli	mevzuatta belirtilen sınır değer - mevzuatta belirtilen sınır değer x 1.5	1.6
5	Çok kirli	mevzuatta belirtilen sınır değer x 1.5 - mevzuatta belirtilen sınır değer x 2.0	1.8
6	Aşırı kirli	> mevzuatta belirtilen sınır değer x 2.0	2.0

7.3 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Kriteri Sınıf ve Ağırlık Puanları

Tablo 27. Toprak erozyonunu engelleme özelliği sınıf ve puanları

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Bitki Örtüsü Tipi	Puan
1	Çok yüksek	Kozalaklı (ibrelili) Ormanlar, Karışık Ormanlar (geniş + ibrelili), Çayırlar, Maki bitki örtüsü kuşağı arazilerindeki çalı ve ağaççıklar (fundalıklar dahil).	1.0
2	Yüksek	Geniş Yapraklı Ormanlar, Sulu Tarım Alanları (Çeltik tarlaları dahil), örtü altı tarım alanları, Çay bahçeleri, Fındık bahçeleri	1.3
3	Orta	Maki formasyonu dışındaki çalı ve ağaççıklar (Karaçalı, Badem, Meşelik, Alıç, Ahlat, Berberis vb. türler; Garig bitki topluluğu), Orman İçi Mera ve Otlaklar (Orman kenarı otlaklar dahil), Sub-Alpin ve Alpin (orman üstü sınırı) bitki örtüsü, Step (Bozkır) (yüksek dağ stepleri, alçak + ortazon stepleri, tuzcul stepler), Dikili Tarım Alanları (Bağlar, meyve bahçeleri, zeytinlik, çay, Antep fıstığı...)	1.5
4	Zayıf	Karışık tarım alanları (Daimi ürün + yıllık ürün), Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan ama temelde tarım alanına çevrilmiş alanlar, Kuru Tarım Alanları	1.7
5	Çok zayıf	Plaj + Kum Tepeciği + Kumullar, Çıplak Alanlar, Kayalık Yüzeyler, Yanmış Alanlar, Kumul depositleri, volkanik kaynaklı kum boyutundaki malzeme birikintileri ve akarsuların biriktirdiği gevşek malzeme depoları	2.0

Tablo 28. Kuraklığa dayanıklılık sınıf ve puanları

1	Yüksek	Step (Bozkır) (yüksek dağ stepleri, alçak + ortazon stepleri, tuzcul stepler), Garig bitki topluluğu (Frigana)	1.0
2	Orta	Maki bitki örtüsü kuşağı arazilerindeki çalı ve ağaççıklar; fundalıklar dahil, Maki topluluğu dışındaki çalı ve ağaççıklar (Karaçalı, Badem, Meşelik, Alıç, Ahlat, Berberis, Ardıç vb. türler), Çok yıllık otsu bitkiler, yıllık bitkiler, Karışık tarım alanları (Daimi ürün + yıllık ürün), Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan ama temelde tarım alanına çevrilmiş alanlar.	1.3
3	Zayıf	Ormanlar, Orman-İçi mera ve otlaklar, Meralar, Çayırlar (çayırıklar, otlaklar), Sub-Alpin ve Alpin (orman üstü sınırı) bitki örtüsü, Heterojen Tarım Alanları, Çay bahçeleri, Fındık bahçeleri	1.6
4	Çok zayıf	Sulu Tarım Alanları (Çeltik tarlaları dahil), örtü altı tarım alanları	2.0

Tablo 29. Esneklik (direnme, toparlanabilme) sınıf ve puanları

1	Çok Yüksek	Maki bitki örtüsü kuşağı arazilerindeki çalı ve ağaççıklar (fundalıklar dahil).	1.0
2	Yüksek	Step (Bozkır) (yüksek dağ stepleri, alçak + orta kuşak stepleri, tuzcul stepler), Meralar, Çayırlar (çayırıklar, otlaklar), Maki topluluğu dışındaki çalı ve ağaççıklar (Karaçalı, Badem, Meşelik, Alıç, Ahlat, Berberis, Ardıç vb. türler), Çay bahçeleri, Fındık bahçeleri, Kızılcım ormanları	1.2
3	Orta	Geniş yapraklı ormanlar, karışık ormanlar	1.5
4	Zayıf	Sub-Alpin ve Alpin (orman üstü sınırı) bitki örtüsü, Kızılcım dışı kozalaklı (ibrelili) Ormanlar.	1.7
5	Çok zayıf	Tarım alanları, Plaj, Kum tepeciği, Kumullar, Çıplak Alanlar ve Kayalık yüzeyler	2.0

