

- Türkiye'nin Kuraklık ve Çölleşmeden Etkilenebilirliği ve Kuraklık Risk Değerlendirmesi
- **Drought and Desertification Vulnerability of Turkey and Drought Risk Assessment**

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Professor Emeritus

of Physical Geography and Geology & Climatology and Meteorology

- Member of Bogazici University "Center for Climate Change and Policy Studies«
- TEMA Foundation Member of the Science Committee

INTERNATIONAL WORKSHOP ON "SAND AND DUST STORMS", 4-7  
October 2016, Istanbul, TURKEY

(1)

Sunumun Amacı ve Kapsamı

**Aim and Scope of the Presentation**



# Aim and Scope

---

- 1- Akdeniz Havzası ve Türkiye'de hava ve iklimi denetleyen yarımküresel ve sinoptik ölçekli basınç ve rüzgar sistemlerinin kısa bir bilimsel bireşimini yaparak;
- 2- Kuraklık ve çölleşme açısından Akdeniz ve Türkiye iklimlerinin başlıca özelliklerini,
- 3- Türkiye'nin çölleşmeden etkilenebilirliğinin klimatolojik sınıflandırılmasını,
- 4- Türkiye'de etkili olan 2013-2014 kuraklığı ile sinoptik klimatolojik ve meteorolojik nedenlerini, yeni çözümlene ve bulguların ışığı altında karşılaştırmalı olarak ortaya koymak...

# Aim and Scope

**Ayrıca, Türkiye için gerçekleştirdiğimiz bazı proje çalışmalarının sonuçlarına göre:**

5- Kuraklık Riski ve Riskin Modellenmesi,

6- Kuraklık afetinin etkilenebilirlik ve risk çözümlene ve değerlendirmelerinde yararlanılabilecek olan sosyoekonomik afet göstergeleri ve indisleri,

7- Risk modellemesinde kullanılan kuraklık indislerine ilişkin kuraklık tanımlamaları ve eşik değerler,

8- Kuraklık Afet Riskinin Değerlendirilmesi:

Türkiye'nin kuraklık afeti etkilenebilirlik ve risk haritaları ve yorumlanması...

# Main Sources of the Study -1

- TÜBİTAK BİLGEM. 2015. TÜRKİYE AFET RİSK YÖNETİM SİSTEMİ PROJESİ (TAFRİSK) : KURAKLIK AFETİ RİSK MODELLEME TREND ANALİZ RAPORU (**TAFRİSK Trend Analysis Report of Turkey on Drought Disaster Risk Modelling**). Doküman Kodu: TAFRİSK-RTAR-12, Sürüm No: 3.0, Sürüm Tarihi: 31.03.2015. TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (BİLGEM), Bilişim Teknolojileri Enstitüsü, Ankara. (Yayımlanmamış Araştırma Projesi Raporu) **Danışman:** Murat Türkeş

## Main Sources of the Study -2

- Türkeş, M. 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi - Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.
- Türkeş, 2013. İklim Verileri Kullanılarak Türkiye'nin Çölleşme Haritası Dokümanı Hazırlanması Raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayını, ISBN: 978-6054610-51-8, 57 sayfa: Ankara.
- Türkeş, M. 2014. Türkiye'deki 2013-2014 kuraklığının ve klimatolojik/ meteorolojik nedenlerinin çözümlenmesi. *Konya Toprak Su Dergisi* **2**: 20-34.

## Main Sources of the Study -3

- Türkeş, M. and Erlat, E. 2003. Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000. *International Journal of Climatology*, 23: 1771-1796.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2005. Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic oscillation during the period 1930–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81: 45–69.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2009. Winter mean temperature variability in Turkey associated with the North Atlantic Oscillation. *Meteorology and Atmospheric Physics* 105: 211–225.

(2)

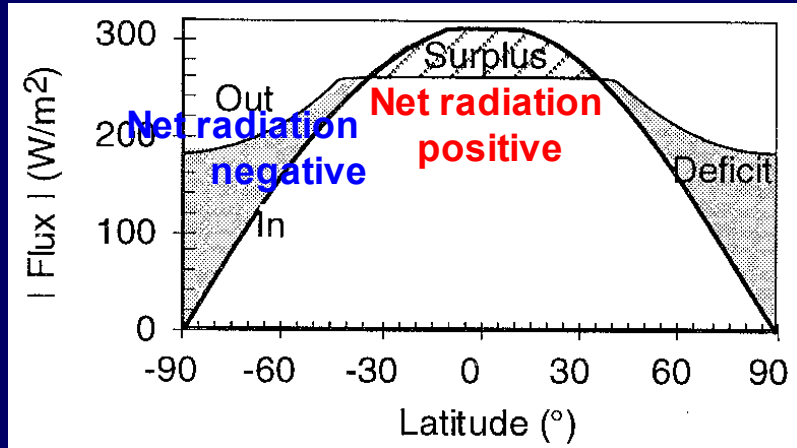
Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de hava ve iklimi denetleyen, yarımküresel ve sinoptik ölçekli basınç ve rüzgar sistemleri

**Semi-hemispheric and Synoptic Scale Pressure and Wind Systems Controlling the Weather and Climate in the Mediterranean Basin and Turkey**

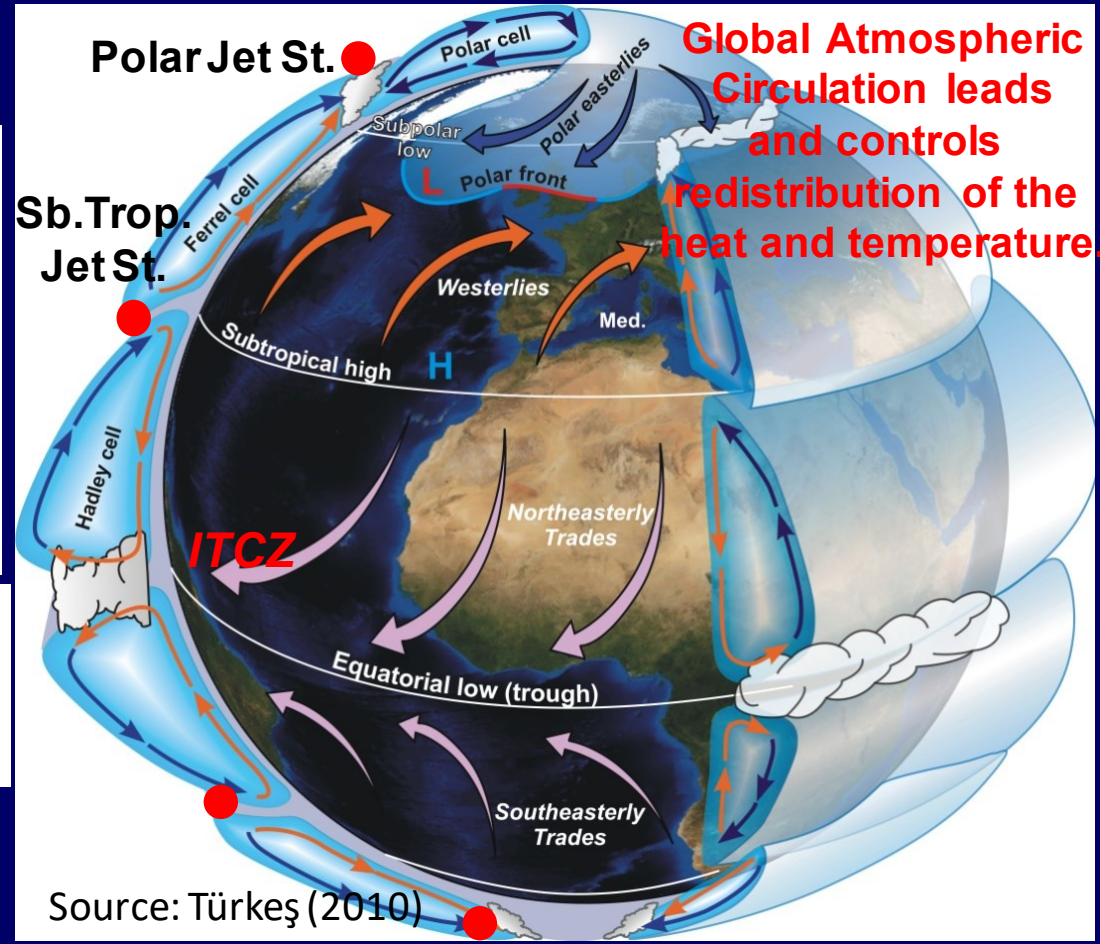


# Idealized 3D Global Three-cell Upper Atmospheric Circulation and Associated Surface Pressure and Wind Patterns\*

The general circulation of the atmosphere, hence the place and state of the Mediterranean weather and climate in it, can be examined through a three-cell circulation model



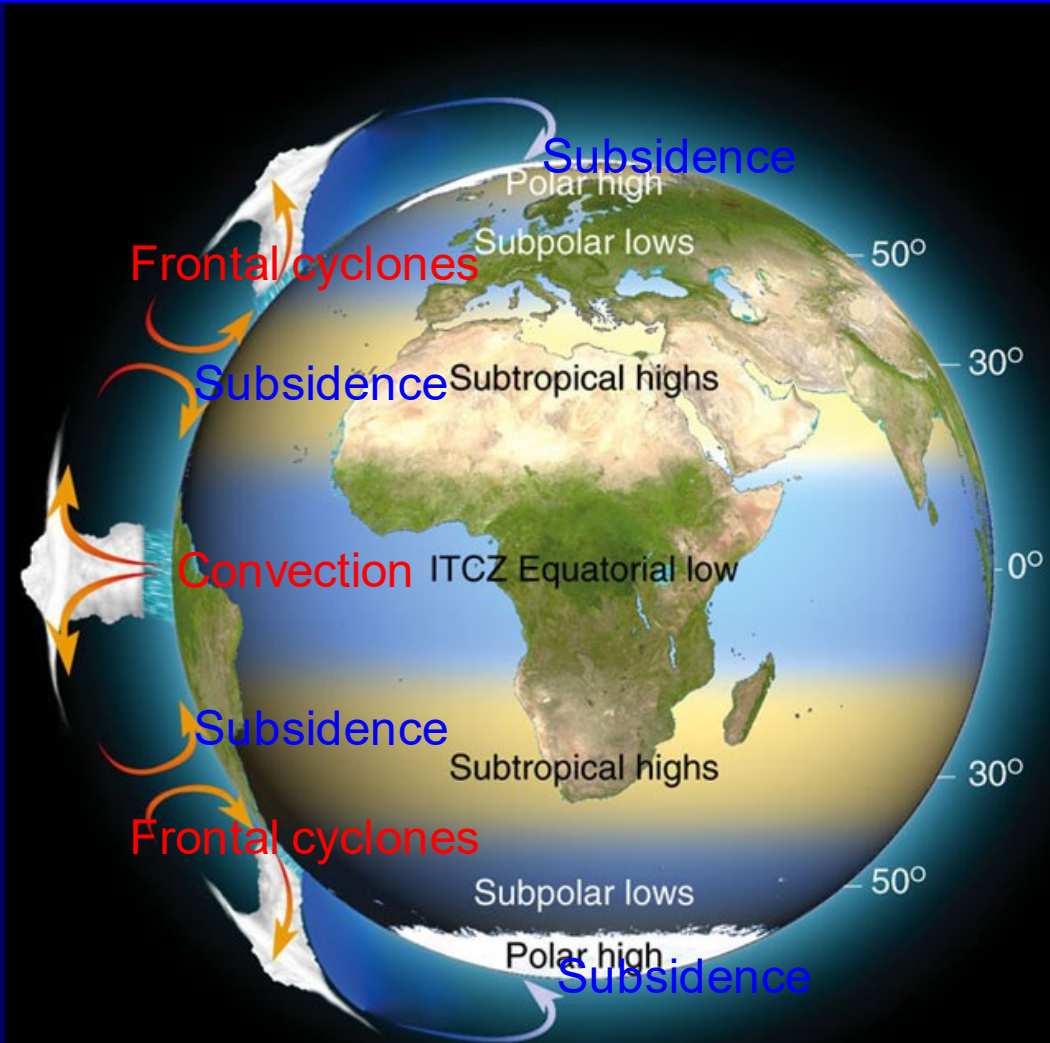
**Discussion:** In tropical regions where incoming radiation exceeds outgoing, there is a surplus of energy. Similarly, near the poles there is a deficit. This is the "differential heating" between the equator and poles.



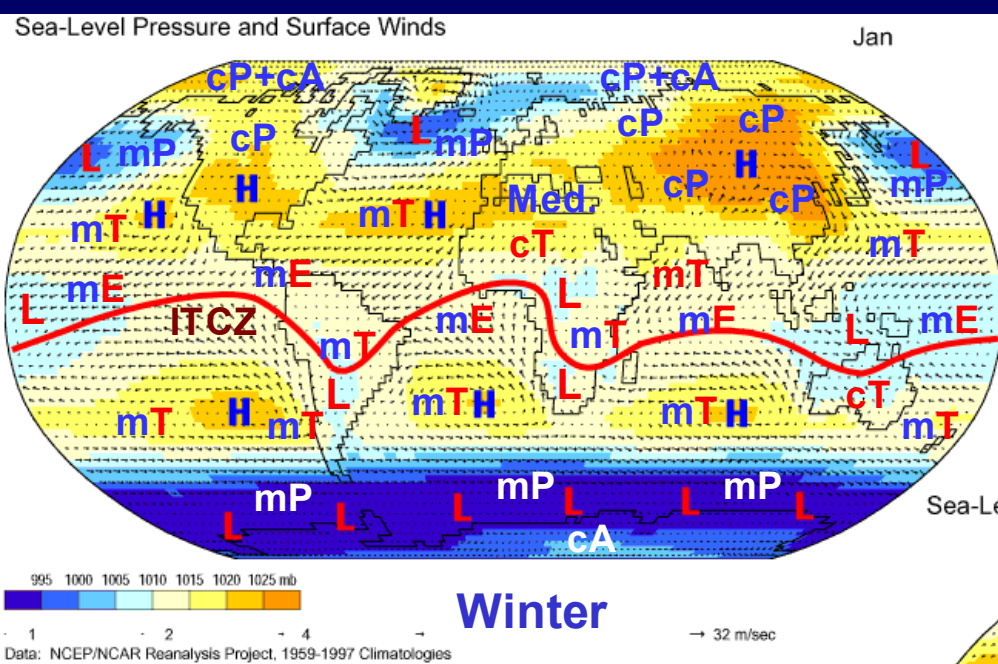
Source: Türkeş (2010)

# Global Atmospheric Circulations = Global Climatology or Global Climate System → Global Climates

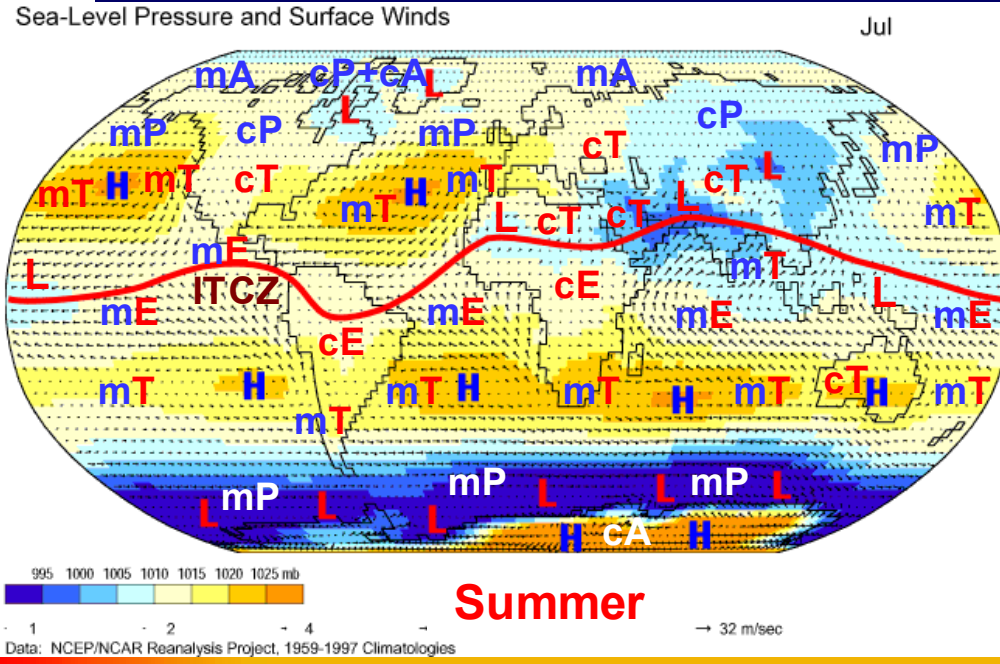
- **Warm deserts** at **subtropical highs** (**High** = sinking air, subsidence ...)
- **Rainforests (Selva)** near **ITCZ** (**Low** = rising air, convections and clouds...)
- **Polar regions** are **cold deserts** and receive very little precipitation each year (**High** = sinking air, subsidence ...)



