

# İklim ve vejetasyon sınıflandırması konusunda yeni bir indis denemesi

LÜTFİ İHSAN SEZER

## GİRİŞ

Tabiatta canlı hayatının devamını sağlayan önemli iki büyük dolaşım mekanizmasından biri olan «hidrolojik dolaşım» yolu ile genel atmosfer sirkülasyonunun içinde, muayyen bir su kütesinin yeryüzü ve atmosfer arasında sürekli bir dolaşım halinde olduğu bilinmektedir. Bu olay esnasında, «yağış» olarak yağmur, kar ve dolu şeklinde yeryüzüne ulaşan suyun bir kısmı, yeryüzü ve yeraltında dolaşarak akarsular halinde göl ve denizlere kavuştuktan sonra buharlaşma olayı ile; diğer bir kısmı da, canlılarda birtakım hayati faaliyetlerde bulunduktan sonra, terleme ve diğer yollarla tekrar atmosfere dönmektedir.

Yukarıda kısaca açıklamaya çalıştığımız «hidrolojik» dolaşımın «kilit» noktasında yer alan yeryüzünün veya onun bir parçasının bu dolaşımdan ne ölçüde etkilendiği, başka sözle; gelirinin (yağışın) giderinden (evapotranspirasyondan) fazla olup-olmadığı sorusu, ERİNÇ'in (1965) de ifade ettiği gibi, XIX. yüzyılın ortalarından itibaren bilim adamlarını düşünmeğe sevketmiştir<sup>(1)</sup>. Bilim adamlarının çokluğu ve çok değişik olan düşünce tarzları cevaplara da yansıtıldığından çok sayıda ve çeşitte formülün ortaya çıkmasına neden olmuştur. Aynı müellif, bilim adamlarının ve formüllerinin çok çeşitli olmasının yanında, gelir hanesinde hemen hemen hepsinin yağışı kullanmaları gibi, ortak özelliklerinin de var olduğuna değinerek, çok çeşitli olan bu formülleri dört büyük grup altında toplamaktadır.

a. Yağış-suhunet oranına dayananlar : Linser, Lang, Köppen (1918-1931, de Martonne, Emberger (a), Crowther, McKibbin, Angström, Selyaninof, Giacobbe, Gorczyński, Bagnouls-Gaussin formülleri gibi formüller bu gruba girer.

b. Yağış - buharlaşma veya buharlaşma - yağış oranına dayananlar: Bu gruba giren formüller arasında Transeau, Penck, Prescott, Thornthwaite (Halstead ve Garnier tarafından tadil edilmiş şekli dahil), Wilson, Trumble, Stenz, Crowe ve biraz farklı olmakla beraber Boudyko formülleri sayılabilir.

c. Yağış-ışba noksanı oranına dayananlar : Köppen (1900), Oldekop, Szymkiewicz, Meyer formülleri bu gruba girer.

d. Yağış rejimine dayananlar: Walter ve Emberger (b) bu gruptadır.

Yukarıda adı geçen müellif, en uygun formülün basit fakat iyi neticeler veren ve en başarılı karşılaştırmaları sağlayan formül olması gerektiğine önemle işaret etmektedir. Yazar, bu düşünceden hareketle aşağıda belirtilen formülü teklif etmiştir.

$$I_m = \frac{P}{Tom} \text{ (YILLIK)}$$

Formülde;  $I_m$  : Yağış müessiriyeti indisini,  
 $Tom$  : Ortalama maksimum sıcaklığı (°C),  
 $P$  : Ortalama yıllık yağış miktarını (mm) ifade etmektedir.

Formülün paydasında yer alan «Tom» değerinin 0°C'nin altına düştüğü aylar dikkate alınmamakta ve gerekçe olarak da, «bu aylarda düşen ve önemli bir kısmının sonraki aylarda evapotranspirasyona maruz kalan kar ve buz halinde tutulmuş yağışların müsbet tesirini göstermenin mümkün olacağı» gösterilmektedir.

Giacobbe'in 1938'de teklif etmiş olduğu formüldeki ( $t'/t';r'$  = Yaz mevsimindeki yağış toplamı «mm»,  $t'$  = En sıcak yaz ayının ortalama maksimum sıcaklığıdır «°C») benzer değerlere istinad eden ERİNÇ İNDİSİ, Türkiye şartlarına olan uygunluğu ve aşağıda belirtilen şekilde kategorilere ayrılmış olması bakımından Giacobbe formülünden ayrılır.

Tablo 1. ERİNÇ İNDİSİ'ne göre yağış müessiriyeti kategorileri  
(1969'daki son şekli).

KATEGORİ	İNDİSİ	BİTKİ ÖRTÜSÜ
Tam kurak	Im $\angle$ 8	Çöl
Kurak	8 $\angle$ Im $\angle$ 15	Çölümsü step
Yarı kurak	15 $\angle$ Im $\angle$ 23	Step
Yarı nemli	23 $\angle$ Im $\angle$ 40	Park görünümlü kuru orman
Nemli	40 $\angle$ Im $\angle$ 55	Nemli orman
Çok nemli	55 $\angle$ Im	Çok nemli orman

ERİNÇ İNDİSİ'nin diğer dikkate değer özelliği, aylara ve muayyen (mevsimlik ve altı aylık gibi) devrelere uygulanabilmesidir. Biz, bu ve diğer formüller üzerinde durmayacağız. Daha fazla bilgi edinilebilmesi için, ERİNÇ'in bu konudaki eserlerine bakılmalıdır.

### YENİ BİR YAĞIŞ ETKİNLİĞİ İNDİSİ

-Giriş- bölümünde kısaca değindiğimiz gibi yeryüzünün, gelir ve gider olayları olan yağış ve evapotranspirasyondan ne ölçüde etkilendiğini tesbit etmek amacımızdır. Çünkü bütün canlıların hayatlarını devam ettirebilmeleri, bu gelir - gider bilânçosuna bağlıdır ve bu bağlılık, toprak oluşumu ve tarımsal faaliyetler bakımından insan hayatının söz konusu olması sebebiyle çok büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, transpirasyon ve evaporasyon olayının bitkiler üzerinde genellikle zarardan çok faydalı etkide bulunduğu da gözden uzak tutulmamalıdır. Çünkü, stomalar sayesinde bitki hücrelerindeki su, su buharı ve oksijen halinde düzenli bir şekilde dışarı çıkarken, fotosentez için gerekli olan karbondioksit içeri girmekte ve bitki, bu düzenleme ile organik maddesini yaparak hayatını devam ettirebilmektedir. Aksi takdirde, yani; terleme ve buharlaşma meydana gelmediği durumlarda bitki hayatı tehlikeye girmektedir. Bitki hücrelerindeki su azaldığında ise, stomalar kapanmakta ve böy-

lece söz konusu tehlike de büyük ölçüde önlenmektedir. Bu sebeple, bitkilerdeki sararma ve kuruma olayının oluşmasında etkili olan en önemli faktör olarak, «evapotranspirasyon» kabul edilmekle beraber; toprakta magnezyum, kükürt, demir, manganez ve bakır gibi bitki besin elementlerinin noksanlığından ve diğer sebeplerden kaynaklanan bitki hastalıklarının ve bitkilerin hayat sürelerinin de büyük rol oynadığı düşünülmelidir. Bu husustaki bilgileri «toprak» ve «botanik» ile ilgili eserlerde bulmak mümkün olduğundan, bu konuya fazla yer vermiyoruz.

Burada, yeni formülümüzü tanıtmadan önce, diğer formüllerde gördüğümüz mahzurların kısaca belirtilmesinde yarar görmekteyiz.

Bunlar;

1. ERİNÇ İNDİSİ dışındaki formüller, Türkiye dışında tecrübe ve teklif edildiğinden en iyi neticeyi, ancak tecrübe edildiği ülkede verebilir.
2. Türkiye şartlarına uygun, objektif sayılabilecek verilere istinad eden herhangi bir formülün mevcut olmayışıdır. Objektif denilebilecek «yağış-buharlaştırma» oranına dayanan formüllerin ise, birinci maddede belirtildiği gibi, hem uygulama alanlarının ülkemiz dışında oluşu ve hem de Thornthwaite metodunda olduğu gibi yeryüzünün, bir sonraki aylara aktarma yapabilen üstü açık kutu gibi su depoladığının varsayılması, formüllerin Türkiye şartlarında mahzurlu olacağını göstermektedir.
3. «Yağış sıcaklık» oranına dayanan formüllerde - amaç, kolay elde etmek olsa bile - buharlaşmayı sağlayan faktörlerden sadece birinin esas alınması, formüllerin objektiflikten oldukça uzaklaşmalarına neden olmaktadır. Çünkü, sıcaklıktan daha da kolay elde edilebilen, sıcaklığı ve dolayısıyla buharlaşmayı da etkileyen bir faktör ve aynı zamanda bir veri olan «yükselti» veya «enlem» derecesinden hareketle, sıcaklıktan daha objektif sonuçlar elde edilebilirdi.

Bu gruba dahil edebileceğimiz diğer mahzurları ise şu şekilde özetle belirtmek mümkündür:

- a. Türkiye ile ilgili elde mevcut günlük meteorolojik veriler, sıcaklık ve buharlaşma değerleri mukayese edilerek taranmış ve sıcaklığın yalnız başına sanıldığı kadar «evaporasyon» meydana getirmediği sonucuna varılmıştır. Bu konuda, 1972 yılı meteorolojik verilerinden özellikle sıcak mevsimden seçtiğimiz şu örnekleri vermek yeterli olabilecektir:

**Ankara** : 14 Nisan'da ortalama sıcaklık 19.8°C; en düşük sıcaklık 9.5°C, oluşan buharlaşma miktarı ise 3.9 mm'dir ve ortalama sıcaklık değerinin yaklaşık 1/5'i kadardır.

**Diyarbakır** : 26 Temmuz'da ortalama sıcaklık 34.9°C; en düşük sıcaklık 25.7°C ve gerçekleşen buharlaşma miktarı 8.4 mm olup, sıcaklığın yaklaşık 1/4'i kadardır.

**Erzurum** : 6 Mayıs'ta ortalama sıcaklık 2.0°C ve en düşük sıcaklık 0.7°C iken, kaydedilen buharlaşma miktarı 0.5 mm olarak, ortalama sıcaklığın yaklaşık 1/4'i kadardır.

**Kastamonu** : 26 Temmuz'da ortalama sıcaklık 25.6°C; en düşük sıcaklık 16.7°C ve meydana gelen buharlaşma miktarı ise 3.3 mm'dir ve ortalama sıcaklığın sadece 1/8'i kadardır.

**Urfa** : 27 Temmuz'da ortalama sıcaklık 34.0°C ve en düşük sıcaklık 27.1°C iken, ancak 9.4 mm'lik buharlaşma meydana gelmiştir ki bu değer de, ortalama sıcaklığın yaklaşık 1/4'i kadardır.

Yukarıda verilen örneklerde de görüldüğü gibi, «buharlaşma» miktarları, «kantitatif» olarak ortalama sıcaklık değerlerine hatta en düşük sıcaklık değerlerine bile ulaşmamaktadır. İşte bu sebeple, «yağış-sıcaklık» oranına dayanan formüllerin tabiattaki gerçek durumu yansıtamayacakları kanaatindeyiz.

- b. Formüllerin «sıfır» °C'den düşük sıcaklıklarda uygulanma imkânının olmayışdır.
- c. Sıcaklığın yeryüzündeki her cisime aynı ölçüde etkide bulunduğu veya «termodinamik» bir deyimle yeryüzünün, bitkilerin su kütlelerinin, havanın, ... «siyah cisim» kabul edilmesidir.
- d. Sabit noktalar olarak, genellikle buzun erime sıcaklığı ile 760 mm civa basıncı altında kaynamakta olan suyun sıcaklığı esas alınarak derecelenip imal edilen termometrelerin ancak imal edildiği basınç şartlarına göre gerçek sıcaklıkları yansıtabileceğidir. Çünkü, «kaynama kanunları» gereğince, basınçla doğru orantılı olarak «kaynama noktası» da alçılıp yükselecektir.
- e. Katı, sıvı ve gazların genişmesini sağlayan önemli bir faktör ve cisimleri sıcak, ılık veya soğuk, ... olarak ayırtan, hissedilir fiziksel bir özellik olan «sıcaklık» ile kimyasal bir «bileşim» olan suyun (suyunun) birçok faktörün etkisi altında su buharına (gaza) dönüşmesi olayı olan «buharlaşma»nın birbirine denk kabul edilmesidir (v.b.).