Tablo 30. Bitkinin toprağı örtü oranı sınıf ve puanları

Sınıf	Sınıf Açıklaması	Bitkinin Toprağı Örtü Oranı Kapalılık (%)	Puan	
			Mera alanları	Orman alanları
1	Çok İyi	70 -100	1.0	1.0
2	İyi	40 – 69	1.3	1.2
3	Orta	10 – 39	1.7	1.5
4	Zayıf	<10	2.0	1.8

7.4 Arazi Kullanım Türü

Tablo 31. Mera alanları

Otlama yoğunluğu / Otlama kapasitesi	Sınıf Açıklaması	Puan
≤ 1.00	Uygun	1.0
1.01 – 2.00	Orta Derece Yoğun	1.5
2.01 – 3.00	Yoğun	1.7
> 3.00	Çok Yoğun	2.0

Tablo 32. Otlama kalitesi

Otlama kalitesi*	Sınıf Açıklaması	Puan
76-100	Çok İyi	1.0
51 – 75	İyi	1.5
26 – 50	Orta	1.8
0 – 25	Zayıf	2.0

Tablo 33. Otlama periyodu

Otlama periyodu	Sınıf Açıklaması	Puan
Otlama periyoduna uyuluyor	Otlama periyodu uygun	1.0
Sürekli otlatma var **	Otlama periyodu uzun	1.5
Yıl boyu otlatma var *	Otlama periyodu çok uzun	2.0

* Kar örtüsü ile kaplı olma nedeniyle geçen ayların "yıl boyu" kavramı içine girdiği varsayılmıştır.
** Kış ayları dışında

Tablo 34. Meranın biyokütle özelliği

Meranın yıllık kaba (kuru madde) yem verimi (kg/da)	Sınıf Açıklaması	Puan
> 90	İyi	1.0
61 – 90	Orta	1.5
45 – 60	Zayıf	1.8
< 45	Çok zayıf	2.0

Tablo 35. Arazi kullanım tiplerine göre tarım alanları

Arazi Kullanım Tipi	Puan
Organik & İyi tarım uygulamaları	1.0
Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan ama temelde tarım alanına çevrilmiş alanlar (fındık ve çay bahçeleri dahil)	1.3
Karışık kuru tarım (daimi ürün + yıllık ürün) Ekilebilir kuru tarım alanları (yıllık ve otsu çok yıllıklar), örtü altı tarım alanları	1.4
Meyve-Bağ-Zeytinlik (kuru, sulu)	1.6
Sulu tarım alanları (çeltik tarlaları, sulanan otsu çok yıllıklar...)	1.8

Tablo 36. Kullanım yoğunluğuna göre orman alanları

Hasat Miktarı Oranı	Sınıf Açıklaması	Puan
$M/S \leq 1.0$, korunan alanlar	Yok	1.0
$1.0 < M/S \leq 1.5$	Düşük	1.3
$1.5 < M/S \leq 2.0$	Orta	1.7
$M/S > 2.0$, yaprak hasadı yapılanlar	Yüksek	2.0

Tablo 37. Coğrafi bölgelere göre yangın durumu

Sınıf	Coğrafi Bölgeler	Puan
1	Karadeniz kıyı kuşağı ormanları	1.0
2	Kuzey ve Doğu Marmara, Karadeniz ardı ve Kuzeydoğu Anadolu (Kars-Ardahan Bölümü) ormanları	1.3
3	İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi ormanları	1.5
4	Güney Marmara, İç Ege, Akdeniz ardı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ormanları	1.7
5	Kıyı Ege ve Akdeniz Bölgesi ormanları	2.0

Tablo 38. Bitki örtüsü tipine göre yangın durumu sınıf ve puanları

Sınıf	Bitki Örtüsü Tipi	Puan
1	Geniş yapraklı ormanlar	1.0
2	Geniş yapraklı ağırlıklı karışık (geniş yapraklı ve kozalaklı) ormanlar	1.3
3	Karışık (maki, kozalaklı ve geniş yapraklı) ormanlar	1.5
4	Makilik ve çalılık alanlar	1.8
5	Kozalaklı (ibreli) ormanlar	2.0