# Changes in Climatology of Air Masses, Surface Pressure and Wind Systems between Winter (January) and Summer (July)<sup>1</sup>



- Instead of cohesive pressure belts circling the Earth, semi-permanent cells exist.
- Cells are either dynamically or thermally produced.
- Fluctuate in strength and position on a seasonal basis. (Sun and ITCZ)



Seasonal variations are most likely to affect the **sub-tropical** and **mid-latitude regions** and partly tropics rather than equatorial region and the poles

(\*Source: Prepared by using base maps from the NCEP/NCAR Reanalysis Project) (\*\*)

# Principal Controls of the **MedClimate\_1**

- The major characteristic of the Mediterranean Climate is of high temporal variability varying from seasonal and interannual to centennial scales due to:
  - (i) It extends in a transition region between cold and warm mid-latitudes and hot tropics (i.e. subtropical zone);
  - (ii) It has been facing significant circulation (associated pressure and wind systems characterizing mid-latitude and tropical/monsoonal weather and climate, respectively) changes between winter and summer;

## Principal Controls of the **MedClimate\_2**

- (iii)** It is closely associated with several atmospheric oscillation and/or teleconnection patterns during the year also varying depends on seasons, such as the **North Atlantic Oscillation (NAO)**, **Arctic Oscillation (AO)**, **Mediterranean Oscillation (MO)**, **El Niño-Southern Oscillation (ENSO)**, and the **North Sea – Caspian Pattern (NCP)**, etc.;
  
- (iv)** It has major influences from sea and land distribution and the interactions between sea and lands, in addition to the ocean-atmosphere interaction, during the year particularly in the ('true' or 'actual') **Mediterranean macro climate region**, etc.

# Principal Controls of the MedClimate\_3

- Analysing year-to-year, decadal and longer-term and large-scale influences of the North Atlantic Oscillation (NAO), the Arctic Oscillation (AO), the Med. Oscillation (MO), the North Sea – Caspian Pattern (NCP), and the south Asia monsoon and the ENSO variability, etc...
- Some selected examples for the influences of changes in the variability of the North Atlantic Oscillation (NAO) and the Arctic Oscillation (AO) over the European, the Mediterranean, Northern African and Turkish Climates as a whole...
- (Hurrell, 1995; Hurrell and van Loon, 1997; Jones *et al.*, 2006; Kutiel *et al.*, 2002; Kutiel and Türkeş, 2005; Trigo *et al.*, 2006; Türkeş and Erlat, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009; Erlat and Türkeş, 2012, 2013; Roberts *et al.*, 2012; etc.)

# Definition of the **NAO** and **NAO Index (NAOI)**

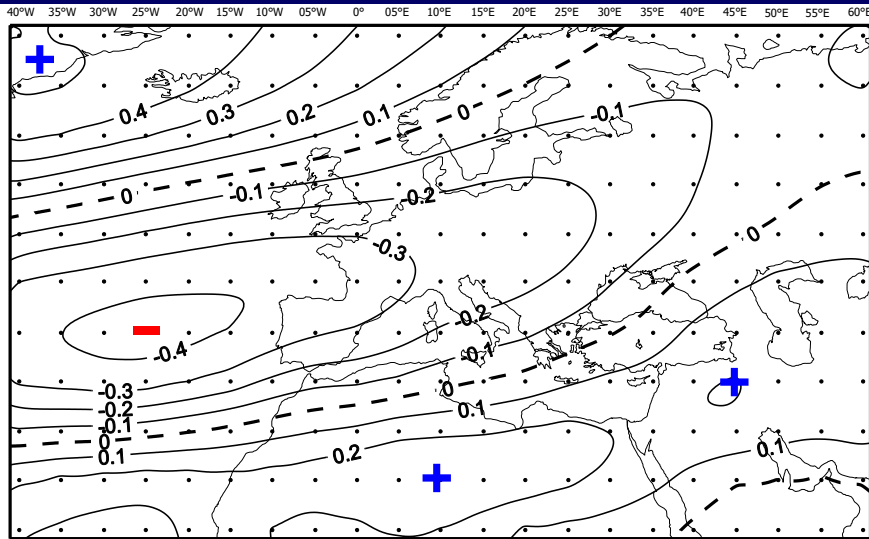
- The **NAO** has been considered as one of the most important teleconnection patterns:
- it significantly affects Atlantic and Mediterranean weather patterns and produces regional climatic anomalies associated with itself, particularly in Europe and the Mediterranean Basin countries.
- The **NAO** can be defined as «a large-scale swaying of atmospheric pressure between the dynamic subtropical anticyclone centred over the Azores region and the extratropical or the mid-latitude cyclone dominating over the Iceland and Greenland regions in the large North Atlantic area (Türkeş and Erlat, 2003).»

# Calculation of the **NAOI**

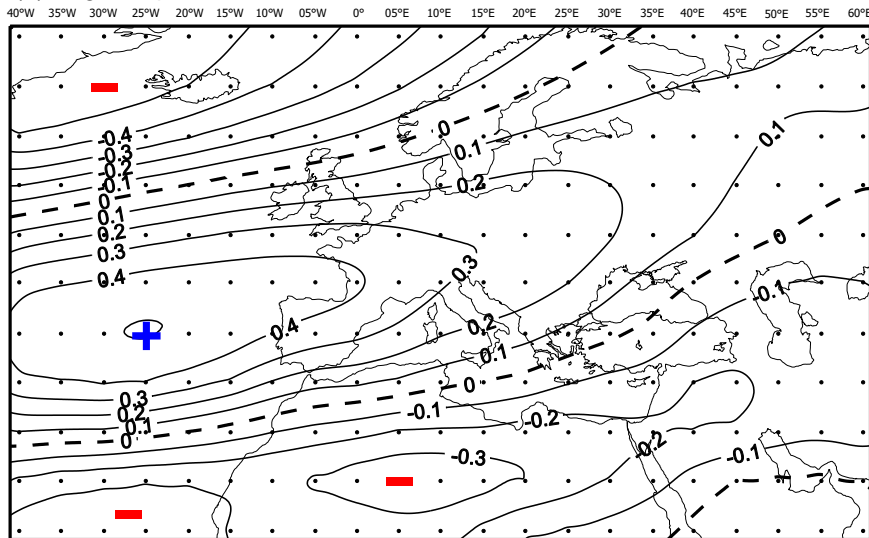
- Normalized **NAO** indices (**NAOIs**) are developed in order to evaluate the behaviour of the NAO and the regional climate anomalies linked to the extreme NAO episodes.
- An **NAOI** is generally calculated as «the difference of normalized sea-level pressures (SLPs) between a station in the area of the Azores and a station in Iceland (i.e. the Azores high–Icelandic low (IL) pressure gradient).»
- The SLP anomalies at each station are normalized by division of each monthly pressure by the long-term standard deviation.



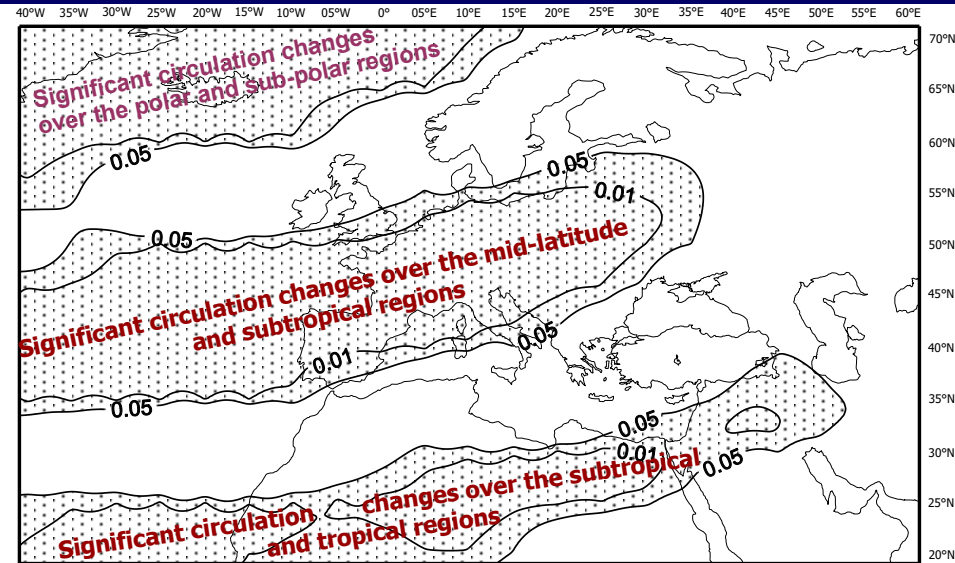
# Composite winter 500-hPa geopotential height anomalies during the negative phase (a) and the positive phase (b) of the PD-R NAO winter index.\*



(a) Negative phase of the PD-R NAO winter index



(b) Positive phase of the PD-R NAO winter index



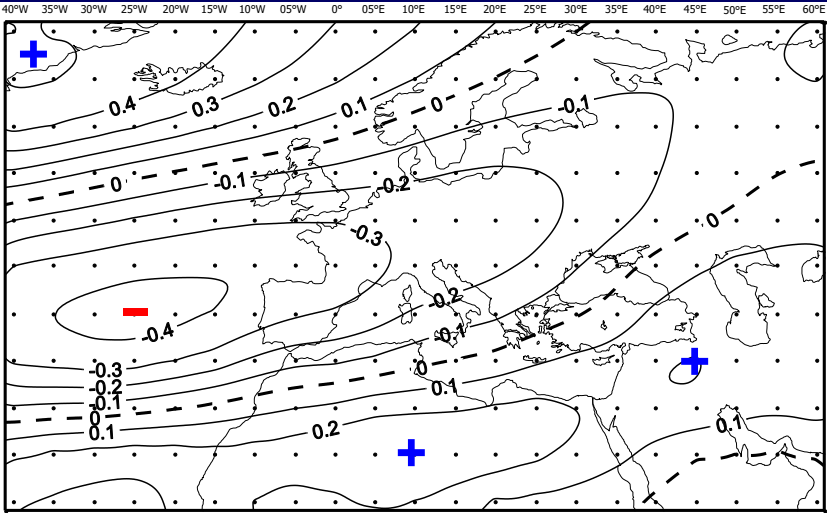
(c) Significant changes between (-) and (+) phases of the PD-R NAO winter index

(c) Areas accompanied by significant circulation changes at the 500-hPa standard pressure level between the negative phase and the positive phase of the PD-R NAO winter index.

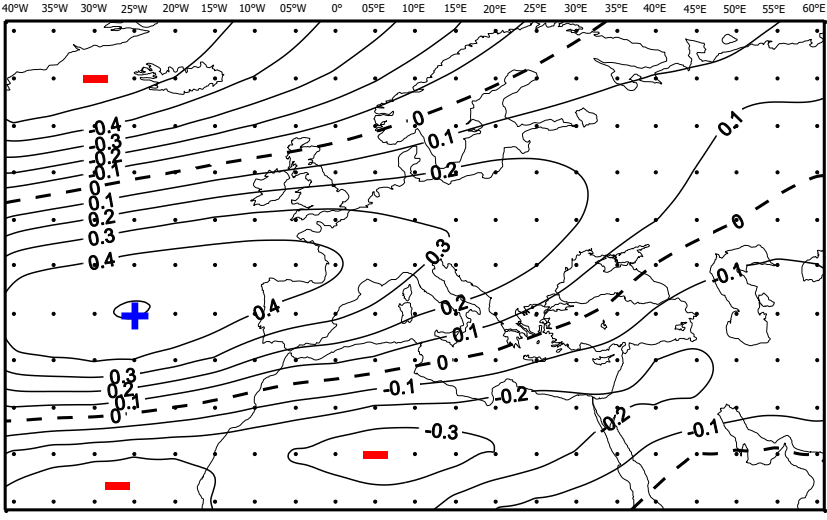
-The dotted regions in (c) display statistically significant differences among the 500-hPa geopotential height anomalies occurred during the negative and the positive phases, according to the Student's *t* test for equality of means.\*

- (\*Source: Türkeş and Erlat, 2009)