Yukarıda özetle belirtmeğe çalıştığımız mahzurlar nedeniyle, söz konusu eksikliklerin giderilebileceği ve daha objektif sonuçların elde edilebileceği «yeni bir indis» deneme yoluna gidilmiştir. Yaptığımız araştırma ve incelemeler sonucunda, potansiyel evapotranspirasyonu en iyi şekilde «günlük maksimum buharlaşma» miktarının (mm) ifade edebileceği kanaatine ulaşılmış bulunuyoruz. Bu kanaata varmamızın başlıca sebeplerini ise şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Meteoroloji istasyonlarında ölçümü yapılabilen, «mm» olarak günlük su kaybını belirtebilen bir değer oluşu.
2. DÖNMEZ (1979)'in de ifade ettiği gibi «buharlaşma» bir yerin ikliminin ortaya konulmasında önemli bir faktördür.
3. ARDEL ve diğerleri (1969)'nin ifade ettikleri gibi, buharlaşma rasatları yapılırken, ölçümlerden belirli bir miktarın düşülmesi suretiyle tashih işleminin yapılmasıdır.
4. Amaç, rasat istasyonunda veya rasat siperindeki yağış etkinliğini tesbit etmek olmadığına göre, yapılan ölçümlerden maksimum veriler esas alınmalıdır ki, tabiattaki gerçek durumu daha iyi yansıtabilsin. Çünkü, atmosfer olaylarının yeryüzüne olan etkisi, rasat siperindekinden daha fazladır.
5. Yeryüzü, tamamiyle açık su yüzeyi olmadığına göre, kara yüzeyinde meydana gelebilecek buharlaşma miktarı, ARDEL ve diğerleri (1969)'nin de ifade ettikleri gibi, daha yavaş ve az olacaktır. Bu miktarı ise, gerçeğe çok daha yakın olarak ancak formülümüzde gider olarak esas almayı uygun gördüğümüz «günlük maksimum buharlaşma» miktarı (mm) yansıtabilecektir.
6. Evapotranspirasyonu ifade edebilecek bir meteorolojik veri olarak «buharlaşma» miktarının dikkate alınmasıyla, evapotranspirasyon olayının oluşmasını sağlayan, sıcaklık da dahil olmak üzere «birçok faktör» hesaba katılmış olacak ve bu şekilde «gerçek» duruma daha çok yaklaşılacaktır.

Önerilecek formülün aşağıda belirtilen özellikleri kapsamına özen gösterilmesinin daha uygun olacağı kanaatindeyiz:

1. Formül, basit matematiksel işlemlere dayanmalıdır.
2. Yıllara, mevsimlere, aylara, sıcak ve soğuk devrelere, günlere ve özellikle «vejetasyon süresi» ne uygulanabilmelidir.
3. Aynı formülle, gerek yıl içindeki ve gerekse vejetasyon süresindeki «net su açığı» tesbit edilebilmeli ve dolayısıyla «tarım» ve «ağaçlandırma» çalışmalarına uygulanabilmelidir.

4. Formül, mümkün olduğu kadar bütün meteoroloji istasyonlarına tatbik edilebilmelidir. Ayrıca, gerektiğinde kullanılması amacıyla, günlük maksimum buharlaşma rasadı yapılmayan istasyonların verilerinin tesbit edilebileceği «yardımcı formül» geliştirilmelidir.

5. Günümüze kadar teklifi yapılan ve yılın muayyen devrelerine uygulanabilen formüllerde «gelir» (yağış) değerleri yıllık değere «irca» edilirken, «gider» olarak esas alınan verilerin «sabit» bırakılmasıyla giderin aleyhine ortaya çıkan «sakınca», mümkün olduğu kadar giderilebilmelidir.

Yukarıda özetle belirtmiş olduğumuz hususları dikkate almak suretiyle teklif ettiğimiz formülün tanıtımına geçebiliriz.

### YENİ İNDİSİN BAĞINTILARI

$$I_h = \frac{P}{GME} \quad ; \text{ YILLIK (annual)} \quad (1).$$

$$I_h = \frac{2 (\Sigma p_y)}{gME_y} \quad ; \text{ ALTI AY İÇİN (for six months)} \quad (2).$$

$$I_h = \frac{4 (\Sigma p_m)}{gME_m} \quad ; \text{ MEVSİMLİK (seasonal)} \quad (3).$$

$$I_h = \frac{12 (P_a)}{gME_a} \quad ; \text{ AYLIK (monthly)} \quad (4).$$

$$I_h = \frac{\frac{365}{\Sigma v g} (\Sigma p_v)}{gME_v} \quad ; \text{ VEJETASYON SÜRESİ İÇİN (for a period of vegetation)} \quad (5).$$

$$I_n : \frac{365 (p_a)}{\overline{gME_a}} : \text{GÜNLÜK (daily)} \quad (6)$$

Yukarıda verilen bağıntılarda;

- $I_n$  : Bütün bağıntılarda «yağış etkinliği indisi».
- (1).  $P$  : Ortalama yıllık yağış miktarı (mm).
- $GME$  : Günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değeri (mm).
- (2).  $2 (\Sigma p_y)$  : Altı ayın ortalama yağış miktarları toplamının yıllık devreye «irca» edilmiş değeri (mm).
- $\overline{gME_y}$  : Altı ay içinde görülen, en yüksek günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değer ile ortalaması (mm).
- (3).  $4 (\Sigma p_m)$  : Mevsimleri teşkil eden ayların ortalama yağış miktarı toplamının yıllık tutara «irca» edilmiş değeri (mm).
- $\overline{gME_m}$  : Mevsimleri teşkil eden aylar içinde görülen en yüksek günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değer ile ortalaması (mm).
- (4).  $12 (p_a)$  : Aylık ortalama yağış miktarının yıllık tutara «irca» edilmiş miktarı (mm).
- $\overline{gME_a}$  : Ayın günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değerle ortalaması (mm).
- (5). 365 : Yıl içindeki toplam gün sayısı.
- $\Sigma$  v.g. : Vejetasyon süresindeki günlerin toplam sayısı
- $\overline{gME_v}$  : Vejetasyon süresinde görülen en yüksek günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değerle ortalaması (mm).



- $\Sigma p_e$  : Vejetasyon süresindeki ortalama günlük yağış miktarlarının toplamı (mm).
- (6)  $365 (P_e)$  : Ortalama günlük yağış miktarının yıllık tutara «irca» edilmiş değeri (mm).
- $\overline{gME_a}$  : Günlük maksimum buharlaşma miktarının aylık değerinin yıllık değerle ortalaması (mm.)

## YENİ İNDİSİN YARDIMCI FORMÜLLERİ

1. Buharlaşma rasadı yapılmayan meteorolojik istasyonların, günlük maksimum buharlaşma miktarının aylık ve yıllık değerlerini L. TURC, VISENTINI ve J. LOUP formüllerinden yararlanılarak, tarafımızdan geliştirilen aşağıdaki bağıntılarla yaklaşık olarak hesaplamak mümkündür:

$$S_{gme} = L_e \times K \quad (7)$$

$$S_{gme} = JV_e \times K \quad (8)$$

Yukarıda verilen bağlantılarda;

$S_{gme}$  : Her iki bağıntıda, «günlük maksimum buharlaşma» miktarının aylık ve/veya yıllık değeri (mm).

K : Türkiye'de buharlaşma rasadı yapan meteoroloji istasyonlarında ölçülmüş günlük maksimum buharlaşma miktarlarının aylık ve yıllık değerlerinin, ölçülmüş aylık ve yıllık buharlaşma miktarlarına oranlanmasıyla (e/E), Türkiye'nin coğrafi bölümleri düzeyinde, aylık ve yıllık olarak tesbit edilen ve «Tablo : II»'de verilen «katsayılar»dır.

(7)  $L_e$  : L. TURC formülü ile hesaplanan aylık ve/veya yıllık buharlaşma miktarı (mm).

(8)  $JV_e$  : J. LOUP veya VISENTINI formülü ile hesaplanan yıllık buharlaşma miktarı (mm).

UNSUR	A Y L A R												YILLIK
	Ağ.	Ey.	Ek.	Ka.	Ar.	Oc.	Şu.	Ma.	Ni.	Ma.	Ha.	Tem.	
Ay sıra Nu. (A <sub>sx</sub> )	1	2	3	4	5	6	6'	5'	4'	3'	2'	1'	—
Ort. Sıc. (°C)	19.6	14.9	8.6	1.8	-5.2	-8.6	-6.9	-3.1	5.0	10.9	15.0	19.1	6.0
Ort. Buh. Mik. mm (ölçülmüş)	211.9	161.7	93.2	41.0	17.3	11.8	12.1	22.9	59.2	103.3	132.2	192.2	1059.0
(9). ve (10). Bağıntı ile hesaplanan	>	>	>	>	18.0	7.9	19.4	33.9	>	>	>	>	1074.6
GRUP	I						II						

Tablo III. Erzurum'un ortalama aylık buharlaşma miktarlarındaki boşlukların doldurulması

Yukarıda verilen tabloda (Tablo III) görüldüğü gibi aylar, altışar aylık iki gruba ayrılarak sıra numarası (A<sub>sx</sub>) verilir. L. TURC formülü ile hesaplanma imkânı olmayan Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarına ait ortalama buharlaşma miktarı, (9). ve (10). bağıntılar yardımıyla aşağıdaki işlem sırası izlenerek elde edilebilir:

#### ARALIK ayındaki boşluğun doldurulması:

Veriler : E<sub>1</sub>=41.0 mm

E<sub>2</sub>=93.2 mm

A<sub>s1</sub>=4

A<sub>s2</sub>=3

Yukarıda belirtilen veriler, (9). bağıntıda yerlerine konulur.

$$r \log E_0 = \frac{\log 41.0 - \log 93.2}{3 - 4} \quad (9).$$

$$= \frac{1.6128 - 1.9694}{3 - 4}$$

$$= \frac{-0.3566}{-1}$$

Bölme işleminin çözümü ile

r Log E<sub>0</sub> = 0.3566 sonucu elde edilir. Bu logaritmik değer, (10). bağıntıda yerine yerine konur ve çözümü sağlanırsa,

$$\text{Log } E_{1,5} = 1.6128 + (3-4) 0.3566 \quad (10).$$

$$= 1.6128 + (-1) 0.3566$$

$$= 1.1628 + (-0.3566)$$

$$\text{Log } E_{1,5} = 1.2562$$

$$E_{1,5} = \text{Antilog } 1.2562$$

E<sub>1,5</sub> = 18.04 mm. lik Aralık ayına ait buharlaşma miktarı elde edilmiş olur. Bulunan bu değer tabloda (Tablo III) yerine yazılır.

**OCAK ayındaki boşluğun doldurulması:**

$$\text{Veriler : } E_1 = 18.0 \text{ mm}$$

$$E_2 = 41.0 \text{ mm}$$

$$A_{1,1} = 5$$

$$A_{1,2} = 4$$

Ocak ayının bu verileri (9). bağıntıda yerlerine konularak,

$$r \text{ Log } E_0 = \frac{\text{Log } 18.0 - \text{Log } 41.0}{4 - 5} \quad (9).$$

$$= \frac{1.2553 - 1.6128}{4 - 5}$$

$$= \frac{-0.3575}{-1} \quad \text{işlemi çözümlürse,}$$

r Log  $E_0 = 0.3575$  sonucu elde edilir. Bu logaritmik değer, (10). bağıntıda yerine konur ve cebirsel çözümü sağlanırsa,

$$\begin{aligned} \text{Log } E_{s,6} &= 1.2553 + (4-5) 0.3575 & (10). \\ &= 1.2553 + (-1) 0.3575 \\ &= 1.2553 + (-0.3575) \end{aligned}$$

$$\text{Log } E_{\varphi,6} = 0.8978$$

$$E_{s,6} = \text{Antilog } 0.8978$$

$E_{s,6} = 7.9$  mm. lik Ocak ayına ait buharlaşma miktarı da elde edilmiş olur. Bu değer de tabloda yerine yazılır.