Tablo 39. Ormanın gelişim çağına göre yangın durumu

Çap aralığı (cm)	Sınıf Açıklaması	Puan
52 ≥	Kalın gövdeli (yaşlı/çok yaşlı) ormanlar (e)	1.0
36 – 51.9	Orta gövdeli (orta yaşlı) ormanlar (d)	1.3
20 – 35.9	İnce gövdeli (genç) ormanlar (c)	1.7
0 – 19.9	Sırlıklık/direklik ve gençlik ormanları (a,b)	2.0

Tablo 40. Ormanın korunma durumuna göre yangın durumu

Sınıf	Ormanın Korunma Durumuna	Puan
1	Korunan ormanlar	1.0
2	Yerleşim yeri ve işlek yollardan uzak ormanlar	1.3
3	Tarım alanı-orman, maki ve çalılık-orman ara kesitleri	1.5
4	Orman kenarı ya da yakını yerleşim yeri ve 2-B alanları	1.8
5	Orman içi yerleşim yeri, işlek karayolu ve orman arakesitleri	2.0

Tablo 41. Alanın kurutucu rüzgâra karşı durumuna göre yangın durumu

Sınıf	Alanın Kurutucu Rüzgâra Karşı Durumu	Puan
1	Kurutucu rüzgâr lara kapalı alanlar	1.0
2	Kurutucu rüzgâr lara komşu alanlar	1.5
3	Kurutucu rüzgâr lara açık alanlar	2.0

Tablo 42. Arazinin

Sınıf	Arazinin Bakı Durumu	Puan
1	Kuzey ve kuzeybatılı bakılar	1.0
2	Ara bakılar	1.5
3	Güneybatı, güney ve güney doğulu bakılar	2.0

7.5 Bakı Durumuna Göre Yangın Durumu

Tablo 43. Yükseltiye göre yangın durumu

Sınıf	Yükseltiye göre yangın tehlikesi	Puan
1	+ 800 m yükselteli ormanlar	1.0
2	500 - 800 m yükselteli ormanlar	1.3
3	200 - 500 m yükselteli alanlar	1.7
4	0 - 200 m yükselteli ormanlar	2.0

Tablo 44. Ormanın gençleşme tipine göre yangın durumu

Sınıf	Ormanın Gençleşme tipi	Puan
1	Hem tohum, hem de sürgünle gençleşen ormanlar {Karışık Ormanlar [geniş yapraklı olanlar (hem tohum, hem sürgünle) + ibreli olanlar (sadece tohumla)], Makiler, Maki dışı Çalı ve Ağaççıklar}	1.0
2	Sadece sürgünle gençleşen ormanlar {Baltalık olarak işletilen ormanlar (ki bunlar geniş yapraklıdır)}	1.5
3	Sadece tohumla gençleşen ormanlar {Kozalaklı (ibreli) Ormanlar}	2.0

7.6 Orman Yangın Sınıf ve Puanları

Tablo 45. Son 10 yılda yanan alan / yangın sayısına göre yangın durumu

Sınıf	Son on yılda, yangın başına yanan alan (ha) = A / S	Puan
1	A/S < 10 ha (Küçük yangınlar)	1.0
2	A/S: 10 - 50 ha (Orta büyüklükte yangınlar)	1.3
3	A/S: 50 - 100 ha (Büyük yangınlar)	1.7
4	A/S > 100 ha (Çok büyük yangınlar)	2.0

Tablo 46. Yaşa göre yangın durumu

Sınıf	Yaşa göre (Y)	Puan
1	Y > 75 (Çok yaşlı orman)	1.0
2	50 - 75 (Yaşlı orman)	1.3
3	20 - 50 (Orta yaşlı orman)	1.7
4	Y < 20 (Genç orman)	2.0