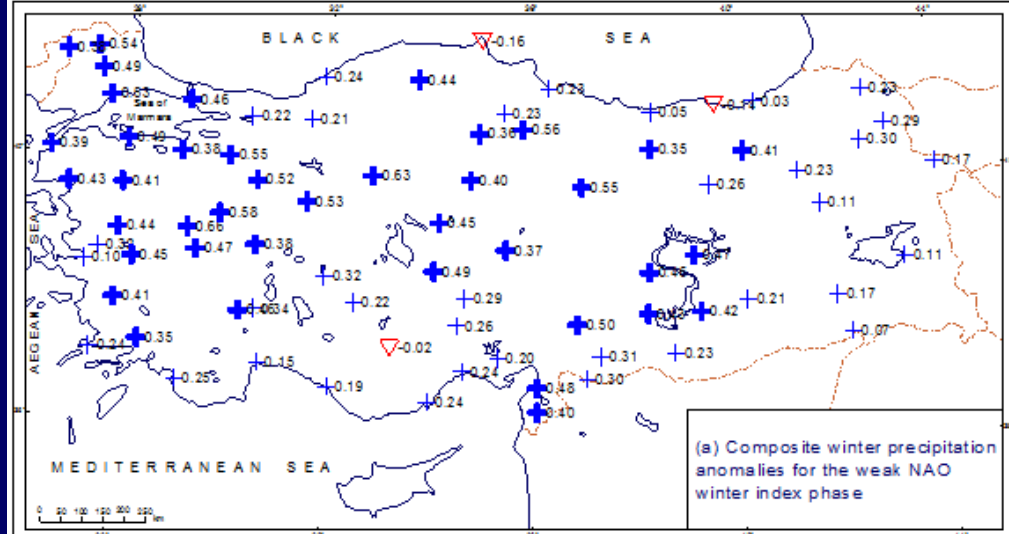
# Composite winter precipitation anomalies during the negative phase (a) and the positive phase (b) of the PD-R NAO winter index.\*



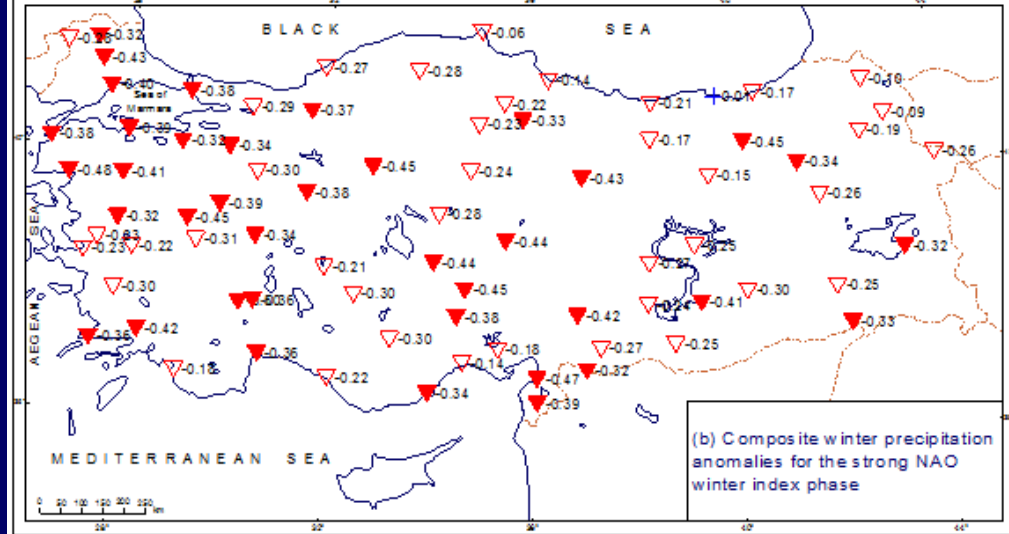
(a) Negative phase of the PD-R NAO winter index



(b) Positive phase of the PD-R NAO winter index



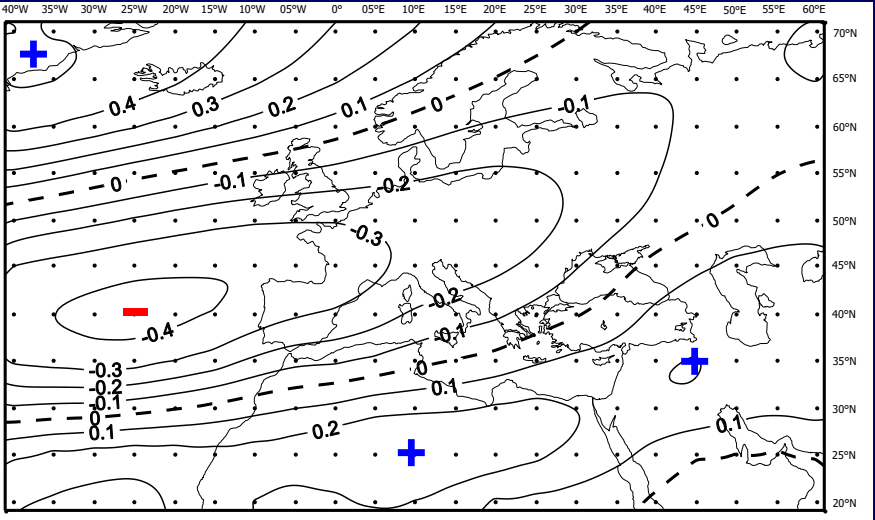
(a) Composite winter precipitation anomalies for the weak NAO winter index phase



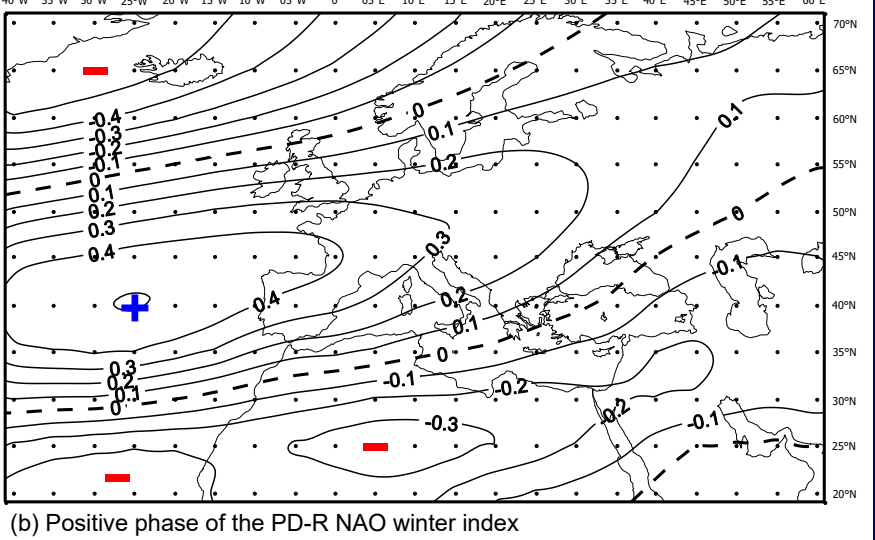
(b) Composite winter precipitation anomalies for the strong NAO winter index phase

(\*Source: Türkeş and Erlat, 2003, 2006)

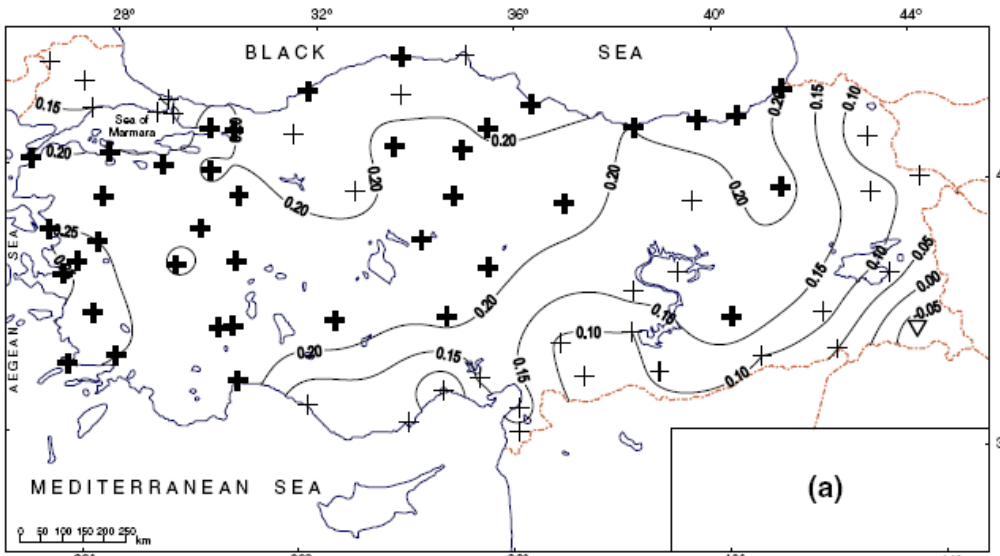
# Composite winter temperature anomalies during the negative phase (a) and the positive phase (b) of the PD-R NAO winter index.\*



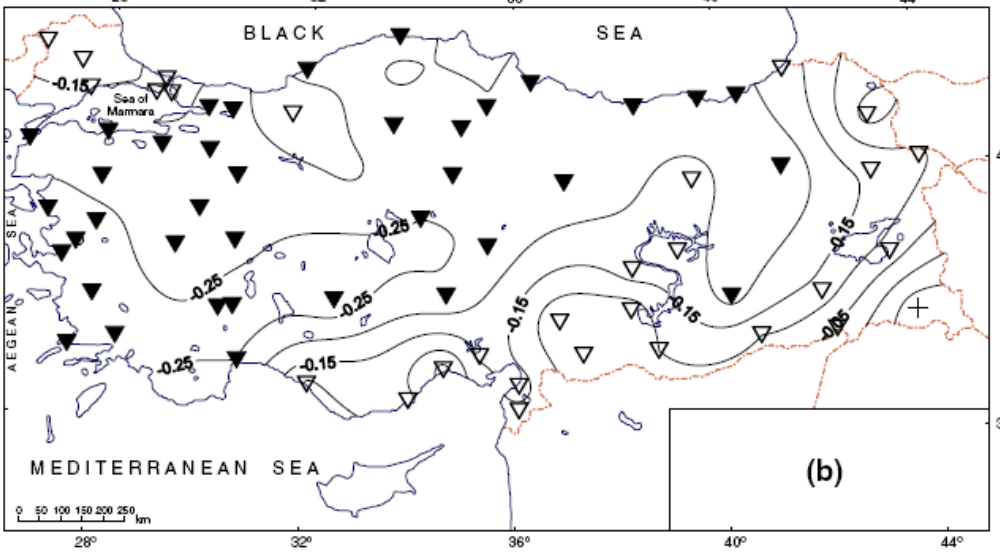
(a) Negative phase of the PD-R NAO winter index



(b) Positive phase of the PD-R NAO winter index



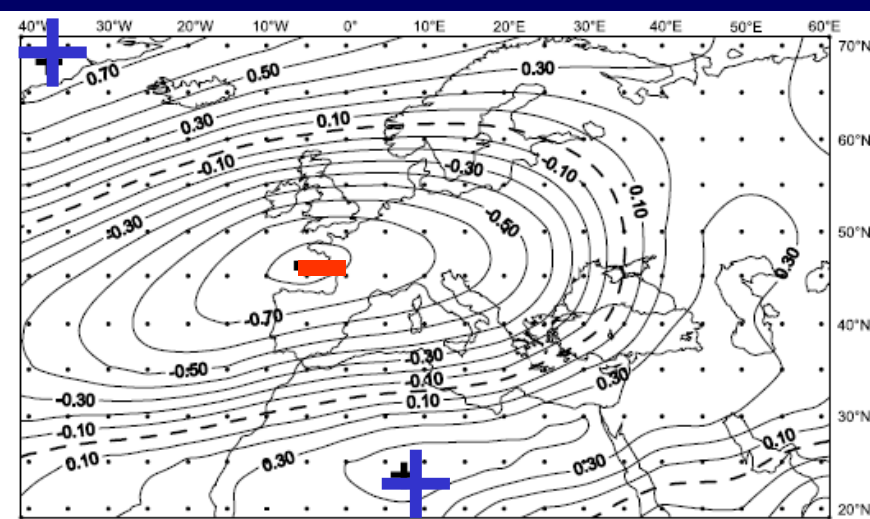
(a)



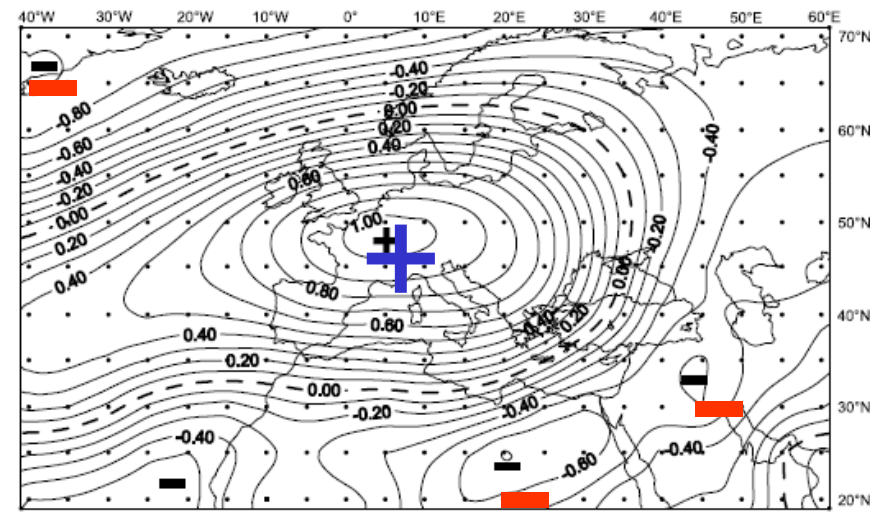
(b)

(\*Source: Türkeş and Erlat, 2003, 2006)