Yukarıda, I. Grup'ta yer alan Aralık ve Ocak ayın ait buharlaşma miktarının bulunmasından sonra, II. Grup'ta yer alan Mart ve Şubat aylarının buharlaşma miktarının elde edilme işlemine geçilir. I. Grup'ta Ağustos ayından Ocak ayına doğru olan azalma yönü, II. Grup'ta Temmuz ayından Şubat ayına olmaktadır. Bu nedenle azalma yönüne uygun olarak önce Mart ayının, daha sonra da Şubat ayının buharlaşma miktarı tesbit edilir.

#### MART ayındaki boşluğun doldurulması :

$$\text{Veriler: } E_1 = 59.2 \text{ mm}$$

$$E_2 = 103.3 \text{ mm}$$

$$A_{r,1} = 4'$$

$$A_{s,2} = 3'$$

Mart ayına ait bu veriler de diğer aylarda olduğu gibi (9). bağıntıda yerine konular ve çözüme gidilir.

$$r \text{ Log } E_0 = \frac{\text{Log } 59.2 - \text{Log } 103.3}{3' - 4'}$$

$$= \frac{1.7723 - 2.0141}{3' - 4'}$$

$$= \frac{-0.2418}{-1}$$

$$r \text{ Log } E_0 = 0.2418$$

$$\begin{aligned} \text{Log } E_{s'} &= 1.7723 + (3' - 4') 0.2418 & (10). \\ &= 1.7723 + (-1) 0.2418 \\ &= 1.7723 + (-0.2418) \end{aligned}$$

$$\text{Log } E_{s'} = 1.5305$$

$$E_{s'} = \text{Antilog } 1.5305$$

$E_{s'}$  = 33.9 mm. Mart ayının buharlaşma miktarı olarak elde edilen bu değer, tabloda yerine kaydedilir.

**ŞUBAT ayındaki boşluğun doldurulması :**

$$\text{Veriler: } E_1 = 33.9 \text{ mm}$$

$$E_2 = 59.2 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 5'$$

$$A_{s2} = 4'$$

Şubat ayının bu verileri, (9). bağıntıda yerine konur ve çözüm işlemleri yapılır

$$\begin{aligned} r \text{ Log } E_0 &= \frac{\text{Log } 33.9 - \text{Log } 59.2}{4' - 5'} \\ &= \frac{1.5302 - 1.7723}{4' - 5'} \\ &= \frac{-0.2421}{-1} \end{aligned}$$

r Log  $E_0$  = 0.2421 Bu logaritmik değer (10). bağıntısında yerine konur ve çözüm sağlanır,

$$\text{Log } E_{,6}' = 1.5302 + 4-5) 0.2421 \quad (10),$$

$$= 1.5302 + (-1) 0.2421$$

$$= 1.5302 + (-0.2421)$$

$$\text{Log } E_{,6}' = 1.2881$$

$$E_{,6}' = \text{Antilog } 1.2881$$

$E_{,6}' = 19.4$  mm olarak elde edilmiş ve böylece Erzurum'un «Aralık, Ocak, şubat ve Mart» ayına isabet eden aylık «buharlaşma» miktarları ile ilgili boşluklar doldurulmuş olur. Hesaplanan bu değerlerin tablodaki yerlerine kaydedilmesinden sonra yapılacak toplama işlemi sonucunda; gerçek toplam değer ile hesaplama sonucu ortaya çıkan toplam değer arasında «15.6» mm. lik pozitif bir fark görülür. Gerçek toplam miktarın %1.47'si kadar olan bu fark ise büyük bir önem taşımamaktadır. Bu bakımdan benzer problemler ile karşılaşıldığında, (9). ve (10). bağıntılar yardımıyla zme ulaşılabileceği kanaatindeyiz.

Söz konusu (9). ve (10). bağıntılar, istenildiği takdirde, sıfır (C) derecenin üstündeki sıcaklıklara da uygulanabilir. Ancak, gerçek değerle aradaki fark artacağından, bu tür pozitif sıcaklıklarda kullanılmasını uygun görmemekteyiz. Bu duruma örnek olarak, Erzurum'un Nisan ve Mayıs ayına ait verilerini kullanmak suretiyle, Haziran ayındaki buharlaşma miktarının tesbit edilmesini verebiliriz.

**HAZİRAN ayına ait buharlaşma miktarının elde edilmesi :**

$$\text{Veriler : } E_1 = 103.3 \text{ mm}$$

$$E_2 = 59.2 \text{ mm}$$

$$A_{,1} = 3'$$

$$A_{,2} = 4'$$

Haziran ayının bu verileri (9). ve (10). bağıntıda gerekli yerlere konur ve cebirsel zmler yapılırsa,

$$\begin{aligned}
 r \text{ Log } E_0 &= \frac{\text{Log } 103.3 - \text{Log } 59.2}{\begin{array}{c} 4' - 3' \\ 2.0141 - 1.7723 \end{array}} & (9) \\
 &= \frac{0.2418}{1}
 \end{aligned}$$

$$r \text{ Log } E_0 = 0.2418$$

$$\text{Log } E_{.2}' = 2.0141 + (4 - 3) 0.2418 \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } E_{.2}' &= 2.0141 + (1) 0.2418 \\
 &= 2.2559
 \end{aligned}$$

$$\text{Log } E_{.2}' = 2.0141 + 0.2418$$

$$E_{.2}' = \text{Antilog } 2.2559$$

$E_{.2}' = 180.3$  mm olarak elde edilir ki, bu değer ile Haziran ayının gerçek buharlaşma değeri (132.2 mm) arasında 48.1 mm. lik bir fark ortaya çıkar. Bu yüksek fark sebebiyle, söz konusu bağıntıların «pozitif» sıcaklığa sahip aylara tekabül eden buharlaşma miktarının tesbitinde kullanılmamasının daha uygun olacağı kanaatine varmış bulunuyoruz. Gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebilmesi için, (9). ve (10). bağıntılar sadece «negatif» sıcaklıkların görüldüğü ayların aylık buharlaşma miktarlarındaki boşlukların doldurulmasında kullanılmalıdır.

## YENİ İNDİSİN DENENMESİ ve İNDİS SINIFLARININ TESBİTİ

Buraya kadar, «yardımcı» formülleri ile birlikte tanıtılarak açıklanan ve bilgilerinize sunulan bu «yeni indis»-in Türkiye şartlarına uygunluğu, «buharlaşma rasadı yapılan» 57 meteorolojik istasyonun verileri kullanılarak «test» edilmiştir. Daha sonra, (8). bağıntı yardımıyla, buharlaşma rasadı yapılmayan küçük meteoroloji istasyonlarından 250'sinin günlük maksimum buharlaşma miktarının yıllık değerleri hesaplanarak, indis değerleri elde edilmiş ve bu

verilere istinaden «Türkiye'nin yıllık yağış etkinliği haritası» çizilmiştir (ŞEKİL : 1). Bu harita ile birlikte, Türkiye'nin 21 coğrafi bölümünü temsilen birer meteoroloji istasyonunun «kurak, yarıkurak, az yarınemli, yarınemli, nemli ve çok nemli» ay sayıları, bir «polar diyagram» üzerinde gösterilmiştir (ŞEKİL : 2). Ayrıca, Türkiye şartlarında olumlu neticeler verdiği belirtilen ERİNÇ indisi ile logaritmik bir «polar diyagram» üzerinde mukayesesi yapılmış ve teklif ettiğimiz yeni formülün çok iyi sonuç verdiği görülmüştür. Tarafımızca müşahade edilen bu hususun, verilen polar diyagram üzerinde, geçirilen sınır değerlerinin ve aynı kategoriye dahil olan istasyonlar ile bu istasyonların kurak kutuba olan uzaklıklarının incelenmesi sonucunda görülebileceği kanaatindeyiz (ŞEKİL : 3).

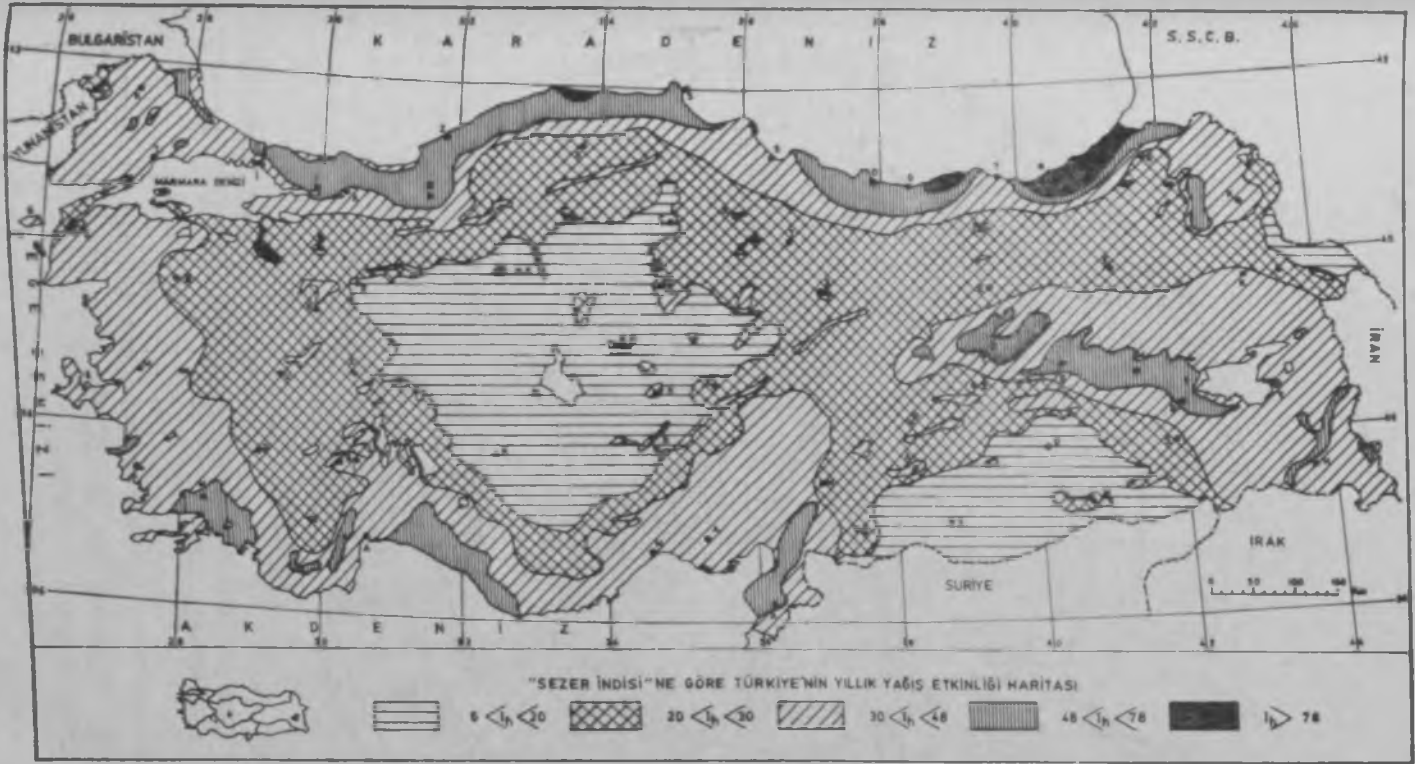
**İndis sınıflarının tesbiti:** Yeni indisin sınır değerlerinin belirlenmesi sırasında dikkate aldığımız hususları şu şekilde özetle belirtmek mümkündür;

Polar diyagram üzerinde görüldüğü gibi (ŞEKİL: 3), teklif ettiğimiz yeni formüle göre «nemlilik üst sınırı» 78 indisi civarından geçmektedir. «kurak kutup» ise tabii olarak sıfır (0) indisi ile noktalanmaktadır