Tablo 47. Büyük yangın sıklığına göre yangın durumu

Büyük Yangın Sıklığına Göre Yangın Durumu			Hasat Miktarı Oran		
Büyük Yangın Sıklığı	Sınıf açıklaması	Puan	Hasat Miktarı Oranı*	Sınıf Açıklaması	Puan
50 yıl içinde büyük yangın yok	Tehlike Yok	1.0	$M/S \leq 1.0$	Yok	1.0
Her 50 yılda bir büyük yangın	Yangın oluşumu çok seyrek (Düşük tehlike)	1.2	$1.0 < M/S \leq 1.5$	Düşük	1.3
Her 25 yılda en az bir büyük yangın	Yangın oluşumu seyrek (Orta tehlike)	1.5	$1.5 < M/S \leq 2.0$	Orta	1.7
Her 15 yılda en az bir büyük yangın	Yangın oluşumu sık (Yüksek tehlike)	1.8	$M/S > 2.0$, yaprak hasadı yapılanlar	Yüksek	2.0
Her 5 yılda en az bir büyük yangın	Yangın oluşumu çok sık (Çok Yüksek tehlike)	2.0	*M= Mevcut hasat miktarı. S= Sürdürülebilir yönetimle yapılacak hasat miktarı		

Tablo 48. Maki kullanımı sınıf ve puanları

Makiliklerin Kullanım Türü	Sınıf Açıklaması	Puan
Rehabilite edilen makilikler	Düşük	1.0
Planlı otlatma ve planlı ürün hasadı için kullanılan makilikler	Orta	1.3
Plansız Otlatma için ve/veya Plansız Odun dışı ürünler için kullanılan makilikler,	Yüksek	2.0

Tablo 49. Diğer alanlar

Yerleşim alanları		
Yerleşim alanları	Açıklama	Puan
Kesikli (Dağınık) yerleşim	Dağınık yerleşimler arasında zarar görmemiş olan, ekolojik hizmetlere ve biyolojik üretime* katkıda bulunan toprak parçaları bulunur.	1.8
Sürekli (Yoğun) yerleşim	Sürekli yerleşim alanları, toprağın tamamının ekolojik hizmet ve biyolojik üretim* dışına kaydırıldığı alanlardır.	2.0
Endüstriyel, Ticari ve Taşımacılık		
Endüstriyel, ticari ve taşımacılık bölümleri	Açıklama	Puan
Limanlar	Limanlar, planktonlar aracılığıyla ekolojik hizmetlerini kısmen sürdürmektedir	1.5
Havalimanları	Havalimanları toprağın tamamen kaybedildiği alanlardır	2.0
Endüstriyel ve ticari birimler	Endüstriyel ve ticari birimler toprağın tamamen biyolojik üretim dışına kaydırıldığı alanlardır.	2.0
Yollar, raylı sistem ve bağlantı kavşakları	Yollar, raylı sistem ve bağlantı kavşakları toprağın tamamen biyolojik üretim dışına kaydırıldığı alanlardır.	2.0

Tablo 50. Maden, taş ocakları, boşaltım ve inşaat

Sınıf	Maden, taş ocakları, boşaltım ve inşaat	Puan
1	Maden ve taş ocakları	2.0
2	Boşaltım alanları yapılar	2.0

Tablo 51. Ana karada sulak alan

Sınıf	Ana-karada sulak alanlar	Puan
1	Karasal bataklıklar	1.0
2	Turbalıklar	1.0

Tablo 52. Kentsel yeşil alan

Sınıf	Kentsel yeşil alanlar	Puan
1	Yeşil alanlar (park ve bahçeler)	1.0
2	Spor ve dinlenme alanları	1.3

Tablo 53. Deniz kaynaklı sulak alan

Sınıf	Deniz kaynaklı sulak alanlar	Puan
1	Tuz bataklığı	1.0
2	Tuzlalar	1.0
3	Gel-git düzlükleri	1.0

Tablo 54. Ana karada sulak alan

Sınıf	Karada sulak alan	Puan
1	Akarsu yüzeyleri	1.0
2	Su kütlesi	1.0

Tablo 55. Deniz suları

Sınıf	Deniz sulak	Puan
1	Lagünler	1.0
2	Haliçler	1.0
3	Denizler	1.0

7.7 Topoğrafya ve Jeomorfoloji Kriteri Sınıf ve Ağırlık Puanları

Tablo 56. Fizyografik ana yerçekli grup

Sınıfı	Fizyografik Ana Yerçekli Grupları	Puan
1	Ovalar ve geniş vadi tabanları	1.0
2	Sekili ovalar ve sekiler	1.2
3	Akarsularla yarılmış alçak dalgali yüzeyler (alçak platolar)	1.4
4	Akarsularla yarılmış yüksek dalgali yüzeyler (yüksek platolar)	1.5
5	Yüksek dalgali ve tepelik arazi	1.6
6	Çok yüksek dalgali ve dağlık arazi	1.8
7	Derin vadi ve depresyonlar (yağmur gölgesi vadi ve çöküntü ovaları)	2.0