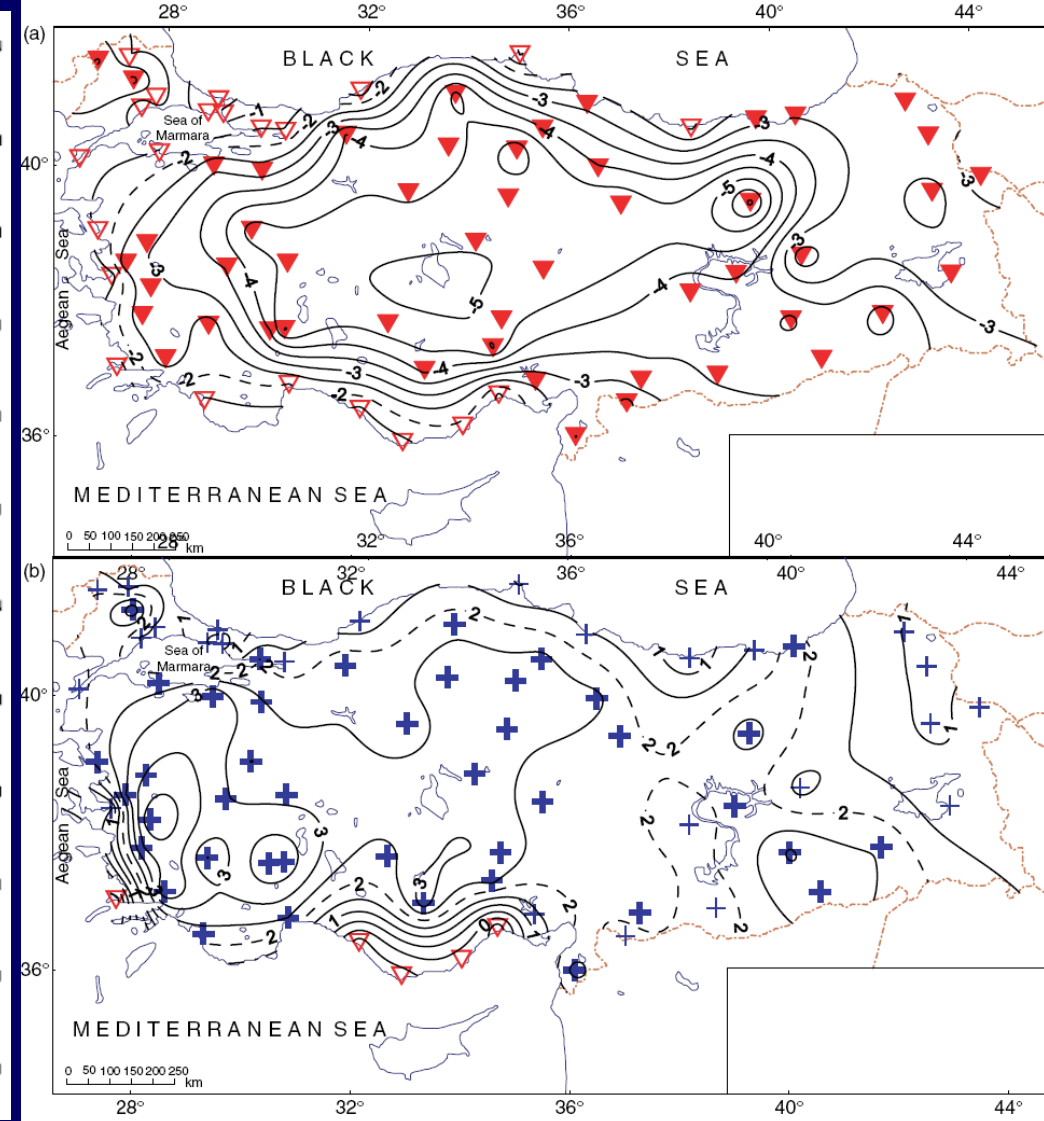
# Composite number of frost day anomalies during the negative phase (a) and the positive phase (b) of the AO winter index.\*



(a) Composite 500 hPa height anomalies for the weak phase of the AO



(b) Composite 500 hPa height anomalies for the strong phase of the AO



(\*Source: Türkeş and Erlat, 2008)

(3)

Kuraklık ve ölleşme Açısından  
Akdeniz ve Türkiye İklimleri

**Mediterranean and Turkish Climates with  
respect to the Drought and Desertification**

# The Earth's Climates according to the Köppen-Geiger Climate Classification (Türkeş, 2010: *Klimatoloji ve Meteoroloji*)

Yeryüzündeki  
30 olası iklim  
çeşidi:

**A – 3 Tropikal**  
(Af, Am ve Aw),






























**B – 4 Kurak** (BWh,  
BWk, **BSh and BSk**),

**C – 9 İliman** (**Csa**,  
**Csb**, Csc, Cfa, Cfb,  
Cfc, Cwa, Cwb ve  
Cwc),

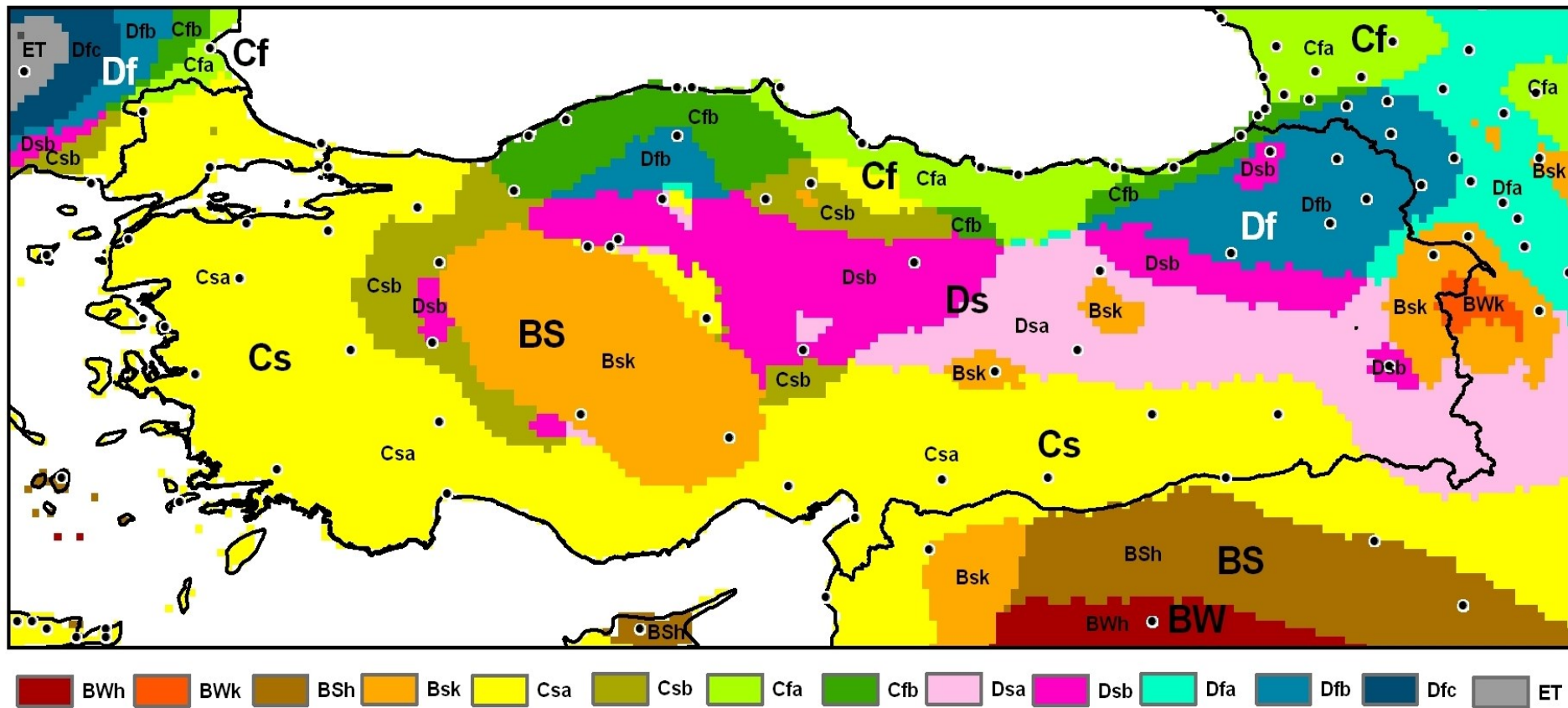
**D - 12 Soğuk** (Dsa,  
Dsb, Dsc, Dsd, Dfa,  
Dfb, Dfc, Dfd,  
Dwa, Dwb, Dwc ve  
Dwd),

**E - 2 Polar** (ET ve EF).

**A** **B** **C** **D** **E**  
Tropikal Kurak İliman – Orta Enlem Soğuk Polar

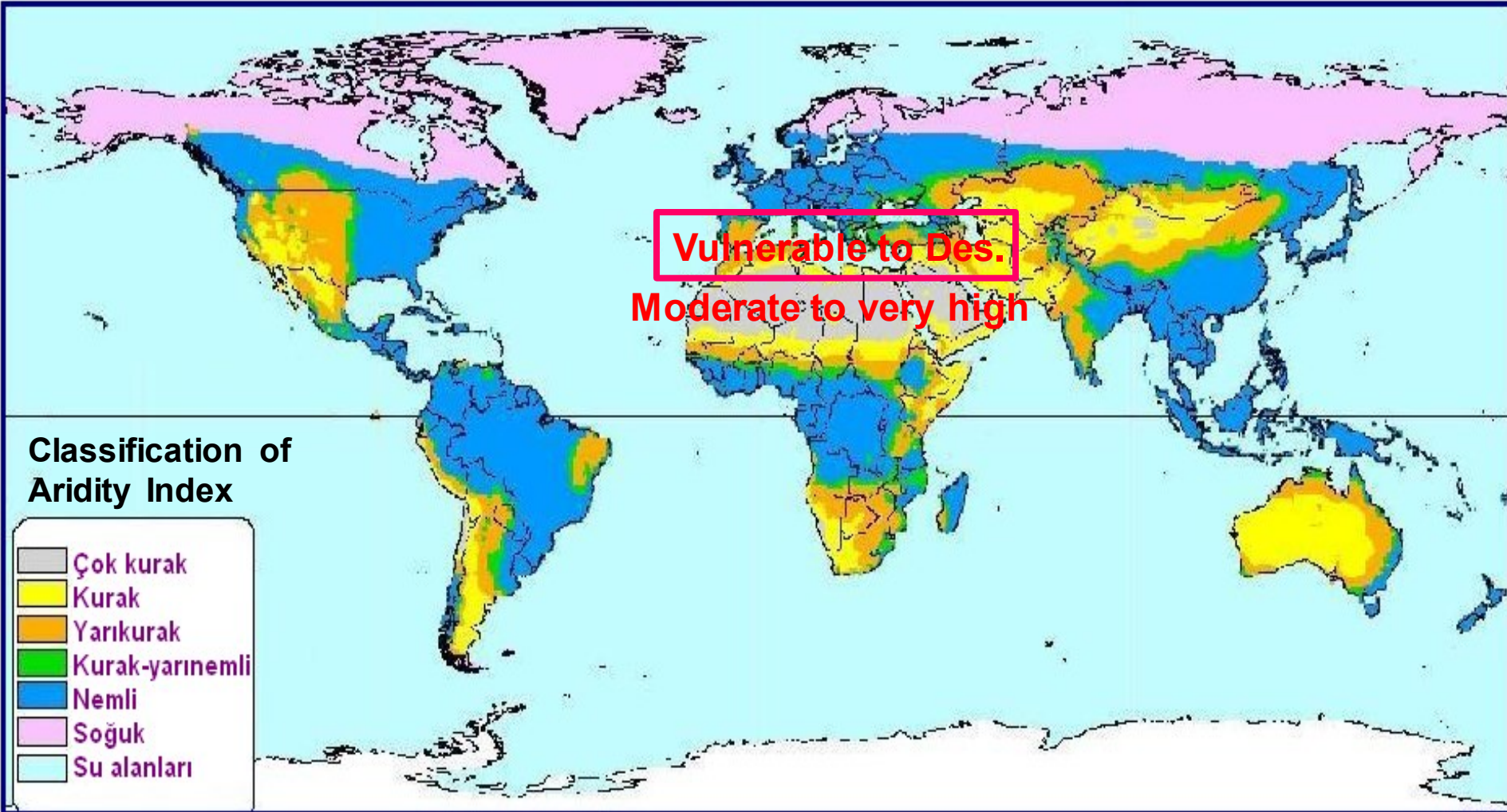
	Af		BWh		Csa		Cwa		Cfa		Dsa		Dwa		Dfa		ET
	Am		BWk		Csb		Cwb		Cfb		Dsb		Dwb		Dfb		EF
	Aw		BSh		Cwc		Cfc		Dsc		Dwc		Dfc				
	BSk										Dsd		Dwd		Dfd		

# Climates of Turkey according to the Köppen-Geiger Climate Classification (Türkeş, 2010: *Klimatoloji ve Meteoroloji*)



# Humid and Arid Regions of the World and Desertification Vulnerability

(Türkeş, 2010: *Klimatoloji ve Meteoroloji*)





(4)

Türkiye'nin Klimatolojik Açıda  
Çölleşmeden Etkilenebilirlik Şiddet Sınıfları

**Turkey's Severity Classes of Desertification  
Vulnerability in terms of the Climatology**

(Türkeş, 2012, 2013a, 2013b, 2013d)

# Proposed Criteria for Desertification Vulnerability of Turkey

## (1) Arazinin çölleşmeden etkilenebilirlik derecesi ya da şiddeti 'ekstrem' ('aşırı'):

- Kuraklık indisi (AI), 0.50'den küçük olmalı ( $AI < 0.50$ );
- Köppen-Geiger iklim sınıfına göre, Cs (Csa ve Csb) ya da BS ya da BW sınıfına girmeli;
- Yıllık ortalama yağış toplamı (Y) 400 mm'den küçük olmalı ( $Y < 400$ );
- Y-PET (-400) mm'nin altında olmalı ( $Y-PET < -400$ ) (fark negatif olmak üzere, 400 mm'den büyük olmalı);
- Yıllık yağış toplamı (Y) ya da yıllık kuraklık indisi (AI) değerlerinin değişim katsayıları (Y.DK ya da AI.DK, %) % 20'ye eşit büyük olmalı ( $DK \geq 20$ ).

## (2) Arazinin çölleşmeden etkilenebilirlik şiddeti 'kuvvetli':

- Kuraklık indisi (AI) 0.50'ye eşit küçük olmalı ( $AI \leq 0.50$ );
- Köppen-Geiger iklim sınıfına göre, Cs (Csa ve Csb) ya da BS ya da BW ya da Dsa sınıfına girmeli;
- Yıllık ortalama yağış toplamı (Y) 500 mm'den küçük olmalı ( $Y < 500$ );
- Y-PET (-300) mm'nin altında olmalı ( $Y-PET < -300$ ) (Fark negatif olmak üzere, 300 mm'den büyük olmalı);
- Yıllık yağış toplamı (Y) ya da yıllık kuraklık indisi (AI) değerlerinin değişim katsayıları (Y.DK ya da AI.DK, %) % 20'ye eşit büyük olmalı ( $DK \geq 20$ ).

## (3) Arazinin çölleşmeden etkilenebilirlik şiddeti 'orta':

- Kuraklık indisi (AI) 0.50'den büyük ve 0.65'e eşit küçük olmalı ( $0.50 < AI \leq 0.65$ );
- Köppen-Geiger iklim sınıfına göre, Cs (Csa ve Csb) ya da BS ya da BW ya da Dsa ya da Df (Dfa ve Dfb) sınıfına girmeli;
- Yıllık ortalama yağış toplamı (Y) 600 mm'den küçük olmalı ( $Y < 600$ );
- Y-PET (-200) mm'nin altında olmalı ( $Y-PET < -200$ ) (Fark negatif olmak üzere, 200 mm'den büyük olmalı);
- Yıllık yağış toplamı (Y) ya da yıllık kuraklık indisi (AI) değerlerinin değişim katsayıları (Y.DK ya da AI.DK, %) % 18'ye eşit büyük olmalı ( $DK \geq 18$ ).