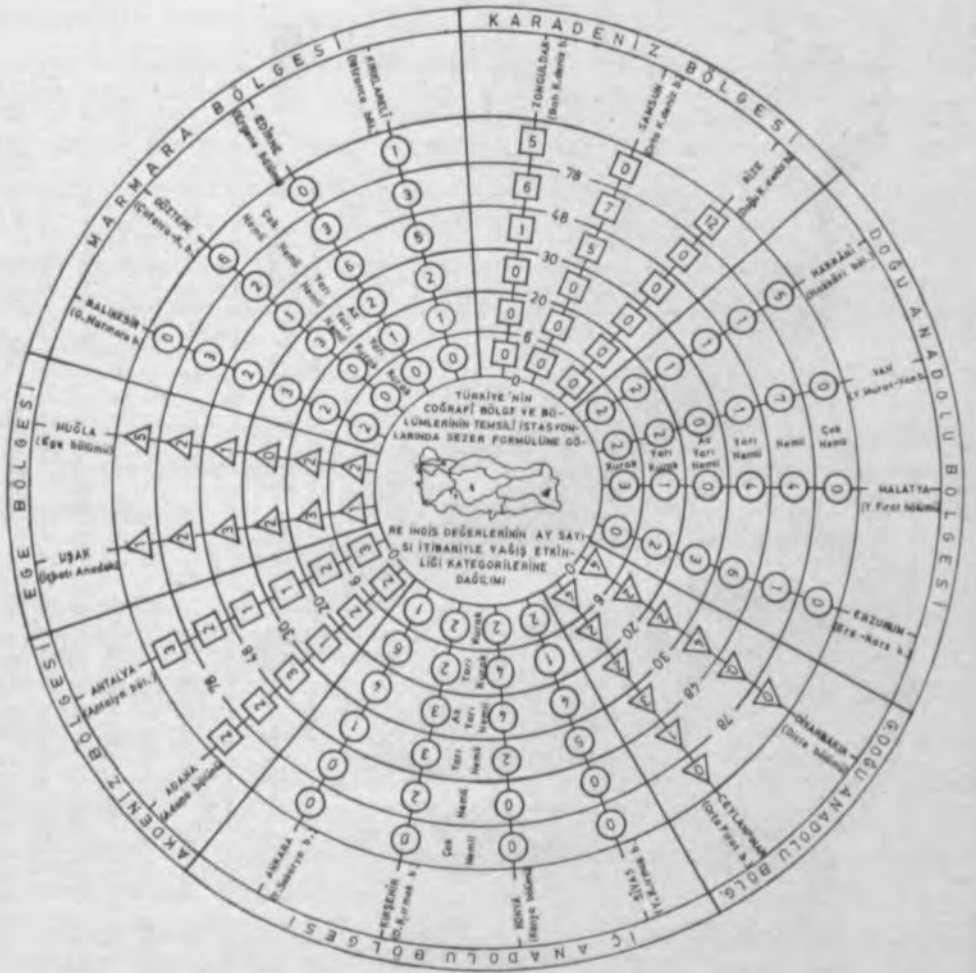
Ülkemizin «yıllık» olarak en yüksek indis ile temsil edilen Rize ( $I_h=188.5$ ) dışındaki en yüksek indisli meteoroloji istasyonlarının 78 indisi civarında (Dalaman:  $I_h=78.8$ ; Muğla:  $I_h=77.2$  ve İnebolu:  $I_h=78.5$ ) seyretmeleri; bizde «nemlilik ekvatorunun» 78'den geçirilmesinin uygun olacağı kanaatini uyandırmıştır.

Öte yandan, kuraklığın üst sınırını belirlerken, yurdumuzun «yıllık» olarak en düşük indis değerleri ile dikkati çeken Iğdır ( $I_h=12.8$ ) ve Iğdır-Dil ( $I_h=11.0$ ) istasyonları dikkate alınmıştır. Ancak, Türkiye şartlarında «çöl» özelliği gösteren bir yer olmadığı düşünülerek ve tesadüfi değerlerden etkilenmesini de önlemek amacıyla, «kurak» bölgenin üst sınırının altı (6) indisinden geçirilmesinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.





Şekil 1: SEZER indisine göre, Türkiye'nin yıllık yağış etkinliği haritası  
 $(6 \leq I_h < 20 =$  Yarıkurak ;  $20 \leq I_h < 30 =$  Az yarınemli;  $30 < I_h < 48$   
 $=$  Yarınemli;  $48 \leq I_h < 78 =$  Nemli;  $I_h \geq 78 =$  Çok nemli iklim)  
 Figure 1: The yearly precipitation efficiency map of Turkey according to SEZER's index ( $6 \leq I_h < 20 =$  Semiarid;  $20 \leq I_h < 30 =$  Under-subhumid;  $30 \leq I_h < 48 =$  Subhumid;  $48 \leq I_h < 78 =$  Humid;  $I_h \geq 78 =$  Perhumid climate).



Şekil 2: Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerinin temsilli istasyonlarında; SEZER formülüne göre indis değerlerinin, ay sayısı itibarıyla yağış etkinliği kategorilerine dağılımı.

Figure 2: The distribution of monthly precipitation efficiency indices and their categories according to SEZER's index in the geographical regions and subregions of Turkey.



Yukarıda belirtilen «nemlilik» ve «kuraklık» sınırları arasında kalan diğer indis sınırlarının tesbitinde ise, belli değerler civarında görülen yığılmalar ile bu yığılma gösteren istasyonların civarına ait bilinen «vegetasyon» ve «iklim» özellikleri etken olmuştur. Bu düşünceden hareketle, «yarıkurak» sınıfın üst sınırı 20'den, «az yarınemli» sınıfın üst sınırı 30'dan ve «yarınemli» sınıfın üst sınırı da 48 indis değerinden geçirilmesi uygun görülmüştür. İklimin «genel sınıfları» bu şekilde belirlendikten sonra, bu sınıflara tekabül eden vegetasyon formasyonlarını «genel» olarak belirleme işlemine geçilmiştir. Bu konuda, ERİNÇ'in Vegetasyon Coğrafyası, DÖNMEZ'in, Trakya'nın Bitki Coğrafyası ile Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası, İNANDIK'ın Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş, ATALAY'ın Türkiye Vegetasyon Coğrafyasına Giriş, KOÇMAN'ın Yukarı Kura Nehri Havzasının Fiziksel Coğrafyası ile İzmir-Bozdağlar Yöresinin Jeokolojisi, ATALAY ve diğerlerinin Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri, SÖZER'in Kuzeydoğu Anadolu'da Yaylacılık, REGEL'in Türkiye'nin Flora ve Vegetasyonuna Genel Bir Bakış, GÖKMEN'in «Türkiye'de Orman Ağaç ve Ağaçcıklarının Yayılışı Haritası», TAN-OĞLU ve diğerlerinin Türkiye Atlası... gibi eser, inceleme ve harita ile atlaslardan önemli ölçüde yararlanılmıştır (diğer kaynak eserler, «kaynaklar» bölümünde verilmiştir). Bunların dışında, 1980 yılı öncesi yaz aylarında Erzurum-Kars bölümü, Doğu ve Orta Karadeniz bölümleri, Çatalca-Kocaeli ve Güney Marmara bölümlerine, Kuzey Ege ve İç Anadolu'ya; 1980 yılı sonrasında ise, Güney Ege ve Antalya bölümlerinin bazı illerine yaptığımız geziler esnasındaki şahsi müşahadelerimizden de geniş ölçüde faydalanılmıştır. Sonuçta; önerdiğimiz yeni yağış etkinliği indisinin iklim tipi ile vegetasyon kategorileri, genel olarak aşağıda verilen tabloda (TABLO IV-a) görüldüğü şekilde belirlenmiştir.

Tablo IV. a. SEZER İNDİSİ'ne göre, İklim Tipi ve Vegetasyon Sınıflarının «genel» şekli.

İKLİM	İNDİS	VEJETASYON
Kurak	$I_h < 6$	Çöl
Yarıkurak	$6 \leq I_h < 20$	Step
Az yarınemli	$20 \leq I_h < 30$	Step-orman/Çalılık
Yarınemli	$30 \leq I_h < 48$	Kurakçıl orman/Maki
Nemli	$48 \leq I_h < 78$	Nemli orman
Çok nemli	$78 \leq I_h$	Çok nemli orman

Yeni indisin «genel» çalışmalarında kullanılabilmesi amacıyla yapılan «iklim ve vejetasyon sınıflandırma» işleminin tamamlanmasından (TABLO V-a) sonra; «detaylı» iklim çalışmalarında kullanılabilcek şekilde, daha «hassas» ve daha «ayrıntılı» bir sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Bu amaçla da, buharlaşma rasadı yapılan 57 meteoroloji istasyonumuzun «yıllık» indis değerlerinin «aritmetik ortalama» ve «standart sapması» ( $\bar{x} = 40.1473$ ;  $S = 27.5073$ ) tesbit edilerek, «istatistiki» yöntemle ve «standart normal dağılım» yardımıyla hassaslık derecesi iki ondalığa kadar olan «sınır değerleri» belirlenip, kategoriler oluşturulmuş ve tablo halinde aşağıda verilmiştir (TABLO IV-b):

Tablo IV. b. SEZER İNDİSİ'ne göre, İklim Tipi ve Vejetasyon Sınıflarının «ayrıntılı» şekli.

İKLİM	İNDİS	VEJETASYON
KURAK	$I_h < 5.77$	Çöl
	$5.77 \leq I_h < 9.20$	Çölümsü step
	$9.20 \leq I_h < 19.37$	Stepler ve step-ormanlar
YARI NEMLİ	$19.37 \leq I_h < 29.68$	Çalılık/orman-stepler
	$29.68 \leq I_h < 36.56$	Sert yapraklı (maki) ormanlar/ Kuru karma ormanlar
	$36.56 \leq I_h < 47.03$	Yarınemli Akdeniz/ Konifer ormanları
NEMLİ	$47.03 \leq I_h < 77.97$	Geniş yapraklı yaprak döken ormanlar/Karma ormanlar
	$77.97 \leq I_h$	Nemli ormanlar/Yüksek saha ormanları

## YENİ İNDİSİN TARIM ve AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINA UYGULANMASI

Önerilen yeni indisin genel olarak belirlenen iklim sınıflarına göre (TABLO IV-a); 48 ndisi, yarınemli iklimin üst ve nemli iklimin alt sınırını belirlemektedir. Bu durumda, indis değerinin 48'den düşük olduğu alanlarda, «tarım» ve «ağaçlandırma» faaliyetleri bakımından «su açığı» ile karşılaşılacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, «48» indis değerinin «sabit» kabul edilmesi şartıyla, istenilen herhangi bir yerin arzu edilen bir yıl için «yıl içindeki» ve/veya «vegetasyon süresindeki» mm/m<sup>2</sup> olarak «brüt» ve «net» su açığı miktarının aşağıda verilen bağıntılar yardımıyla tesbit edilmesi mümkündür:

$$P_g - \frac{48 \times g \overline{ME}_a}{12} = \begin{array}{l} - \text{NSA (net su açığı)} \\ + \text{SF (su fazlası)} \end{array} \quad (\text{GÜNLÜK}) \quad (11).$$

$$P_a - \frac{48 \times \overline{MF}_a}{12} = \begin{array}{l} - \text{NSA (net su açığı)} \\ + \text{SF (su fazlası)} \end{array} \quad (\text{AYLIK}) \quad (12).$$

Yukarıda verilen bağıntılarda;

$P_g$  : Günlük yağış miktarını (mm),

$P_a$  : Aylık yağış miktarını (mm),

48 : Sabit sayı,

$g \overline{ME}_a$  : Günlük maksimum buharlaşma miktarının aylık değerini,

$48 \times g \overline{ME}_a / 12$  : Ortalama aylık brüt su açığı miktarını (mm),

(11). ve (12). bağıntıların sonucu negatif ise, net su açığı elde edilir. Aynı bağıntılarda sonuç pozitif ise, su fazlası elde edilir.

$\Sigma d_g$  : Günlük indisin 48'den küçük olduğu toplam gün sayısını ifade etmektedir.

Tarım ve ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak olan bağıntıların tanıtılmasından sonra; sırasıyla «vegetasyon süresinde» ve

-yıl içinde> ortaya çıkabilecek olan «su açığı» miktarlarının tesbiti-  
ne ilişkin örnek uygulamalara geçebiliriz.