Tablo 57. Bakı

Bakı (16 ana ve ara coğrafi yöne göre)	Sınıf Açıklaması	Puan
Batı sektörü ve Düz	B-KB, B, B-GB	1.0
Kuzey sektörü	KB, K-KB, K, K-KD, KD	1.3
Doğu sektörü	D-KD, D, D-GD	1.7
Güney sektörü	GB, G-GB, G, G-GD, GD	2.0

Tablo 58. Eğim şekli

Eğimin şekli	Sınıf Açıklaması	Puan
Düz uzanımlı	Üniform yüzeyli	1.0
İçbükey	Konkav yapı	1.2
Düz açılı	Üniform eğimli	1.4
Dışbükey - İçbükey	Konveks - Konkav birleşimi	1.6
İçbükey - Dışbükey	Konkav - Konveks birleşimi	1.8
Dışbükey	Konveks yapı	2.0

Tablo 59. Eğim derecesi

Eğim Sınıf Aralığı (%)	Sınıf Açıklaması	Puan
< 2	Düz ve düze yakın	1.0
2 – 6	Hafif eğimli	1.1
6 – 12	Orta eğimli	1.2
12 – 20	Dik eğimli	1.4
20 – 30	Çok dik eğimli	1.6
30 – 45	Sarp eğimli	1.8
> 45	Çok sarp eğimli	2.0

Tablo 60. Yüzey taşlılığı

Eğim Sınıf Aralığı (%)	Sınıf Açıklaması	Puan
> 60 (CK - Çıplak Kayalı	Aşırı taşlı	1.0
30-60 (r -kayalı)	Çok taşlı	1.2
10-30 (t - Taşlı)	Taşlı	1.5
5 - 10 (ts -Taşlı Tuzlu)	Az taşlı	1.7
< 5 ("" - Taşsız)	Taşsız veya çok az taşlı	2.0

Proje Yöneticileri ve Projede Çalışanlar

NO	ADI SOYADI	KURUMU	UNVANI
1	Hanifi AVCI	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür
2	M. Mustafa GÖZÜKARA	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür Yardımcısı
3	Cafer ORHAN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Genel Müdür Yardımcısı
4	Özlem YAVUZ	ÇEM Genel Müdürlüğü	Daire Başkanı
5	Kenan ŞAHİN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Şube Müdürü
6	Prof. Dr. Orhan DOĞAN	ÇEM Genel Müdürlüğü	Danışman
7	Hande BİLİR	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	Proje Yöneticisi
8	Sedat FINDIK	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	Yazılım Uzmanı
9	Çağlar UZUNER	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
10	Zeynep ALTUNKAYA	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
11	Mehmet SEÇİLMİŞ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
12	Büşra KABAKÇI	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
13	Tuğba ÖZKAN	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	Proje Asistanı
14	Yalın YENER	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
15	Çağatay YAMAK	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	CBS Uzmanı / İş Analisti
16	Prof. Dr. Günay ERPUL	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Ankara Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
17	Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Atatürk Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
18	Prof. Dr. Kani IŞIK	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Akdeniz	Üniversitesi Danışman / Alan Uzmanı
19	Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE	Danışman / Alan Uzmanı İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yönetim Kurulu Üyesi
20	Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Çankırı Karatekin Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
21	Prof. Dr. Erhan TERCAN	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Hacettepe Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
22	Prof. Dr. Tuncay NEYİŞÇİ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Akdeniz Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
23	Prof. Dr. Bülent GÜLÇUBUK	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Ankara Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
24	Prof. Dr. Mustafa AYDOĞDU	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Gazi Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
25	Prof. Dr. Alptekin KARAGÖZ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Aksaray Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı
26	Prof. Dr. Orhan DENGİZ	TÜBİTAK – BİLGEM – YTE / Samsun 19 Mayıs Üniversitesi	Danışman / Alan Uzmanı





www.cem.gov.tr

Aralık 2017 **Ankara**

Orman, Su Varsa Hayat Var.