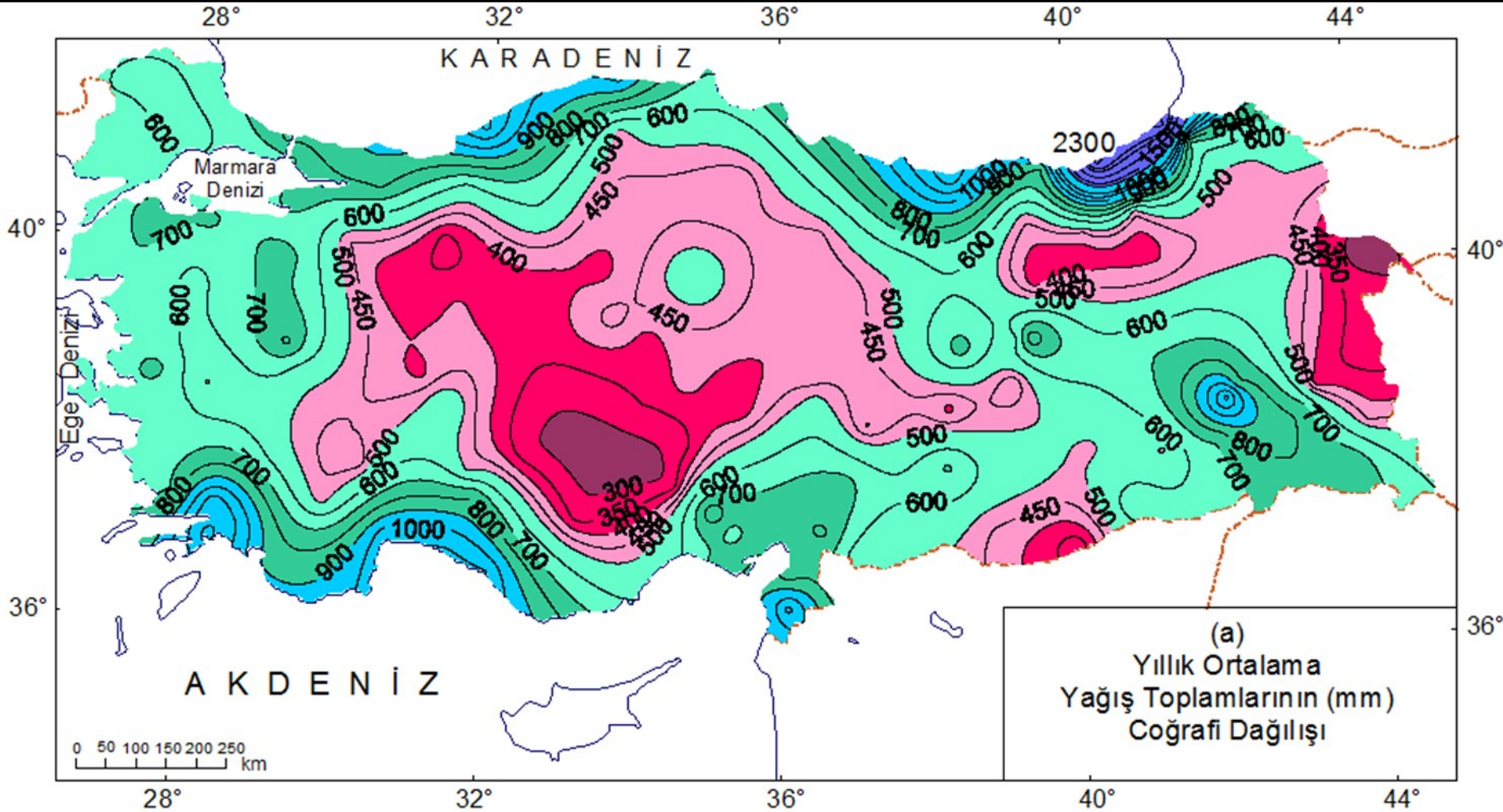
## (4) Arazinin çölleşmeden etkilenebilirlik şiddeti 'zayıf':

- Kuraklık indisi (AI) 0.65'ten büyük ve 0.80'e eşit küçük olmalı ( $0.65 < AI \leq 0.80$ );
- Köppen-Geiger iklim sınıfına göre, Cs (Csa ve Csb) ya da BS ya da Ds (Dsa ve Dsb) ya da Df (Dfa ve Dfb) sınıfına girmeli;
- Yıllık ortalama yağış toplamı (Y) 700 mm'den küçük olmalı ( $Y < 700$ );
- Y-PET (-100) mm'nin altında olmalı ( $Y-PET < -100$ ) (Fark negatif olmak üzere, 100 mm'den büyük olmalı);
- Yıllık yağış toplamı (Y) ya da yıllık kuraklık indisi (AI) değerlerinin değişim katsayıları (Y.DK ya da AI.DK, %) % 18'ye eşit büyük olmalı ( $DK \geq 18$ ).

## (5) Arazinin çölleşmeden etkilenebilirlik derecesi 'etkisiz':

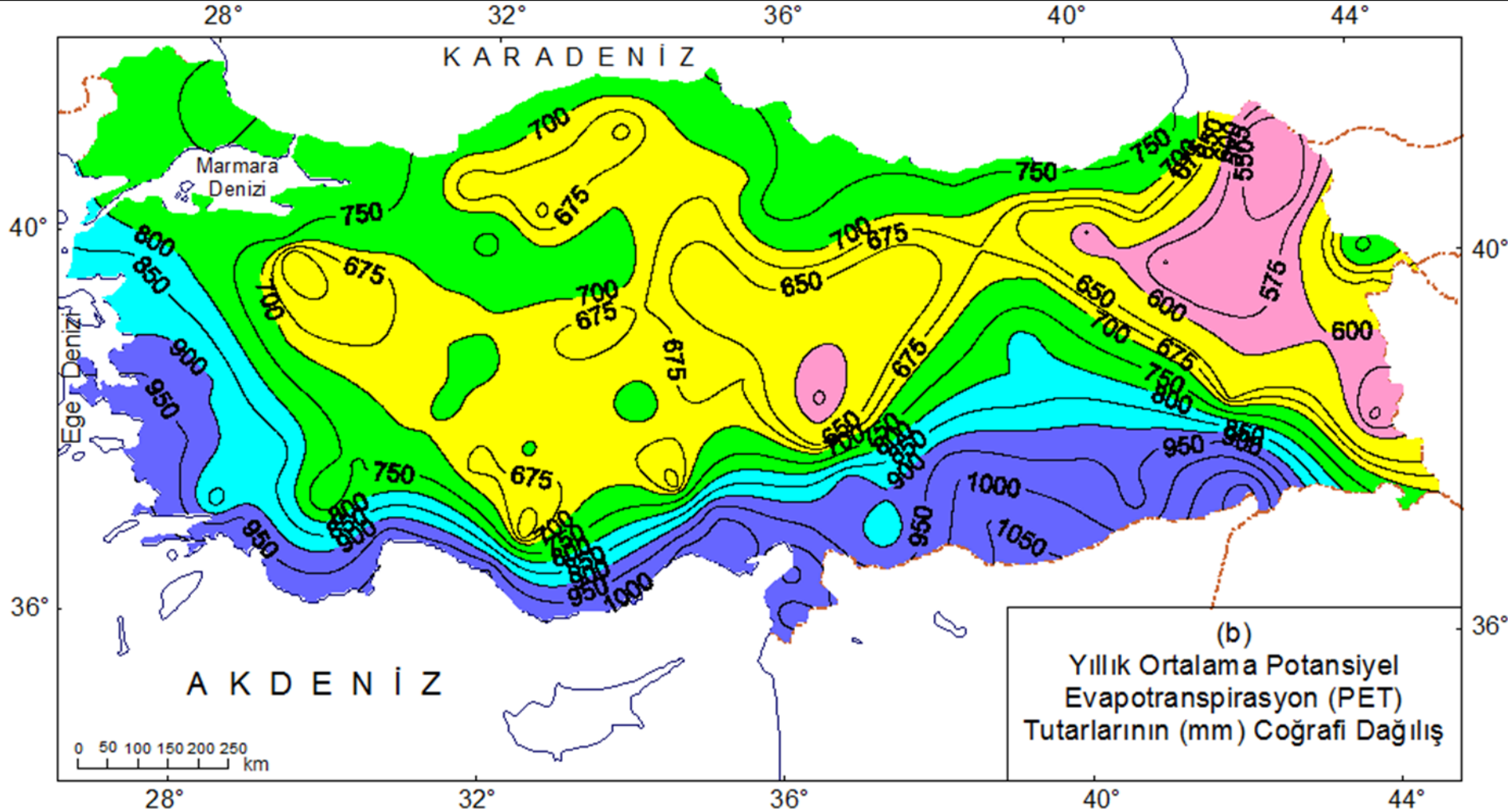
# Annual Mean Precipitation (mm)

## Yıllık Ortalama Yağış (mm)



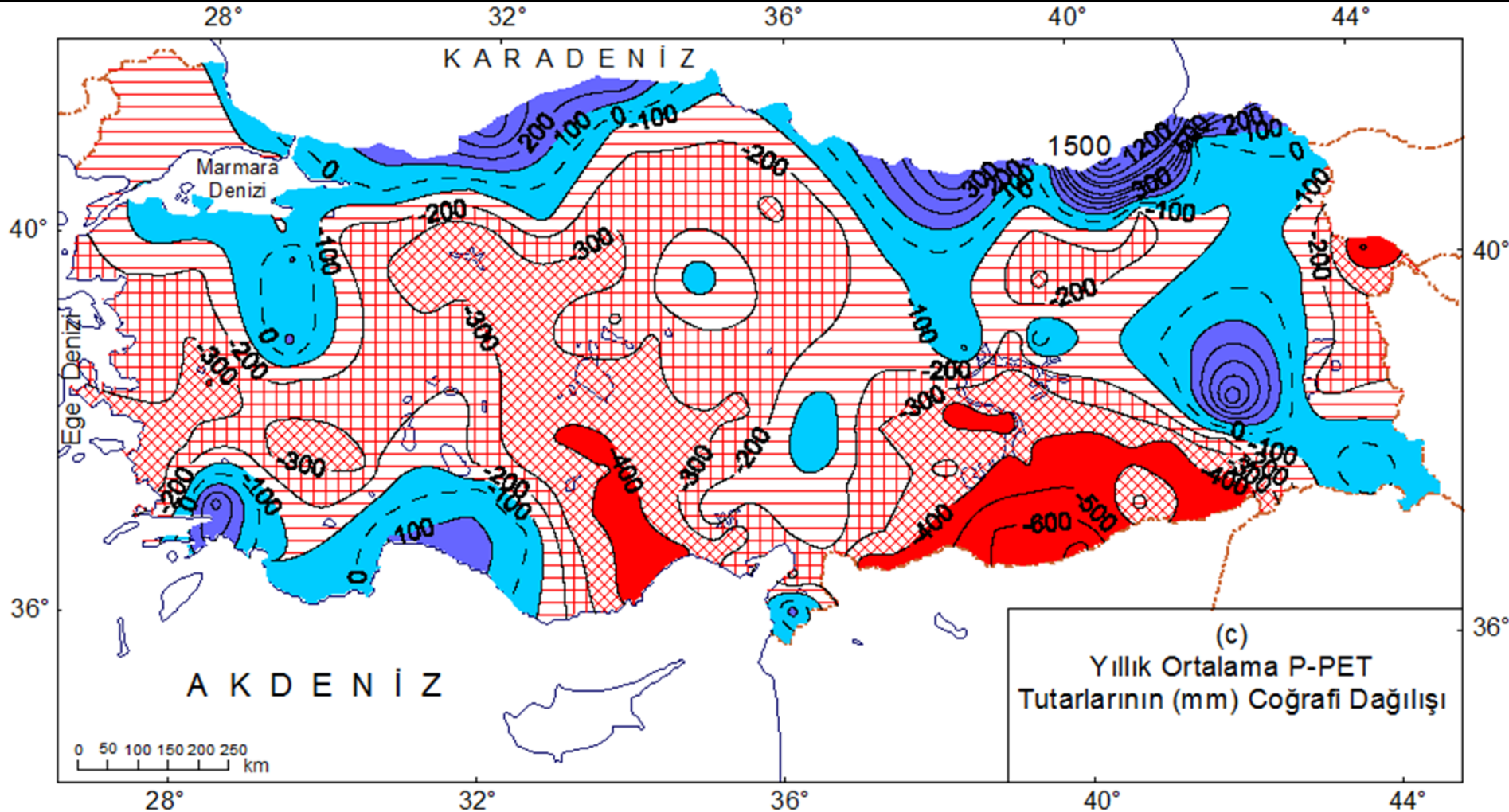
# Annual Mean PET (mm)

## Yıllık Ortalama PET (mm)



# Annual Mean P-PET (mm)

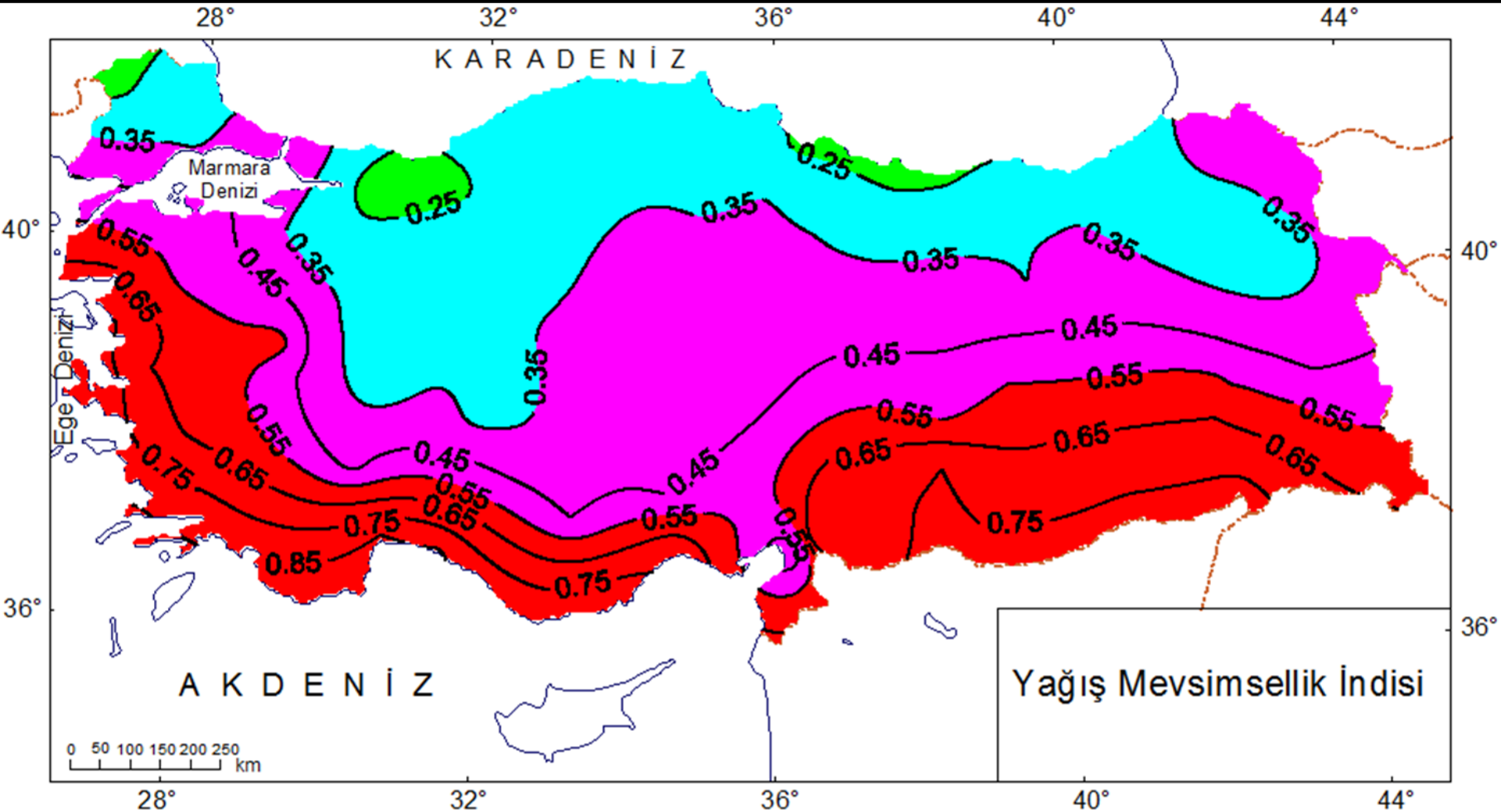
## Yıllık Ortalama P-PET (mm) (İklimsel Toprak Nem Dengesi)