**Vejetasyon süresindeki su açığının tesbit edilmesi:** Herhangi bir ye-  
rin vejetasyon süresindeki «net su açığı» miktarının «yeni indis» ile  
tesbit edilebilmesi amacıyla, «örnek» olarak Sivas'ın 1972 yılı veje-  
tasyon dönemine ait «su bilânçosu tablosu» hazırlanmıştır (TABLO  
VI). Söz konusu tablonun hazırlanmasında uygulanan işlemler, aşağı-  
da maddeler halinde belirtilecek ve daha sonra yoruma geçile-  
cektir:

1. Örnek istasyon olarak seçilen Sivas ile ilgili «yağış» ve «buharlaş-  
ma» verileri meteoroloji bülteninden (1972 yılı) alınarak TABLO VI  
da ayrılan;

- «C» satır başına : Yıllık buharlaşma miktarı (mm),
- «D» » » : Vejetasyon süresindeki (200 günlük) toplam  
yağış miktarı (mm),
- «E» » » : Vejetasyon süresindeki (200 günlük) toplam  
buharlaşma miktarı
- «G» » » : Yıllık yağış miktarı (mm),
- «L» sütununa : Aylık yağış miktarları (mm),
- «M» » : Aylık buharlaşma miktarları (mm)
- «P» sütunlarına : Günlük yağış miktarları (mm),  
kaydedilmiştir.

2. Sivas'ta vejetasyon süresinin en erken başlama ve en geç sona  
erme tarihleri TABLO V'ten alınarak,

- «H» satır başına : Vejetasyon süresinin en erken başlama tarihi,
- «A» » » : Vejetasyon süresinin en geç sona erme tarihi,
- «B» » » : Vejetasyon süresinin en erken başlama ve en geç  
sona erme tarihleri arasında kalan süresi kayd-  
edilmiştir.

3. Aylık buharlaşma miktarlarından (7). bağıntı ve TABLO II yardı-  
mıyla, günlük maksimum buharlaşma miktarının «yıllık» ve «aylık»  
değerleri tesbit edilerek,

- «F» satır başında : Günlük maksimum buharlaşma miktarının «yıl-  
lık» değeri (mm),
- «N» sütununda : Günlük maksimum buharlaşma miktarının «ay-  
lık» değerleri (mm),  
belirtilmiştir.

4. Günlerin «günlük indisleri» (6) bağıntı yardımıyla hesaplanarak. «Ih» sütunlarında ait oldukları yerlere kaydedilmiştir.
5. Ay içinde  $I_n < 48$  olduğu günler sayılarak, toplamları «a» sütununda belirtilmişlerdir (ŞEKİL : 4).
6. «O» sütununda verilen günlük maksimum buharlaşma miktarının «aylık» değerleri «sabit» 48 sayısı ile çarpılıp «12»'ye bölünerek, ortalama aylık «brüt su açığı» miktarları tesbit edilmiş ve «b» sütununda ait olduğu ayın hanesine kaydedilmiştir.
7. Ortalama aylık «brüt su açığı» miktarları (sütun, b), indisi «48» den düşük günlerin toplam sayısına (sütun, a) bölünerek (b/a), ortalama «günlük su açığı» miktarları belirlenmiştir ve «c» sütununda ait olduğu ayın hanelerine kaydedilmiştir.
8. Günlük yağış miktarlarından (mm) ortalama günlük su açığı miktarları çıkarılarak, «günlük net su açığı» miktarları elde edilmiş ve «NSA» sütunlarında ait oldukları yerlere kaydedilmiştir (\*). Elde edilen bu «günlük su açığı» miktarları (mm), her ay için ayrı ayrı toplanarak, «d» sütununda ait oldukları ayların hanelerine yazılmıştır.
9. «d» sütununda verilen aylara ait toplam su açığı miktarları toplanarak, vejetasyon dönemindeki «toplam» net su açığı miktarı (mm) elde edilmiş ve «e» sütununa kaydedilmiştir.
10. Toplam olarak 200 günü kapsayan «vejetasyon döneminde» düşen toplam yağış miktarı (mm) ile aynı dönem için hesaplanarak elde edilen toplam «net su açığı» miktarı (mm) toplanıp, vejetasyon süresine ait «brüt su açığı» toplamı (mm) elde edilmiş ve «f» sütununda belirtilmiştir.

Yukarıda, 10 madde halinde TABLO VI'nın hazırlanmasına ilişkin olarak yapılan açıklamadan sonra, yoruma geçilebilir;

TABLO VI'da görüldüğü gibi, Sivas'ın 1972 yılı itibariyle, «vejetasyon döneminde» ortaya çıkan 520.2 mm lik brüt su açığı miktarının 324.4 mm lik kısmı, aynı devrede düşen yağışla karşılanabilmiştir. Ancak, 520.2 mm lik brüt su açığının 195.8 mm lik kısmı

---

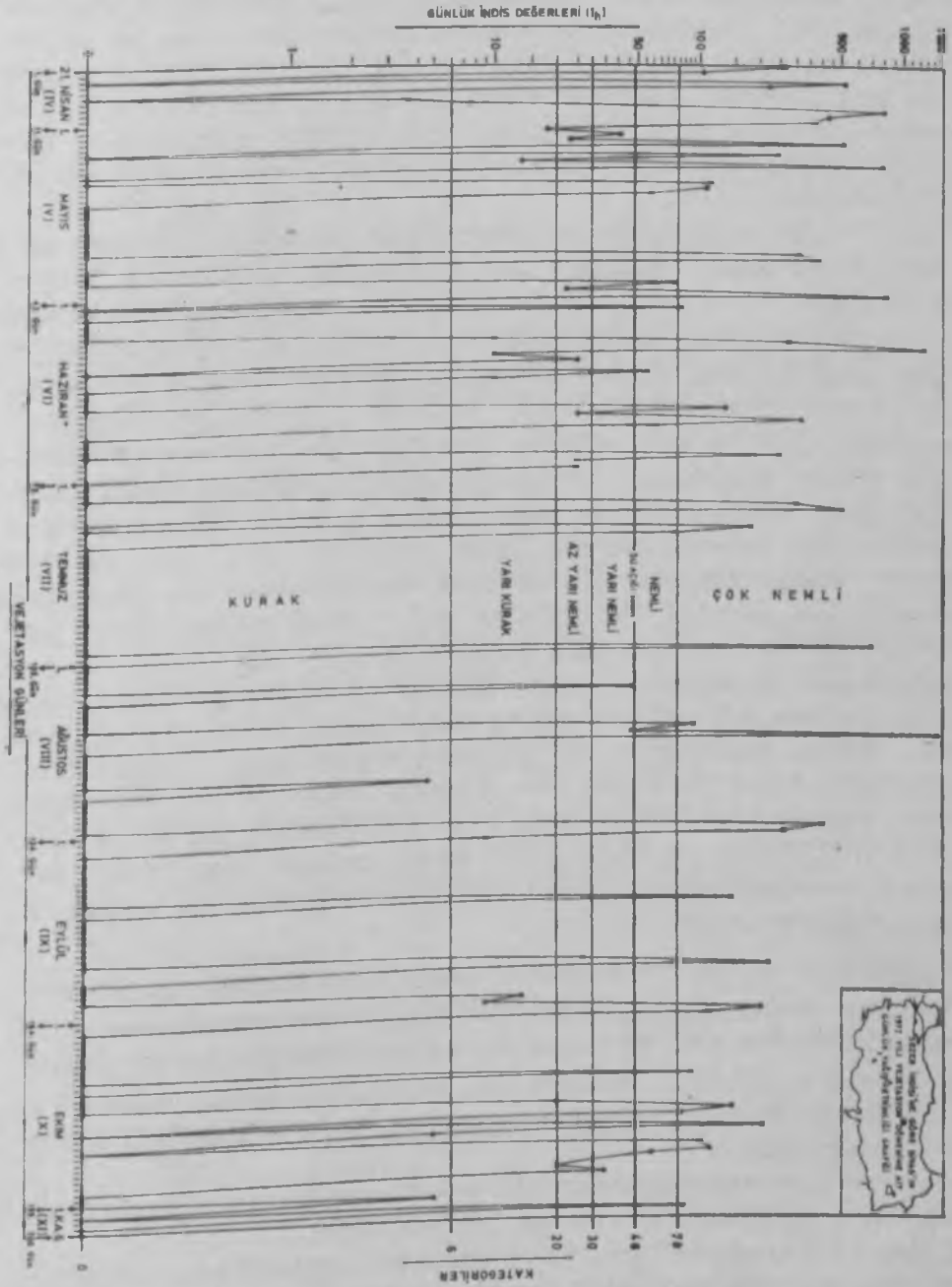
(\*) «NSA» sütunlarında, net su açığı miktarları ile birlikte su fazlalıkları da verilmiştir. Ancak, bu sütunda verilen değerlerden «Ih<48» olduğu günlere tekabül eden değerlerin net su açığı olduğu, «Ih>48» olduğu günlere isabet eden değerlerin ise su fazlası miktarını gösterdiği anlaşılmalıdır (Bkz. TABLO VI).



TABLO V. TÜRKİYE'NİN İAŞLICA RASAT İSTASYONLARINDA VEJETASYON SÜRELERİNİN EN ERKEN BAŞLAMA VE EN GEÇ SONA ERME TARİHLERİ (Atalay, İ., 1976 dan, günlük ort. sic.  $\geq 8^{\circ}$ ).

Rasat İstasyonu	En erken Baş. Tarihi	En geç Son. Tar.	Rasat İstasyonu	En erken Baş. Tarihi	En geç Son. Tarihi
Adana	13 Ocak	19 Aralık	Isparta	4 Nisan	5 Aralık
Afyon	9 Nisan	17 Kasım	Iğdır	24 Mart	7 Kasım
Ankara	31 Mart	30 Kasım	İslâhiye	27 Şubat	12 Aralık
Anasur	EÜTün yıl	-----	Izmir	2 Mart	8 Ocak
Antalya	13 Ocak	18 Aralık	Karaköse	21 Nisan	18 Ekim
Artıkva	12 Ocak	29 Aralık	Kars	25 Nisan	17 Ekim
Artvin	14 Nisan	2 Aralık	Kastamonu	15 Nisan	30 Kasım
Aydın	13 Şubat	17 Aralık	Kayseri	3 Nisan	30 Ekim
Falâkesir	28 Mart	10 Aralık	Kirsehir	31 Mart	14 Kasım
Filcekik	3 Nisan	1 Aralık	Konya	31 Mart	19 Kasım
Bolu	15 Nisan	9 Kasım	Kütahya	30 Mart	24 Kasım
Bodrum	11 Ocak	22 Aralık	Manisa	14 Mart	11 Aralık
Eursa	1 Nisan	5 Aralık	Merzifon	27 Mart	30 Kasım
Çanakkale	22 Mart	8 Aralık	Muğla	18 Mart	21 Aralık
Çankırı	29 Mart	24 Ekim	Niğde	31 Mart	8 Kasım
Diyarbakır	27 Şubat	30 Kasım	Rize	21 Mart	18 Aralık
Edirne	1 Mart	29 Kasım	Samsun	30 Mart	2 Ocak
Elâziğ	25 Mart	19 Kasım	Siirt	23 Mart	5 Aralık
Erzurum	5 Mayıs	22 Ekim	Sinop	1 Nisan	17 Aralık
Erzincan	2 Nisan	10 Kasım	Sivas	21 Nisan	7 Kasım
Eskişehir	9 Nisan	30 Kasım	Tekirdağ	31 Mart	1 Aralık
Fethiye	12 Ocak	19 Aralık	Trabzon	22 Mart	18 Aralık
Gaziantep	23 Mart	30 Kasım	Urfa	3 Mart	15 Aralık
Giresun	30 Mart	24 Aralık	Van	18 Nisan	24 Ekim
Göztepe	30 Mart	4 Aralık	Zonguldak	30 Mart	16 Aralık





Sekil 4: SEZER indisine göre Sivas'ın 1972 yılı vejetasyon dönemine ait günlük yağış etkinliği grafiği.

Figure 4: The graphic of daily precipitation efficiency regarding to vegetation period in Sivas, in 1972 according to SEZER's index.

yağışla kapatılamamıştır. Bu nedenle, söz konusu açığın kapatılabilmesi için, «vegetasyon döneminde olmak üzere» her bir m<sup>2</sup> başına Nisan ayında 7.7 mm, Mayıs ayında 31.0 mm, Haziran ayında 26.8 mm, Temmuz ayında 32.4 mm, Ağustos ayında 29.8 mm, Eylül ayında 32.4 mm, Ekim ayında 28.6 mm ve Kasım ayında ise 7.1 mm kadar (toplam : 195.8 mm/m<sup>2</sup>) sulama yapılmış olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Sivas örneğinde, yetiştirilen bitkinin türü ve diğer özellikleri dikkate alınmamıştır. Bilindiği gibi, bütün bitkilerin suya ihtiyaç duydukları devre aynı değildir. Örneğin «hububat»; Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında sulanması gerekirken, «çayır» bitkileri; Mart (dahil)-Ekim (dahil) arasında, «patates» Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ve «domates» ise Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayında (genel olarak) sulama suyuna ihtiyacı vardır denilebilir. Bu itibarla, sulama suyunun tesbiti çalışmalarında, ürünün çeşidine göre, önemli olmayan günlerin «indis» değerlerinin hesaplanmasına gerek olmadığı gibi, aynı günlerde düşen «yağış» miktarları da dikkate alınmamalıdır. Bu husus çok önemli olup, «ziraat» ile uğraşan kişi, kurum ve kuruluşları ilgilendirdiğinden üzerinde durulmayacaktır.

**Yıl içindeki su açığının tesbit edilmesi :** Herhangi bir yerin uzun yıllık ve/veya tek yıllık yağış ve buharlaşma verileri kullanılarak (12). bağıntı yardımıyla «yıl içindeki» net su açığı miktarı (mm) kolaylıkla tesbit edilebilir. Bu amaçla, Sivas ve Bolu'nun uzun yıllık «yağış» ve «günlük maksimum buharlaşma» verileri kullanılarak, TABLO VII ve TABLO VIII düzenlenmiştir. Söz konusu tabloların hazırlanması sırasında uygulanan işlemleri şu şekilde belirtmek mümkündür:

1. Ortalama ve ekstrem kıymetler meteoroloji bülteninden Sivas'ın/ Bolu'nun «yağış» (mm) ve «günlük maksimum buharlaşma» (mm) verileri alınarak, ayrı ayrı sütunlar halinde tablolara kaydedilmiştir.
2. Günlük maksimum buharlaşma miktarının aylık değerleri ile yıllık değerlerinin ortalamaları alınarak, tablonun üçüncü sütunu oluşturulmuştur.
3. Her aya ait indis değerleri (4). bağıntı yardımıyla hesaplanarak, tabloların dördüncü sütunlarına kaydedilmiştir.
4. Her ayın ortalama günlük maksimum buharlaşma miktarları, 48 sabit sayısı ile çarpılarak  $1h=48$  olabilmesi için gerekli su miktarları (mm) tesbit edildikten sonra, elde edilen bu sonuçlardan tabloların beşinci sütunları, bu değerlerin 12'ye bölünmesiyle elde edilen ortalama aylık brüt su açığı miktarından (mm) ise, tabloların altıncı sütunları oluşturulmuştur.

GÖZLEM  
YERİ

S İ V A S

UNSUR	Yağış (P) mm *	gMe <sub>a</sub> Günlük Max. Buhar. (mm) *	gME <sub>a</sub> (mm)	İndis (I <sub>n</sub> )	48 xgME <sub>a</sub>	48xgME <sub>a</sub> :12	P - BSA Net Su açığı, Su Fazla. (mm) -NSA,+SF	PEP (mm)
					(I <sub>n</sub> =48 için Ge- rekli Su, (mm)	Brüt Su açığı (mm) BSA		
O	42.9	8.0	14.5	35.5	696.0	58.0	-15.1	42.9
Ş	42.2	7.4	14.2	35.7	681.6	56.8	-14.6	42.2
A M	41.6	9.9	15.4	32.4	739.2	61.6	-20.0	41.6
N	51.6	20.9	20.9	29.6	1003.2	83.6	-32.0	51.6
Y M	57.4	14.8	17.9	38.5	859.2	71.6	-14.2	57.4
H	33.4	13.2	17.1	23.4	820.8	68.4	-35.0	33.4
L T	6.6	12.8	16.9	4.7	811.2	67.6	-61.0	6.6
A	4.9	13.2	17.1	3.4	820.8	68.4	-63.5	4.9
A E	17.0	14.2	17.6	11.6	844.8	70.4	-53.4	17.0
E	30.9	9.6	15.3	24.2	734.4	61.2	-30.3	30.9
R K	39.3	11.8	16.4	28.8	787.2	65.6	-26.3	39.3
A	43.5	6.5	13.7	38.1	657.6	54.8	-11.3	43.5
YILLIK	411.3	GME 20.9		19.7	ORT. 788.0	788.0	-376.7	411.3
							NSA	

Tablo VII. SEZER İNDİSİ'ne göre SİVAS'ın «su ihtiyacı»: BSA>P ise, FEP=P'-dir. BSA<P ise, FEP=BSA'dır (FEP=Fiili evapotranspirasyon). P-BSA=Negatif (-) ise NSA, pozitif (+) ise SF (su fazlası) elde edilir (\*=Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, 1974'den).

GÖZLEM  
YERİ

## B O L U

UNSUR	Yağış (P) mm *	gMe <sub>a</sub> Günlük Max. Buhar. (mm) *	gME <sub>a</sub> (mm)	İndis (I <sub>a</sub> )	48xgME <sub>a</sub>	48xgME <sub>a</sub> :12	P - BSA Net Su açığı, Su Fazla. (mm) -NSA,+SF	PEP (mm)
					(I <sub>a</sub> =48 için Ge- rekli Su, (mm)	Brüt Su açığı (mm) BSA		
O	58.6	5.2	7.5	93.8	360.0	30.0	SF+28.6	30.0
Ş	53.5	4.4	7.1	90.4	340.8	28.4	SF+25.1	28.4
A M	50.5	6.6	8.2	73.9	393.6	32.8	SF+17.7	32.8
N	48.9	9.2	9.5	61.8	456.0	38.0	SF+10.9	38.0
Y M	56.0	7.1	8.4	80.0	403.2	33.6	SF+22.4	33.6
H	51.8	6.2	8.0	77.7	384.0	32.0	SF+19.8	32.0
L T	25.8	6.5	8.1	38.2	388.8	32.4	— 6.6 NSA	25.8
A	18.4	8.2	9.0	24.5	432.0	36.0	—17.6 NSA	18.4
A E	30.5	6.6	8.2	44.6	393.6	32.8	— 2.3 NSA	30.5
E	34.3	4.7	7.2	57.2	345.6	28.8	SF+ 5.5	28.8
R K	47.0	5.8	7.8	72.3	374.4	31.2	SF+15.8	31.2
A	58.3	9.7	9.7	72.1	465.6	38.8	SF+19.5	38.8
YILLIK	533.6	GME 9.7		55.0	ORT 394.8	394.8	—26.5 NSA SF+165.3	368.3

Tablo VIII. SEZER İNDİSİ'ne göre BOLU'nun «su ihtiyacı»: BSA>P ise, FEP=P'dir. BSA<P ise, FEP=BSA'dır (FEP=Fiili evapotranspirasyon). P-BSA=Negatif (—) ise NSA, pozitif (+) ise SF (su fazlası) elde edilir (\*=Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, 1974'den).

5. Aylık yağış miktarlarından ortalama aylık brüt su açığı miktarları çıkarılmak suretiyle elde edilen negatif sonuçlar NSA olarak, pozitif sonuçlar ise SF olarak yedinci sütunda kaydedilmişlerdir.

6. Fiili evapotranspirasyon değerlerinin (aylık, FEP, mm) yer aldığı sekizinci sütunların oluşturulması, ortalama brüt su açığı değerlerinden (BSA, mm) net su açığı (NSA, mm) miktarlarının çıkarılması ve ortalama yağış miktarlarından (mm) su fazlalıkları (SF, mm) nin çıkarılmasıyla sağlanmıştır. FEP değerlerinin diğer bir tesbit şekli,  $BSA > P$  olduğunda FEP olarak P (yağış, mm)'nin alınmasıyla,  $BSA < P$  olduğunda ise FEP olarak BSA (ortalama brüt su açığı)'nin alınmasıyla elde edilmektedir.

Yukarıda, TABLO VII ve TABLO VIII'in hazırlanmasına ilişkin yapılan açıklamadan sonra, söz konusu tabloların yorumuna geçilebilir:

Sivas'ın 788.0 mm. lik yıllık toplam su açığı miktarının 411.3 mm. lik kısmı düşen yağışlarla karşılanmış olup, düşen yağışın tamamı evapotranspirasyona maruz kalmıştır. Yıl içinde hiçbir ay nemlilik sınırını aşmamaktadır. Bütün aylarda su açığı mevcuttur. Yıllık toplam net su açığı miktarı ise, 376.7 mm kadardır. Diğer bir anlamıyla Sivas'ın nemli bir iklime ulaşabilmesi için yıllık yağış miktarı en azından 788.0 mm olmalıdır veya yıl içinde 376.7 mm/m<sup>2</sup> kadar sulama yapılmalıdır (TABLO VII).

Bolu'nun 533.6 mm. lik yıllık yağış miktarının 368.3 mm. lik kısmı evapotranspirasyonla harcanmıştır. Yağışın geri kalan 165.3 mm. lik kısmı ise, muhtemelen yüzeysel akışa geçmiştir (SF). Ancak, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında toplam olarak 26.5 mm kadar net su açığı ortaya çıkmıştır. Su fazlasının oldukça yüksek (165.3 mm) olması, Bolu'nun nemli bölgede yer aldığını göstermektedir. Buna karşılık, net su açığı miktarının az da olsa varlığı ise, Bolu'nun nemli iklimin alt kademesine dahil olduğuna işaret olarak kabul edilebilir (TABLO VII).

**Yeni indisin ağaçlandırma çalışmalarına uygulanması :** Yıl içindeki net su açığı miktarının tesbiti konusunda hazırlanan tablolardan yararlanarak geliştirdiğimiz aşağıdaki bağıntı, ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir bir özelliğe sahiptir.

$$\frac{P}{BSA} \times 100 = M_{pw} (\%) \quad (13).$$

(13). bağıntıda; P: Yıllık yağış miktarını (mm), BSA: Yıllık brüt su açığı miktarını (mm),  $M_{pw}$  : Bitkilerin su faktörüne uyabilme derecesini (%) ifade etmektedir (M: morpho/şekil; p: plant/bitki; w: water/su).

Yukarıda verilen (13). bağıntı, ülkemizin buharlaşma rasadı yapılan 57 meteoroloji istasyonuna uygulanarak elde edilen sonuçlar (aritmetik ortalama:  $\bar{x} = 101.451$  ve standart sapma:  $S = 70.7051$ ), standart normal dağılım» yardımıyla kategorilere ayrılmış ve aşağıda tablo halinde verilmiştir (TABLO IX) :

Tablo IX. SEZER metoduna göre; bitkilerin, su faktörüne uyma dereceleri bakımından sınıflandırılması.\*\*

VEJETASYON TIPLERİ	$M_{pw} = \frac{P}{BSA} \times 100$	VEGETATION TYPES
Son derece kurakçıl bitkiler	$M_{pw} < 30.75$	Extremely xeromophytic plants
Kurakçıl bitkiler	$30.75 \leq M_{pw} < 66.10$	Xeromophytic plants
Kurakçıl-nemcil bitkiler	$66.10 \leq M_{pw} < 136.80$	Mesophytic plants
Nemcil bitkiler	$136.80 \leq M_{pw}$	Hygrophytic plants

Burada; (13). bağıntının uygulanmasına ilişkin olarak, Sivas ve Bolu'da yetiştirilebilecek bitkilerin, su faktörüne uyma derecelerini (%) TABLO VII. (Sivas) ve TABLO VIII. (Bolu)'den alınacak veriler yardımıyla «örnek» olarak tesbit etmemiz mümkündür.