# Precipitation Seasonality Index

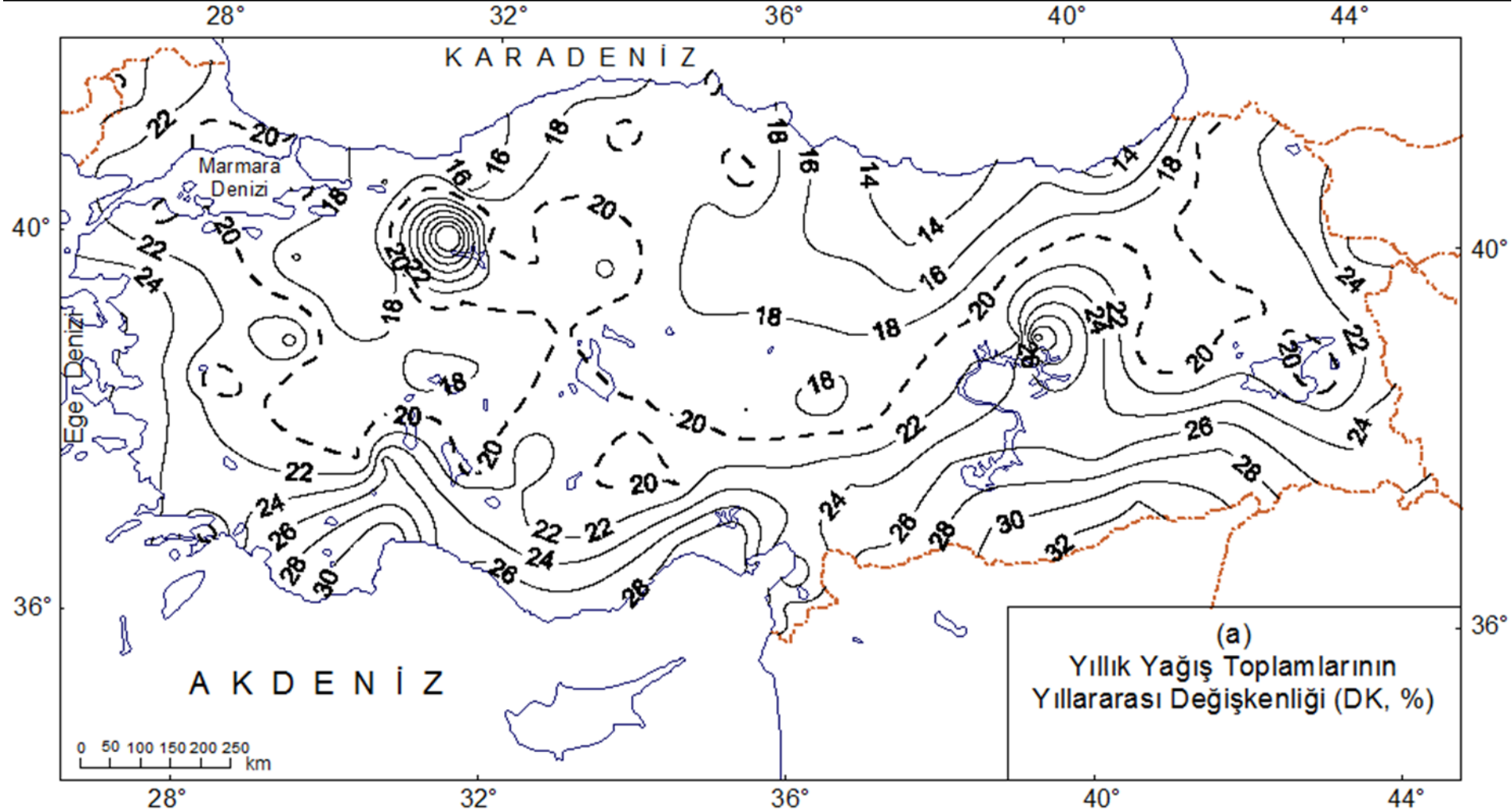
## Yağış Mevsimsellik İndisi

(Türkeş, 2010: Klimatoloji ve Meteoroloji)



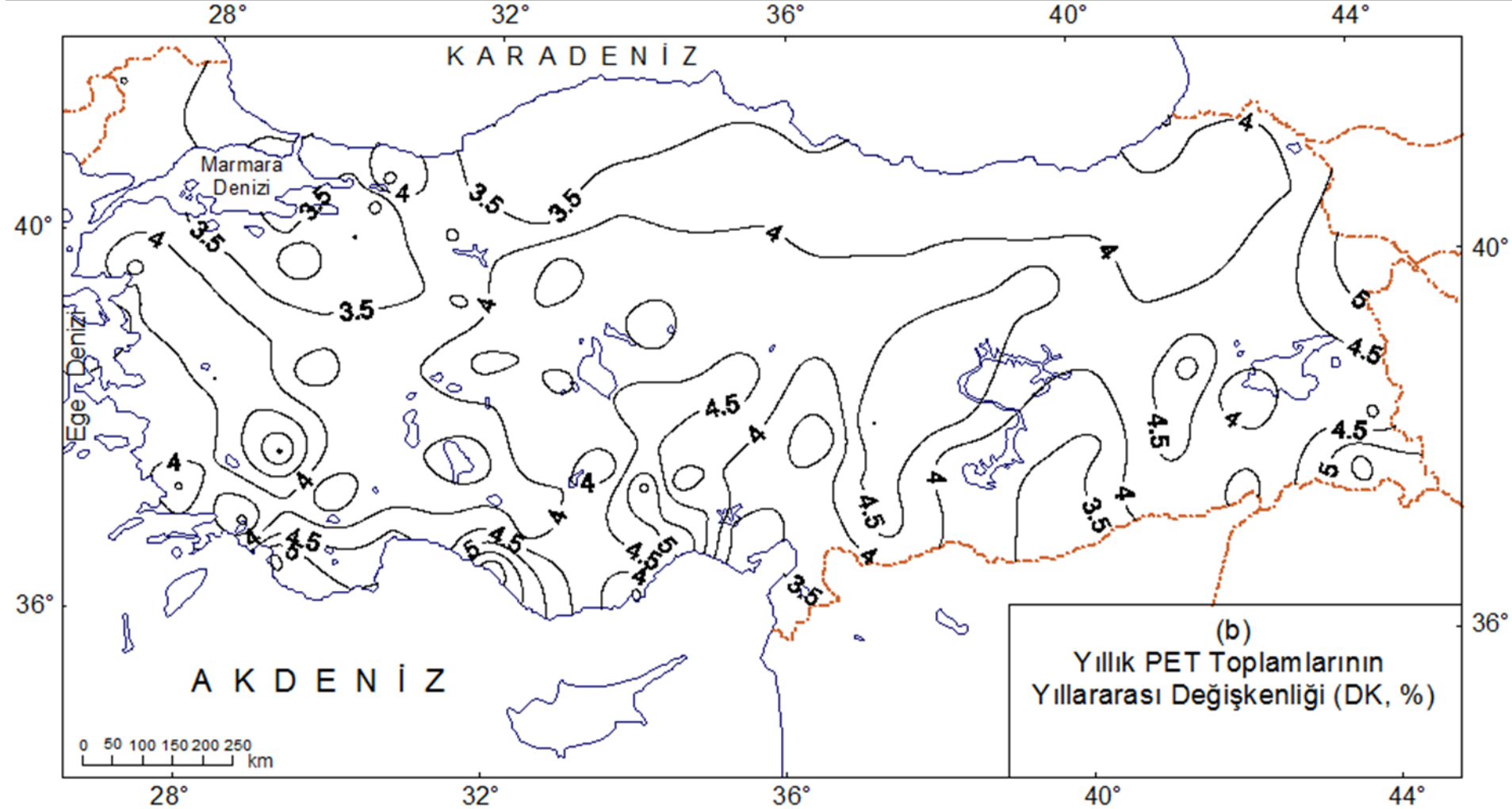
# Coefficients of Variation for Annual Precipitation (CV, %)

## Yıllık Yağışların Değişim Katsayısı (%)



# Coefficients of Variation for Annual PET (CV, %)

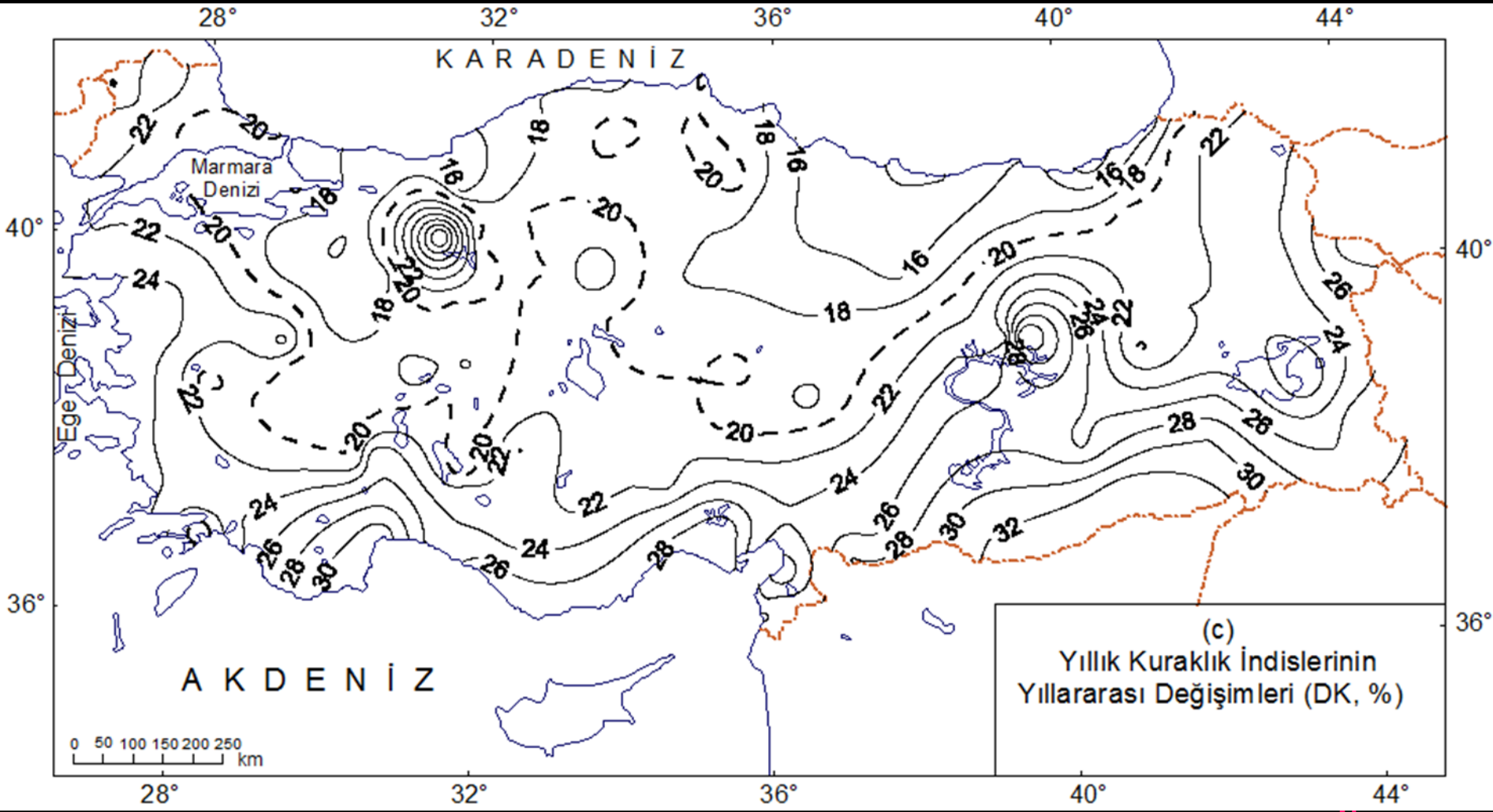
## Yıllık PET Değişim Katsayısı (%)