(\*\*) Başlıca kurakçıl türler: Meşe (*Quercus coccifera*), kızılçam (*Pinus brutia*), bazı maki elemanları karaçalı *Paliurus spina-christi*, keçiboğan *Calycotome villosa*, bazı ardıç türleri *Juniperus oxycedrus*, *J. ezelsa*, kokar çalı (*Anagyris foetida*), antep fıstığı (*Pistacia vera*), tüylü meşe (*Q. pubescens*) v.b. Başlıca mezofit türler : Fıstık çamı (*Pinus pinea*), sarıçam (*P. silvestris*), karaçam (*P. nigra*), kestane (*Castanea sp.*), söğüt (*Salix sp.*) ve maki elemanları, servi (*Cupressus sempervirens*) v.b. türler. Başlıca higrofit türler : İhlamur (*Tilia sp.*) göknar (*Abies sp.*), Ladin (*Picea sp.*), gürgen (*Carpinus sp.*), kavak (*Populus sp.*) vb. türler olarak belirtilebilir (ATALAY, 1983; İZBIRAK, 1976, DÖNMEZ, 1976 ve İNANDIK, 1989'a göre).



Sivas'ta bitkilerin su faktörüne uyma derecesi : Bu amaçla TABLO VIII.'den Sivas'ın yıllık yağış miktarı (P, mm) ve yıllık brüt su açığı miktarını (BSA, mm) alalım ve (13). bağıntıda yerlerine koyalım. İşlemin çözülmesi sonucunda;

$$M_{pw} = \frac{P}{BSA} \times 100 = \frac{411.3}{788.0} \times 100 = 0.5220 \times 100 = 52.20 (\%)$$

oranını elde ederiz. TABLO IX'a göre, «30.75 ile 66.10» arasında yer alan bu değer (%52.20), bitkilerin su faktörüne uymaları bakımından Sivas'taki nemlilik derecesinin «normal» değerden (100) %47.8 oranında daha az olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, Sivas'ta yetiştirilebilecek türlerin ancak «kurakçıl» türler olabileceği sonucuna varabiliriz.

Bolu'da bitkilerin su faktörüne uyma derecesi : TABLO VIII.'den Bolu'nun yıllık yağış (P, mm) ve brüt su açığı (BSA, mm) alarak, (13). bağıntıda gerekli yerlere kaydedelim ve işlemi çözelim, sonuçta;

$$M_{pw} = \frac{P}{BSA} \times 100 = \frac{533.6}{394.8} \times 100 = 1.3516 \times 100 = 135.16 (\%)$$

oranını elde ederiz. TABLO IX.'a göre bu değer, «66.10 ile 136.80» arasında yer almaktadır. %135.16 olarak elde ettiğimiz bu değerden ise, Bolu'daki nemlilik derecesinin «normal» değerden %35.16 oranında daha yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle de, Bolu'da yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında «mezofit» türlerin kullanılabilmesi sonucuna ulaşabiliriz. Diğer bir anlatımla, Bolu'da nemcil-kurakçıl ağaç türlerinin yetiştirilmesine imkân verebilecek elverişli bir ortamın mevcut olduğunu belirtmemiz mümkündür.

Ağaçlandırma çalışmaları için yukarıda önerilen (13). bağıntıda yer alan «BSA» (yılılık brüt su açığı, mm) değerlerinin TABLO VII. ve VIII.'deki işlemlere benzer şekilde elde edilmesi yerine, kısa yoldan yaklaşık olarak hesaplanabilmesi amacıyla, Türkiye'nin coğrafi bölgeleri düzeyinde, «GME» ve «BSA» değerleri arasında doğrusal bir ilişkinin varlığından hareketle «regresyon analizi» uygulanmıştır. Söz konusu analizde; bağımsız değişken olarak (X) GME değerleri, bağımlı değişken olarak ise (Y) BSA değerleri esas alınmış ve «regresyon denklemleri» tesbit edilerek, aşağıda verilen tabloda belirtilmiştir (TABLO X) :

Tablo X. Türkiye'nin coğrafi bölgelerine göre; yıllık brüt su açığı (BSA) miktarlarının (mm) tesbitinde kullanılacak «regresyon denklemleri».

TÜRKİYE'NİN COĞRAFİ BÖLGELERİ	ist. sayısı (n)	Y=BSA, X=GME REGRESYON DENKLEMİ Y=a+b X	Korelas- yon kat- sayısı (r)	Belirli lik kat- sayısı (r <sup>2</sup> )
Karadeniz B. Kıyı Kıs.	6	Y= 109.198 + 32.994 X	0.9820	0.9643
Karadeniz B. İç Kısım	4	Y= 53.049 + 34.841 X	0.9999	0.9998
Marmara B. Kıyı Kıs.	4	Y= 67.440 + 35.547 X	0.9911	0.9823
Marmara B. İç Kısım	4	Y= -15.050 + 36.886 X	0.9941	0.9882
Ege Bölgesi Kıyı Kıs.	3	Y= -52.914 + 41.981 X	0.9843	0.9688
Ege Bölgesi İç Kısım	3	Y= -124.888 + 46.625 X	0.9999	0.9998
Akdeniz B. Kıyı Kıs.	4	Y= -214.982 + 51.181 X	0.8950	0.8010
Akdeniz B. İç Kısım	3	Y= 111.714 + 32.678 X	0.9163	0.8396
İç Anadolu Bölgesi	6	Y= 128.781 + 33.329 X	0.9639	0.9291
Doğu Anadolu Bölgesi	4	Y= 98.822 + 33.080 X	0.9997	0.9994
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2	Y= -666.700 + 66.500 X	1.0000	1.0000

TABLO X. da verilen «regresyon denklemleri» yardımıyla, «7» coğrafi bölgemizin herhangi birinde, «GME» değeri (mm) bilinen herhangi bir yerin «BSA» (yıllık, mm) değerleri (denklemden «X» yerine yıllık «GME» değeri konularak) kısa yoldan yaklaşık olarak elde edilebilir. Örneğin; Sivas'ın 20.9 mm.lik GME değeri, ilgili denklemden «X» yerine konularak ve çözülürse ( $Y=128.781+33.329(20.9)=$ ) 825.4 mm.lik yıllık «BSA» değeri elde edilmiş olur (TABLO VII.'de : 788.0 mm). Aynı şekilde, Bolu'nun 9.7 mm.lik GME değeri, ilgili denklemden «X» yerine konularak çözülürse ( $Y=53.049+34.841(9.7)=$ ) 391.0 mm olarak yıllık «BSA» miktarı tesbit edilmiş olur (TABLO VIII.'de. 394.8 mm). Elde edilen bu sonuçlar, yıllık «BSA» değerlerinin (mm) «regresyon denklemleri» ile yaklaşık olarak hesaplanabileceğini göstermektedir.

## ÖZET ve SONUÇ

Bu yazımızın birinci kısmında; «yağış etkinliğinin önemi» üzerinde durulmuş ve geçmiş yıllarda bu konu ile ilgili olarak teklif edilen formüller, kısaca tanıtılmıştır. İkinci kısmında ise; Türkiye şartlarına göre, «yağış» ile «günlük maksimum buharlaşma» miktarını (mm) esas alan «yeni bir yağış etkinliği indisi» teklif edilmiştir. Muayyen devrelere uygulanabilecek bağıntıların da türetildiği bu yeni indisin «temel formülü» aşağıda gösterildiği gibidir:

$$I_n = \frac{P}{GME} \quad (\text{YILLIK}) \quad (1)$$

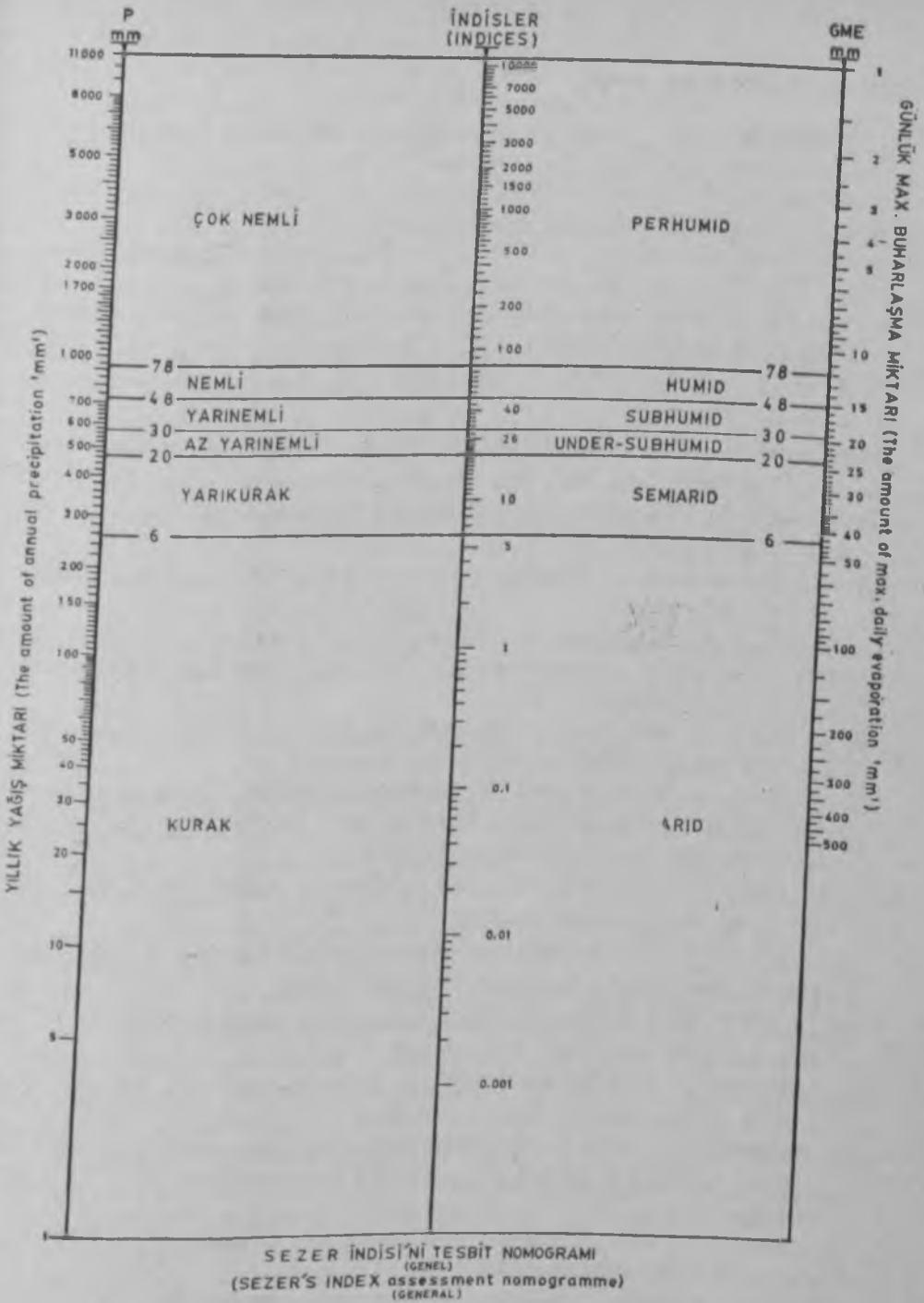
Bu bağıntıda (1);  $I_n$  : Yağış etkinliği indisini, P : Yıllık yağış miktarını (mm), GME ise; günlük maksimum buharlaşma miktarını (mm) ifade etmektedir. Yeni formülün «iklim tipi ve vejetasyon kategorileri», TABLO IV-a (genel şekli) ve TABLO IV-b. (ayrıntılı şekli)'de verilmiştir.

Yukarıda temel formülü verilen «yeni indis» ile -Türkiye şartlarında- «vejetasyon süresindeki» ve «yıl içindeki» brüt ve net su açığı miktarının tesbit edilebilmesi için yeni bağıntılar önerilerek, tarım çalışmalarına ilişkin «örnek uygulamalar» yapılmıştır. Ayrıca, ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmak üzere, yine aynı metoda göre bitkilerin, su faktörüne uyma dereceleri bakımından bir sınıflandırması yapılarak, örnek meteorolojik istasyonlara uygulanmıştır (TABLO IX).

Şunu önemle belirtmek isteriz ki, bu yazımızda takdim ve teklif edilen «yeni yağış etkinliği formülü», yağış ile potansiyel evapotranspirasyon arasındaki ilişkiyi «objektif» bir şekilde yansıtmaktadır. Çeşitli amaçlara yönelik olan formül, basit matematiksel işlemlere dayanmaktadır. Yardımcı formüllerinin bulunuşu nedeniyle uygulanma alanını genişletici özellik taşımaktadır. Ayrıca, basit matematiksel işlemleri bile en aza indirmek amacıyla, muayyen devrelere ait «indis» değerlerinin kolaylıkla elde edilebileceği şekilde, oldukça hassas bir «genel nomogram» hazırlanmıştır (ŞEKİL: 4).

(1). bağıntısının, buharlaşma rasadı yapılan 57 meteoroloji istasyonu muza uygulanmasıyla elde etmiş olduğumuz sonuçlara göre; Türkiye'nin (yüzölçümü=780576.0 km<sup>2</sup>) genel olarak %17.54 (136913.0 km<sup>2</sup>)'ünün «yarıkurak» ( $I_h < 20$ ); %50.88 (397157.1 km<sup>2</sup>) kadarının «yarınemli» ( $20 \leq I_h < 48$ ) ; %26.32 (205447.6 km<sup>2</sup>)'sinin «nemli» ( $48 \leq I_h < 78$ ) ve %5.26 (41058.3 km<sup>2</sup>) kadarının ise «çok nemli» ( $I_h \geq 78$ ) iklim şartları altında bulunduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, bu durumu «Türkiye'nin yıllık yağış etkinliği haritası» üzerinde görmek mümkündür (ŞEKİL: 1).

İklim tipleri ile vejetasyon formasyonlarının sınıflandırılması amacıyla, gelir olarak «yağış» (mm) ve gider olarak ise, bilindiği kadarıyla günümüze kadar hiçbir yağış etkinliği formülünde dikkate alınmamış olan «günlük maksimum buharlaşma» miktarını (mm) esas alan «yeni yağış etkinliği indisi» ne ilişkin olarak takdim edilen bu yazımızın ilgilenenlere yarar sağlayacağı kanaatini taşımaktayız.



Şekil 5 : SEZER indisini tesbit nomogramı (genel)\*\*\*

Figure : The general nomogram of SEZER's index.

(\*\*\*) Yağış taksimatında «P» değeri, günlük maksimum buharlaşma taksimatında ise «GME» değeri işaretlenir. Bu iki nokta, düz bir çizgi ile birleştirilir. Çizginin indis taksimatını kestiği noktadan aranan indis değeri ( $I_b$ ) okunur (P            In            Dev).

## BİBLİYOGRAFİK KAYNAKLAR

- (1) AKKAN, E., 1963, «Erzincan ovasının iklim özellikleri», Ankara Üniv. D.T.C.F. Derg. C. XXI, s. 3-4, Ankara.
- (2) ARDEL, A., 1973, *Umumi Coğrafya Dersleri, C.1. Klimatoloji*. İstanbul Üniv. Yay. No. 146, Coğ. Enst. Yay. No. 7, İstanbul.
- (3) ARDEL, A., KURTER, A., DÖNMEZ, Y., 1969, *Klimatoloji Tatbikatı*, İstanbul Üniv. Yay. No. 1123, Coğ. Enst. Yay. No. 40, İstanbul.
- (4) ATALAY, İ., 1976, «Türkiye'de vejetasyon sürelerinin dağılışı», *Atatürk Üniv. Ed. Fak. Arşt. Derg. S. 7*, s. 247-280, Erzurum.
- (5) ATALAY, İ., 1982, *Toprak Coğrafyası*, Ege Üniv. Sos. Bil. Fak. Yay. No. 9. s. 95-116, İzmir.
- (6) ATALAY, İ., TETİK, M., YILMAZ, Ö., *Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri*. Ormancılık Arşt. Enst. Yay. No. 141, Ankara.
- (7) ATALAY, İ., 1983, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş*, Ege Üniv. Ed. Fak. Yay. No. 19, İzmir.
- (8) AYBERS, N., 1980, *Mühendislik Termodinamiğinin Esasları*, Birsen Kitabevi Yay., İstanbul.
- (9) CERİT, A.M., KAKAÇ, S., OSKAY, R., 1976, *Makina Mühendisliği El Kitabı, C. 1, 6. Böl. «Termodinamik ve ısı iletimi»*, TMMOB Yay. No. 100, s. 6 -1/6- 158, Ankara.
- (10) GÜRTAN, K., 1969, *Demografik Analiz Metodları*, İstanbul Üniv. Yay. No. 1479, İkt. Fak. Yay. No. 260, s. 343, İstanbul.
- (11) GÜRTAN, K., 1982, *İstatistik ve Araştırma Metodları (İktisat ve İş İdaresine tatbikatı)*, İstanbul Üniv. Yay. No. 2941, İşl. Fak. Yay. No. 131, İşl. İkt. Enst. Yay. No. 56 (5. Baskı), İstanbul.
- (12) DÖNMEZ, Y., 1968, *Trakya'nın Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniv. Yay. 1321, Coğ. Enst. Yay. No. 51, İstanbul.
- (13) DÖNMEZ, Y., 1979, *Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniv. Yay. No. 2620, Coğ. Enst. Yay. No. 112, İstanbul.
- (14) DÖNMEZ, Y., 1979, *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, İstanbul Üniv. Yay. No. 2506, Coğ. Enst. Yay. No. 102, İstanbul.
- (15) DÖNMEZ, Y., 1976, *Bitki Coğrafyasına Giriş*, İstanbul Üniv. Yay. No. 2155, Coğ. Enst. Yay. No. 84, s. 19-39, İstanbul.
- (16) DÖNMEZ, Y., 1985, «İzmit Körfezi çevresinin iklim ve bitki örtüsü özellikleri», *İstanbul Üniv. Ed. Fak. Coğ. Böl. Coğrafya Derg.*, S. 1, s. 143-152, İstanbul.
- (17) ERİNÇ, S., 1965, *Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 41, İstanbul.
- (18) ERİNÇ, S., 1969, *Klimatoloji ve Metodları (genişletilmiş ikinci baskı)*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 35, İstanbul.
- (19) ERİNÇ, S., 1977, *Vejetasyon Coğrafyası*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 92, İstanbul.
- (20) EROL, O., 1964, *Genel Klimatoloji I*, Ankara Üniv. D.T.C.F. Yay. No. 155, Ankara.

- (21) GÖKMEN, H., 1962, *Türkiye'de Orman Ağaç ve Ağaçcıklarının Yayılışı Haritası* (Ölçek: 1/2 500 000), Orman Genel Md. Yayını.
- (22) GÜNGÖRDÜ, M., 1985, «Güney Marmara bölümü (doğu kesimi) bitki örtüsünün coğrafi şartları», *İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Derg.*, S. 1, s. 77-94, İstanbul.
- (23) İNANDIK, H., 1965, *Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 42, İstanbul.
- (24) İNANDIK, H., 1969, *Bitkiler Coğrafyası*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 32, s. 104-234, İstanbul.
- (25) İZBIRAK, R., 1976, *Bitki Coğrafyası*, Ankara Üniv. D.T.C.F. Yay. No. 226,
- (26) KIŞLALIOĞLU, M., BERKES, F., 1985, *Ekoloji ve Çevre Bilimleri*, Türkiye Çevre Sor. Vakfı Yay., Ankara.
- (27) KOÇMAN, A., 1979, *Yukarı Kura Nehri Havzasının Fiziksel Coğrafyası* (basılmamış doktora tezi), Atatürk Üniv. Ed. Fak. Coğ. Böl. Erzurum.
- (28) KOÇMAN, A., 1986, *İzmir-Bozdağlar Yöresinin Jeoekolojisi (Batı Anadolu)*, Ege Üniv. Araşt. Fonu Yön. Kur. Proje No. 002 (basılmamış), İzmir.
- (29) OTMAN, R., 1979, *Fizik (lise 1)*, İnkilâp ve Aka Kıtabevleri Koll. Şti. Ankara cad., No. 95, s. 56-165, İstanbul.
- (30) REGEL, V.C., 1963, *Türkiye'nin Flora ve Vejetasyonuna Genel Bir Bakış*, Ege Üniv. Fen Fak. Monog. Ser. No. 1 (Tercüme: A. BAYTOP ve R. DENİZCİ), İzmir.
- (31) SÖZER, A.N., 1972, *Kuzeydoğu Anadolu'da Yayılcılık*, Turhan Kitabevi, Ankara.
- (32) SÖZER, A.N., 1984, «Güneydoğu Anadolu'nun doğal çevre şartlarına coğrafi bir bakış», *Ege Coğ. Derg.*, S. 2, s. 8-30, İzmir.
- (33) SUNGUR, K.A., 1979, *Coğrafyada İstatistik Metodları I*, İstanbul Üniv. Coğ. Enst. Yay. No. 109, İstanbul.
- (34) SÜR, A., 1977, *Alanya'nın İklimi*, Ankara Üniv. D.T.C.F. Yay. No. 270, Ankara.
- (35) ŞENVAR, C., ALPAUT, O. ve diğerleri, 1980, *Kimya*, (liselerin üçüncü sınıfları için), Modern Mat. ve Fen Kit. : 123, dördüncü baskı, s.23-46/72-124, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- (36) TANOĞLU, A., ERİNÇ, S., TÜMERTEKİN, E., 1962, *Türkiye Atlası*, (Atlas of Turkey), İstanbul.
- (37) VARDAR, Y., 1980, *Bitki Fizyolojisine Giriş*, Karınca Mat. (5. Baskı), İzmir.
- (38) YALÇIN, S., 1985, «Batı Karadeniz bölümü (Sakarya-Filyos kesimi) bitki örtüsünün coğrafi dağılışı I», *İstanbul Üniv. Coğrafya Derg.*, S. 1, s. 47-76, İstanbul.
- (39) **METEOROLOJİ BÜLTENLERİ:** — Yıllık Meteoroloji Bültenleri (1962-1972),  
— Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bültenleri (1967, 1974).

## SUMMARY

### A NEW APPLICATION INDEX ON THE SUBJECT OF THE CLASSIFICATION CLIMATE AND VEGETATION

In this study, firstly, the importance of the precipitation has been evaluated and the others precipitation indices have been examined, shortly; and secondly, a new precipitation efficiency index has been proposed depending upon precipitation and daily maximum evaporation according to Turkey's conditions. The basis of the new formula were given below:

$$I_h = \frac{P}{GME} \quad (\text{ANNUAL})$$

Here,  $I_h$  = Precipitation efficiency index,  
 $P$  = Annual precipitation (mm) and  
 $GME$  = Daily maximum evaporation (mm).

Climatic types and their vegetation formation of the new index was given in the following table :

	CLIMATE	INDICES	VEGETATION
D R Y	Extremely dry	$I_h < 5.77$	Desert
	Arid	$5.77 \leq I_h < 9.20$	Desert-steppes
	Semiarid	$9.20 \leq I_h < 19.37$	Steppes and steppe-forests
SUBHUMID	Dry-subhumid	$19.37 \leq I_h < 29.68$	Shrubs/forest-steppes
	Subhumid	$29.68 \leq I_h < 36.56$	Hard leaved (maquis) forests/ dry mixed forests
	Molst subhumid	$36.56 \leq I_h < 47.03$	Subhumid Mediterranean/ coniferous forests
HUMID	Humid	$47.03 \leq I_h < 77.97$	Broad leaved deciduous forests/ mixed forests
	Perhumid	$77.97 \leq I_h$	Humid forests/highland forests

In order to establish the water deficiency relating with during the vegetation period and yearly, the new correlations has been submitted and its ap-



plication has been carried out on the agriculture. In addition to this, same method has been applied on the afforestation activities in order to determine the water supply, in these applications climatic data were obtained by the 57 meteorological stations.

It is indicated that in the new index relationships between the precipitation and evaporation are clearly emphasised, in other words, positive results could obtain in the applications both the agricultural activities and the classification of the vegetation. On the other hand, the new formula depends on the basic mathematical operations and also a nomogram was presented in order to devise the indices relating with identical periods (Fig. 4).

According to results, which were resulted in the application of the new formula, the semiarid area covers an area of 17.54 percent of the total land of Turkey, and the other figures are as follows: Subhumid area is nearly 50.88 percent, humid land is about 26.32 percent, and perhumid area is about 5.26 percent. This position can be seen on the yearly precipitation efficiency map of Turkey made by the new formula (Fig. 1).

In order to classify the relationships between the climatic types and vegetation formations, the precipitations and daily maximum evaporations has been into consideration to reveal balance. As far as I know, that is why the proposed new index can be reveal the useful data determining the precipitation efficiency. This balance could not into calculation the other indices which has been proposed to determine the precipitation efficiency so far.