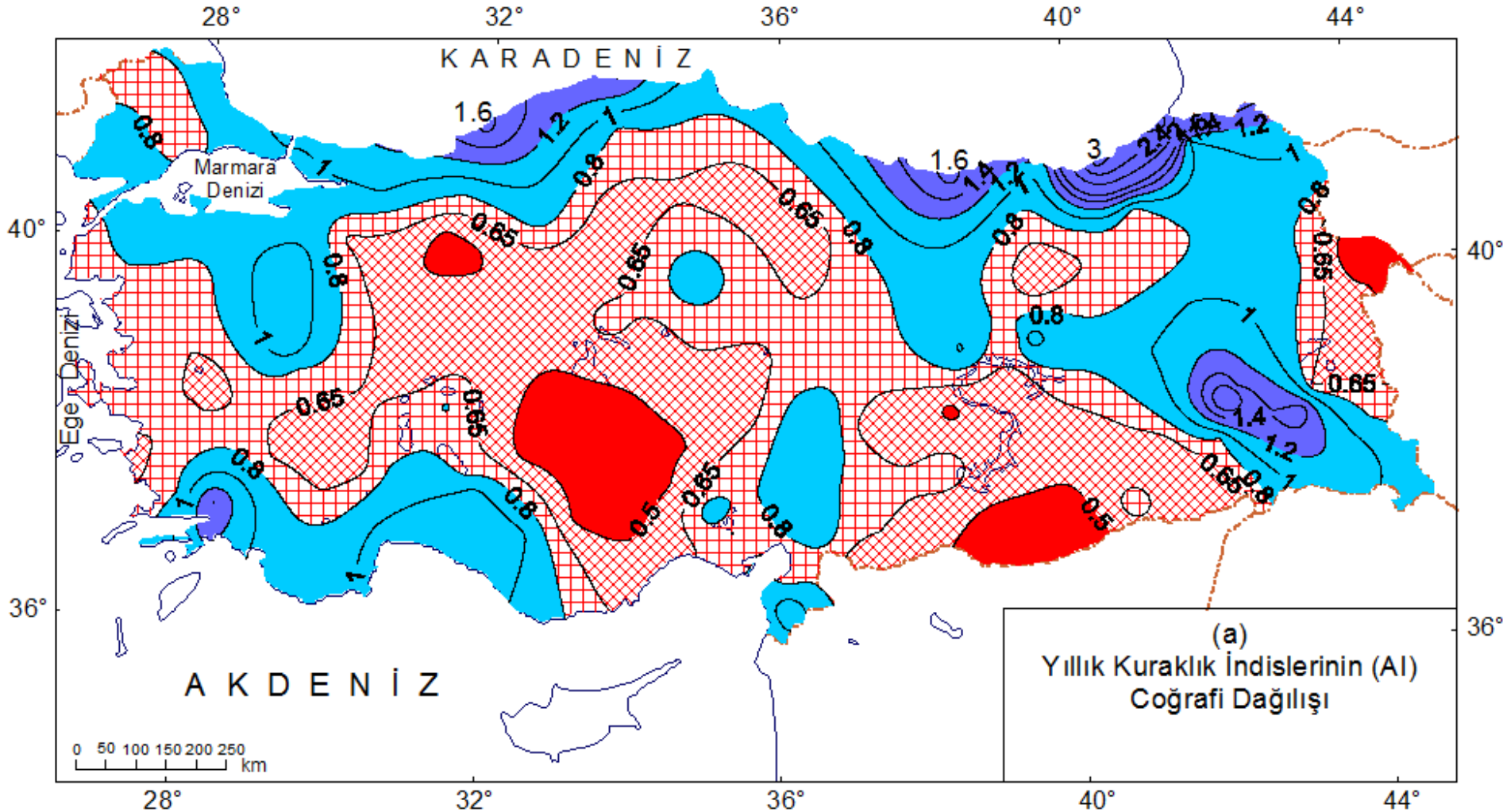
# Coefficients of Variation for Annual Aridity Index (CV, %)

## Yıllık Kuraklık İndislerinin Değişim Katsayısı (%)

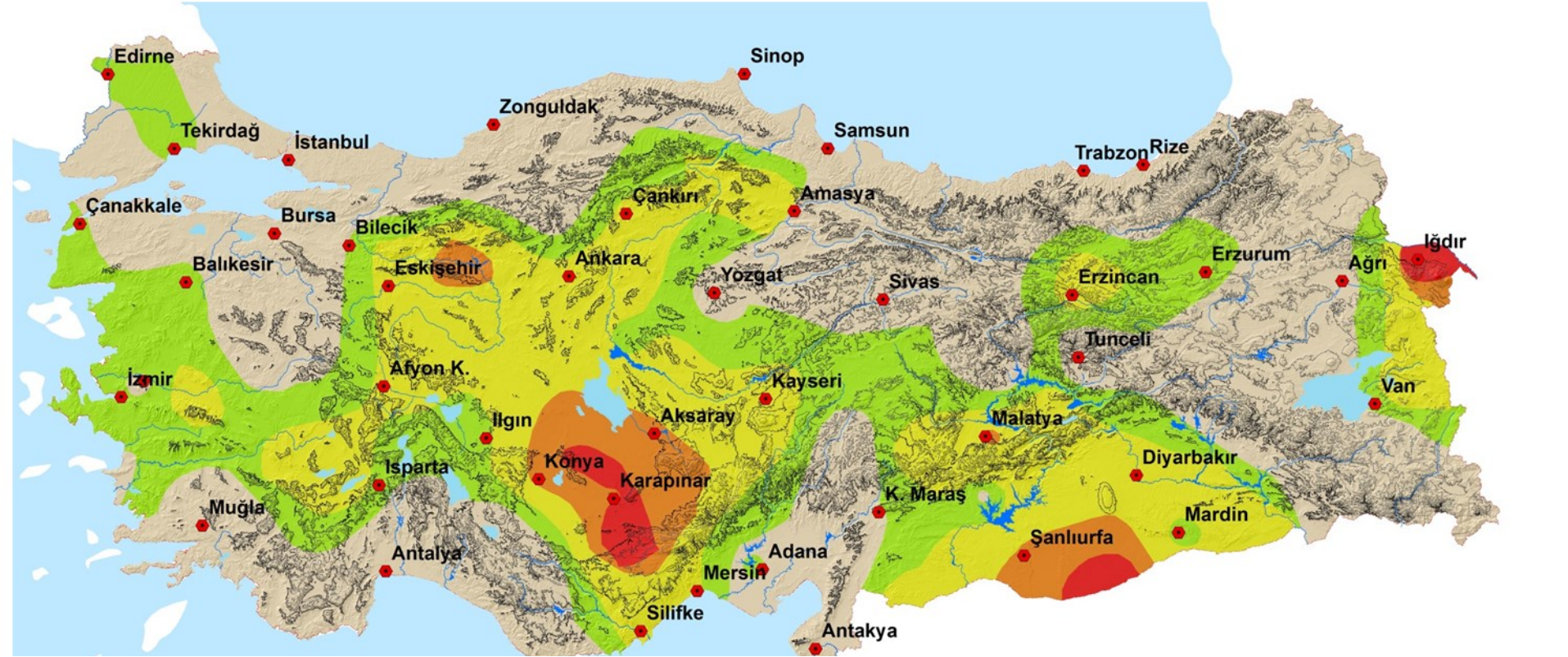


# Annual Aridity Index (AI)

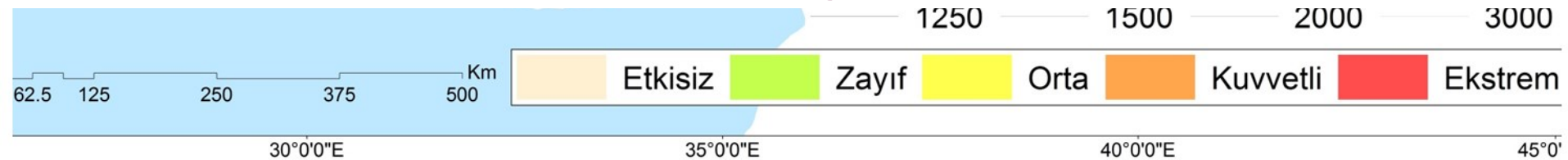
## Yıllık Aridite İndisi (AI)



# Türkiye'nin klimatolojik olarak çölleşme potansiyeline sahip olan Çölleşmeye Duyarlı arazilerinin 'Çölleşmeden Etkilenebilirlik Şiddet Sınıfları'



Turkey's Severity Classes of Desertification Vulnerability according to the Climatological Aspects



- 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. (Kabul edilmiş ancak henüz yayımlanmamış Araştırma Projesi Raporu)

(5)

# KURAKLIK AFETİ ETKİLENEBİLİRLİK VE RİSK ÇÖZÜMLEMESİ VE DEĞERLEMESİ İÇİN

Başlıca Tanım, Yaklaşım ve Yöntemler

## **Basic Definition, Approach and Methods for Analysis and Valuation of the Drought Disaster Vulnerability and Risk**

(2015 TAFRİSK Trend Analysis Report of Turkey on  
Drought Disaster Risk Modelling)

# Temel Kavramlar

- **Doğal Afet:** Biyosferde hasar yapıcı ve zarar verici afet boyutundaki Şiddetli bir olayla sonuçlanabilen doğal sũreç ya da olay.
- Afet olayları, büyüklük (magnitüd) ya da Şiddet, frekans, süre, etki ya da yayılım alanı, gelişim hızı, alansal ve zamansal boyutlarda değişmektedir. Örnek: deprem, tropikal ve orta enlem siklonları ve fırtınaları, taşkın ve seller, kuraklık, vb.
- **Doğal Felaket ya da Afetsel Tehlike:** Etkilenenlerin baş etme olanak ve yeteneklerini aşarak, can ve mal, ekonomik, ekolojik ve çevresel kayıpların ortaya çıkmasına neden olan Şiddetli bir doğal olayın ya da afetin tetiklediği ciddi bir yıkım ya da felaket.
- **Afet Riski:** Doğal ya da insan kaynaklı afet tehlikesi ve etkilenebilirlik arasındaki etkileşimlerin yol açtığı hasar/zarar verici sonuçlarının ya da beklenen kayıpların (ör. can ve mal/mũlk kayıpları, insanların yaralanması, çiftlik hayvanlarının telef olması, ekonomik etkinliklerin kesintiye uğraması ya da çevrenin ve ekosistemin hasar görmesi, vb.) oluşma ya da gerçekleşme olasılığı.

# METODOLOJİK BİLEŞENLER

**Amacı:** Kalıcı kuraklık planlamasına yardımcı yöntemlerin tanımlanması ve yönetimsel eylemler için gerekli eşiklerin seçilmesi

**Niteliği:** Sonuçların sunumunda nesnellik ve sadelik

**Kuraklığın nitelenmesi ve kuraklık izleme**

**Analiz yöntemleri:**

Meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklıkları nitelendirmeye yönelik gösterge (indis) ve değişkenlerin biresimi ya da birlikte ele alınması.

**Kuraklık riskinin değerlendirilmesi**

**Analiz yöntemleri:**

1. Potansiyel risklerin nitel (kalitatif) değerlendirmesi (paydaşlar ile danışma yoluyla)  
2. Oluşma ya da hasar olasılıklarının nicel (kantitatif) değerlendirmesi.

**Kuraklıktan etkilenebilirliğin değerlendirilmesi**

**Analiz Yöntemleri:**

Bir sistemi kuraklık kayıplarından zarar görebilir ya da etkilenebilir yapan özelliklerini tanımlamaya yönelik gösterge (indis) ve değişkenlerin biresimi ya da birlikte ele alınması.

## UYGULAMA BİLEŞENİ

**Amaç:** Bir kuraklık olayı sırasında var olan sürekli kuraklık planlama ve önlemlerinin operasyonel yönlerinin tanımlanması (kuraklık yanıtı ya da tepkisi)

# Kuraklık Riski ve Riskin Modellenmesi

## (Drought Risk and Modelling of the Risk)

- Bir kuraklık olayının ya da kuraklık afetinin ne zaman başladığının ve “gerçek” anlamda hangi coğrafi alanlarda (iklim kuşağı ya da bölgesi, ülke, bölge, bölüm, yöre, il, havza, vb.) etkili olduğunun kesin olarak belirlenmesi kolay bir iş olmadığı için,
- “**Kuraklık Risk Modellemesi**” de çoğunlukla **karmaşık bir süreç** olarak kabul edilir (Dao ve Peduzzi, 2003; Peduzzi ve ark., 2009; UNDP, 2002; UNDP/BCPR, 2004; vb.).
- **Bunda 3 etmen etkilidir:**
  - Yağışın alan ve zamanda yüksek bir değişkenlik göstermesi.
  - Yağıştaki aynı ya da çok yakın tutarlardaki azalmanın, iklim, toprak, vejetasyon, tarımsal ürün deseni ile sulama alt yapısı ve uygulamasındaki farklılıklardan kaynaklanan farklı etkiler nedeniyle, çeşitli düzeylerde kuraklık afetleri ile sonuçlanması.
  - Savaşlar, kötü ve yetersiz yönetim, vb. gibi daha çok insan kaynaklı nedenlerin, gıda güvensizliği ve yetersizliği gibi etmenler yoluyla kuraklığın etkilerini şiddetlendirmesi, vb.



# Türkiye Kuraklık Afeti Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemesi Çalışmaları İçin Gerekli Bilgi ve Veriler - 1

- “**Kuraklık ilişkili tarımsal üretim kayıpları**” ve “**Kuraklıklardan etkilenmiş olan coğrafi alan birimindeki nüfus**” başta gelmek üzere aşağıda listelenen sosyoekonomik ve kuraklık afetinden etkilenmişlik bilgi ve verilerine gereksinim vardır.
- Türkiye ölçeğinde ya da belirli bir coğrafi alan birimi için başlangıçta dikkate alınabilecek **sosyoekonomik göstergeler** şunlardır:
  - Gayrisafi Milli Hasıla (GDP),
  - Tarımın (bitkisel ve hayvansal) GDP içindeki Payı (%),
  - Tarımsal ürün elde edilen (ekilen) arazi büyüklüğü (hektar) ve genel arazi içindeki payı (%),
  - Etkilenen alandaki **kuraklık ilişkili** tarımsal üretim kayıpları (toplam ya da hektar başına);
  - Kuraklıklardan etkilenmiş olan coğrafi alan birimindeki nüfus.

# Türkiye Kuraklık Afeti Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemesi Çalışmaları İçin Gerekli Bilgi ve Veriler - 2

- Okur-yazarlık (%),
- Nüfus, nüfus yoğunluğu, kırsal ve kentsel nüfus oranları, vb
- Sulama oranı ve türü,
- İçme ve kullanmaya ilişkin su yapılarının durumu,
- Su Kullanım İndisi,
- Kişi başına su tüketimi,
- Nitelikli suya erişen nüfusun payı (%) (toplamda, kentsel, kırsal),
- Tıp doktoru sayısı (1000 kişi başına),
- Kadın ve erkeklerde yaşam beklentisi,
- 5 yaşın altındaki çocuk ölüm oranı,
- Radyo ve televizyon sayısı (1000 kişi başına), vb.

# Fiziksel Bakı İndisi (Physical Exposure Index)

- **Kuraklık için Fiziksel Bakı İndisi** olarak, kuraklık olaylarının sıklığı, etki süresi ve şiddet değerlendirmelerine temel oluşturmak üzere, **Standartlaştırılmış Yağış İndisi** (SPI) kullanıldı.
- SPI kuraklık sınıfları, 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanabilen SPI anomalileri, kuraklığın süresi, şiddeti, sıklığı ve coğrafi dağılış desenleri nesnel ve karşılaştırması kolaylıkla yapılabilecek biçimde belirlenir.
- Ayrıca, herhangi bir klimatoloji/meteoroloji istasyonunda, çeşitli kuraklık sınıflarının, çeşitli zaman adımlarında ve yılın her ayı, mevsimi ya da tüm yıl (12 ay) için, **kuraklık afet sıklıkları** (klimatolojik olasılıklar) da hesaplanabilir (Türkeş, 2010, 2014ab; Türkeş ve Tatlı, 2008, 2009a, 2009b, 2010, 2011; vb.)

# Afet Riskinin Modellenmesi – 1

## (Modelling of the Hazard and Disaster Risk) (UNDP/BCPR, 2004)

- Afet riskinin modellenmesinde kullanılan formül 3 bileşenden oluşur.
- Bunlar, **felaket/afet oluşumunun olasılığı**, **riskteki öge** (insan nüfusu) ve **etkilenebilirlik** olarak alınır.
- Afet riski bu 3 bileşenin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar ve afetten etkilenmiş olan bir alanda yaşayan insan nüfusu açısından hesaplanır ve değerlendirilir.
- Afet riskinin modellemesinde aşağıdaki formül dikkate alınır:

$$0 \text{ (Afet)} \times \text{Nüfus} \times \text{Etkilenebilirlik} = 0 \text{ (Afet Riski)}$$

## Afet Riskinin Modellenmesi – 2 (UNDP/BCPR, 2004)

- Sadeleştirilmiş risk ( $R$ ) eşitliği:

$$R = Af \cdot Pop_{Ets} \cdot Etb$$

Burada;  $Af$ , doğal afeti;  $Pop_{Ets}$  etkiye uğrayan bir alanda yaşayan nüfusu;  $Etb$ , etkilenebilirliği gösterir.

- Buna göre: Risk,
  - ölen insan sayısına;
  - doğal afetin sıklığı ve şiddetine;
  - etkiye uğrayan alandaki insan nüfusuna;
  - etkilenebilirliğin, etkilenen nüfusun sosyal, politik ve ekonomik niteliğine ve
  - afetle baş etme kapasitesine, olanağına ve yetisine bağlıdır.

## Afet Riskinin Modellenmesi – 3 (UNDP/BCPR, 2004)

- Afetten etkilenmiş nüfusun ( $Pop_{Ets}$ ) afet (ör. afetin sıklığı,  $Frk$ ) ile çarpılması ise, **fiziksel etkilenmişliği (afet bakısı,  $FizEts$ )** hesaplamak için kullanılır:

$$FizEts = Pop_{Ets} \cdot Frk$$

- Olayın sıklığı, belirli bir alan için kaydedilen olay sayısının var olan gözlem yıllarının sayısına bölünmesiyle elde edilir. Bu yolla, ortalama koşullarda **afet sıklığı** ya da başka bir deyişle (ör. kuraklık için) **“klimatolojik olasılığı”** elde edilir.

## Afet Riskinin Modellenmesi – 4 (UNDP/BCPR, 2004)

- Aşağıdaki Eşitlik, fiziksel bakının risk değerlendirmesi amacıyla kullanımını gösterir:

$$R = FizEtş \cdot Etb$$

- Burada;  $FzEtş$ , fiziksel etkilenmişliği;  $Etb$  ise, etkilenebilirliği gösterir.
- Doğal afetler nedeniyle oluşması beklenen kayıplar, bir alandaki popülasyonun karşı karşıya kaldığı tüm risk türlerinin toplamına eşit olmalıdır:

$$\mathbf{Risk}_{Toplam} =$$

$$\sum_{i=1}^n (Risk_{Taşkın} + Risk_{Deprem} + Risk_{Kuraklık} + Risk_{Fırtına} + Risk_{T.Siklon} + \dots Risk_n)$$

# Etkilenebilirlik ve Risk Metodolojisi İçin Genel Sonuç (A General Conclusion for the Vulnerability and Risk Methodology)

- Tüm bu hesaplama ve değerlendirmelerin tam anlamıyla yapılabilmesi, çözümlenmeler için uygun ve gerekli sosyoekonomik «**optimum**» bilgi ve verilerin varlığı ve sağlanması durumunda olanaklıdır ve ancak bu koşullarda başarıya ulaşabilir.



(6)

TÜRKİYE'DE KURAKLIK AFETİNİN  
ETKİLENEBİLİRLİK VE RİSK ÇÖZÜMLEMESİ,  
DEĞERLEMESİ VE SONUÇLARIN  
YORUMLANMASI

**Vulnerability and Risk Analysis and Valuation  
of the Drought Disaster in Turkey, and  
Evaluation of the Results**

(2015 TAFRİSK Trend Analysis Report of Turkey on  
Drought Disaster Risk Modelling)

# ABD İçin Hazırlanan **Sosyal Etkilenebilirlik İndisi (SVI)** Veri Tabanının Değişken ve Parametreleri (Flanagan *et al.*, 2011).

<b>Toplam Etkilenebilirlik</b>	<b>Sosyoekonomik Durum</b>	Yoksulluk Sınırı
		İşsizlik
		Gelir
		Eğitim düzeyi
	<b>Ev halkı durumu ve Engellilik</b>	65 yaş ve üstü
		17 yaş ve altı
		5 yaşından büyük engelli sayısı
		Tek ebeveynli konut
	<b>Azınlık Durumu ve Dil</b>	Azınlık
		İyi seviyesinden az İngilizce konuşma
	<b>Konut ve Taşıma</b>	Çok-birimli yapılar
		Taşınabilir evler
		Araç durumu
		Grup ikametgahı

SVI haritalarının hazırlanması, potansiyel olarak afetlerden etkilenebilir alanların ve/ya da yerleşim merkezlerinin gösterilmesini sağlar ve afet döngüsü evrelerinde etkin bir biçimde kullanılabilir.

# Türkiye’de Kuraklık Afeti Etkilenebilirlik Çözümlemesi ve Değerlemesi için Çeşitli İndikatörleri İçeren SEI Verileri

Etkilenebilirlik Sınıfı	İndikatör
Öğretim	Okuryazarlık (%)
Demografi	Nüfus artış hızı (%)
	Nüfus yoğunluğu (kişi/km <sup>2</sup> )
	Kırsal nüfusun toplam nüfus içindeki oranı (%)
	Nüfus değişim (göç) hızı (%)
Ekonomik etkinlik	Kuru marjinal tarım
	Kuru mutlak tarım
	Sulu marjinal tarım
	Sulu mutlak tarım
	Bitkisel Üretim Değeri (%)
	Canlı Hayvan Değeri (%)
Sağlık, sağlık koruma ve baş edebilme kapasitesi	Belediyelerde sağlanan günlük su tutan (litre/kişi-gün)
	Yüzbin kişi başına düşen hastane yatak sayısı
	Nüfus sayısı (> 65 yaş)
	Nüfus sayısı (< 5 yaş)
	Ortalama hane halkı büyüklüğü
Doğal çevre	Çayır
	Mera
	Orman

# **Kuraklık Afeti Risk Değerlendirmesi İçin Frekansların Hesaplanması**

- SPI klimatolojik kuraklık olasılıklarından **normalin altında tam kurak olma olasılıkları** ve **aşırı kurak olma olasılıkları** için risk değerlendirmesi yapıldı.
- Aynı ile ait birden fazla olasılıkların olması durumundaysa, o il için ortalama olasılık değerleri dikkate alındı.

**SPI yaklaşımı** ile hesaplanan kuraklık (nemlilik) olaylarının ve klimatolojik oluşma olasılıklarının **Türkiye Kuraklık Risk Çözümlemesi ve Değerlemesi** amacıyla özel sınıflandırılması

<b>Standart Yağış İndisi (SPI)</b>	<b>Yağış (Kuraklık/Nemlilik) Sınıfı</b>	
<b>2 ve üzeri</b>	<b>Aşırı nemli</b>	<b>Normalin üzerinde 'tam' nemli</b>
<b>1.5 – 1.99</b>	<b>Çok nemli</b>	
<b>1 – 1.49</b>	<b>Orta düzeyde nemli</b>	
<b>-0.99 – 0.99</b>	<b>Normal</b>	
<b>-1 – -1.49</b>	<b>Orta düzeyde kurak</b>	<b>Normalin altında 'tam' kurak</b>
<b>-1.5 – -1.99</b>	<b>Şiddetli kurak</b>	
<b>-2 ve altı</b>	<b>'Aşırı' kurak</b>	
<b>Standart Yağış İndisi (SPI)</b>	<b>Yağış (Kuraklık/Nemlilik) Sınıfı</b>	
<b>1 ve üzeri</b>	<b>Normalin üzerinde 'tam' nemli</b>	
<b>-0.99 – 0.99</b>	<b>Normal</b>	
<b>-1 ve altı</b>	<b>Normalin altında 'tam' kurak</b>	

# Kuraklık Afeti Risk Değerlendirmesi İçin Hesaplama ve Algoritmaya İlişkin Bazı Notlar

1. Çayır, Kuru Marjinal Tarım, Kuru Mutlak Tarım, Sulu Marjinal Tarım, Sulu Mutlak Tarım, Mera ve Orman verileri de kullanıldı. Bu veriler 0.5-1 arası için normalleştirildi. Benzer bir uygulama ABD'de sel değerlendirmesi için yapılmış.
2. Bu yaklaşımımızın ana gerekçesi, veriler 0-1 arası için normalleştirilseydi, kuraklıktan doğrudan etkilenecek bir çok alan yeterli temsil edilemeyecekti (yüksek değerler veriye egemen oluyor).
3. Hesaplamalarda, nüfus verisinin yanı sıra, coğrafi ve çevresel veriler de kullanıldığı için, elde edilen indis, artık yalnız bir '**Sosyal Etkilenebilirlik İndisi**' değil, risk çözümleme ve değerlendirmelerinde olması istenen tam bir '**Etkilenebilirlik İndisi**' karşılığıdır.

# Afet Risk Modellemesi

$$R = FizEtş \cdot Etb$$

$$FizEtş = Pop_{Etş} \cdot Frk$$

Burada;

- $R$ , afet riskini;
- $FzEtş$ , fiziksel etkilenmişliği (etkiye uğrama, bakı);
- $Etb$ , etkilenebirliliği;
- $Pop_{Etş}$  Afetten etkilenmiş nüfusu (**BU VERİ YOK**) ve
- $Frk$ , belirli bir büyüklük ya da şiddet düzeyi için belirlenen bir afet olayının sıklığını gösterir.

# *SPI* Normalin Altında 'Tam Kuraklık Olasılığı' koşullarında, Türkiye Potansiyel **Kuraklık** 'Afet/Felaket' Riski Değerlemelerinin Alansal Dağılışı





# SPI Normalin Altında 'Aşırı Kuraklık Olasılığı' koşullarında, Türkiye Potansiyel **Kuraklık** 'Afet/Felaket' Riski Değerlemelerinin Alansal Dağılışı



Dinlediđiniz için çok teŖekkür ederim

**Thank you very much for listening me**

# Seçilmiş Kaynaklar - 1

- Öztürk, T., Ceber, Z. P., Türkeş, M. and Kurnaz, M. L. 2015. Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology* 35: 4276–4292. DOI: 10.1002/joc.4285
- Şahin, S., Türkeş, M., Wang, S-H., Hannah, D. and Eastwood, W. 2015. Large scale moisture flux characteristics of the Mediterranean Basin and their relationships with drier and wetter climate conditions. *Climate Dynamics* 45(11): 3381-3401. DOI 10.1007/s00382-015-2545-x
- Tatlı, H. and Türkeş, M. 2011. Empirical orthogonal function analysis of the Palmer drought indices. *Agricultural and Forest Meteorology* 151(7) (July 2011): 981–991. doi:10.1016/j.agrformet.2011.03.004.
- Turp, M. T., Öztürk, T., Türkeş, M. and Kurnaz, M. L. 2014. RegCM4.3.5 bölgesel iklim modelini kullanarak Türkiye ve çevresi bölgelerin yakın gelecekteki hava sıcaklığı ve yağış klimatolojileri için öngörülen değişikliklerin incelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi* **23**(1): 1-24.

## Seçilmiş Kaynaklar - 2

- Türkeş M. 1998. Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* **18**: 649–680.
- Türkeş M. 1999. Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* **23**: 363-380.
- Türkeş, M. 2010. Klimatoloji ve Meteoroloji. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi - Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 + XXII sayfa, İstanbul.
- Türkeş, M. 2011a. Dünyada ve Türkiye’de iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. In: II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiri Kitabı (EK): 5-19. Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 22-25 Kasım 2011, Kızılcahamam - Ankara.
- Türkeş, M. 2011b. Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* **9**: 79-99.

## Seçilmiş Kaynaklar - 3

- Türkeş, M. 2012. A detailed analysis of the drought, desertification and the United Nations Convention to Combat Desertification. *Marmara Journal of European Studies Çevre Özel Sayısı 20 (1): 7-56.*
- Türkeş, 2013a. İklim Verileri Kullanılarak Türkiye'nin Çölleşme Haritası Dokümanı Hazırlanması Raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayını, ISBN: 978-6054610-51-8, 57 sayfa: Ankara.
- Türkeş, M. 2013b. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 4 (2): 1-32.*
- Türkeş, M. 2014a. İklim Değişikliğinin Tarımsal Gıda Güvenliğine Etkileri, Geleneksel Bilgi ve Agroekoloji. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 2(2): 71-85.*
- Türkeş, M. 2014b. Türkiye'deki 2013-2014 kuraklığının ve klimatolojik/meteorolojik nedenlerinin çözümlenmesi. *Konya Toprak Su Dergisi 2: 20-34.*

## Seçilmiş Kaynaklar - 4

- Türkeş, M. 2015. Biyocoğrafya: Bir Paleocoğrafya ve Ekoloji Yaklaşımı. Gözden Geçirilmiş İkinci Basım, Kriter Yayınevi - Fiziki Coğrafya Serisi No: 3, ISBN: 978-605-4613-87-8, 457 + XXXL sayfa. Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam ve Sanayi Tic. Ltd. Şti: Ankara.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2003. Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000. *International Journal of Climatology*, 23: 1771-1796.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2005. Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic oscillation during the period 1930–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81: 45–69.
- Türkeş, M. and Erlat, E. 2009. Winter mean temperature variability in Turkey associated with the North Atlantic Oscillation. *Meteorology and Atmospheric Physics* 105: 211–225. DOI: 10.1007/s00703-009-0046-3

## Seçilmiş Kaynaklar - 5

- Türkeş, M. ve Tatlı, H. 2008a. Aşırı kurak ve nemli koşulların belirlenmesi için yeni bir standartlaştırılmış yağış indisi (yeni-SPI): Türkiye'ye uygulanması. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu Bildiri Kitabı, 528-538. İstanbul.
- Türkeş, M. ve Tatlı, H. 2008b. Türkiye'de kuraklık olasılıklarının standartlaştırılmış yağış indisi (SPI) kullanılarak saptanması ve iklimsel değişkenlik açısından değerlendirilmesi. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Ed., Ünal Akkemik), 55-62. Bahçeköy - İstanbul.
- Türkeş, M. and Tatlı, H. 2009. Use of the standardized precipitation index (SPI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology* 29: 2270–2282. DOI: 10.1002/joc.1862