

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



SERİ B. CİLT VIII. SAYI I. 1958

ORMANCILIKTA İKLİMLERİN TASNİFİ

Yazanlar :

C. W. THORNTWAITE ve F. Kennet HARE⁽¹⁾

Çeviren :

Asis. Tahsin TOKMANOĞLU

İklimler de değişik durumlar gösteren şeyler gibi tasnif edilebilirler. Fakat şu cihetin anlaşılması çok ehemmiyetlidir; iklim tasnifi ilmi yaşayan organizmaların cins, nev'i ve varyete tasnifi gibi değildir, gerçi türlerin tertibine birçok biyolojistler razı olmamaktadırlar, şüphesiz canlılar alemi bir çok guruplara ayrılırlar, Göknaar ve Lâdin türleri arasında morfoloji, fizyoloji ve genetik faktörleri bakımından kaba bir tetkikte bile büyük farklar göze çarpar. Fakat birbirine yakın iklim sınıflarını ayırt eden böyle bariz farklar yoktur. Aksine olarak bir iklimden diğerine geçerken büyük mikyasta birbirini takip eden geçit kademeleri bulunur. Aşağı yukarı bariz farklar gösteren iklim hudutları bulabiliriz, meselâ Pinus ve Taxus.

İklim tasnifi ile toprakları veyahut bitkilerin tasnifi arasındaki benzeş aşikârdır, dünyadaki mer'aların bozkırlarla ormanlar arasında geniş bir geçit teşkil ettikleri herkesçe bilinir. Toprak veyahut vejetasyon gibi bir tabiat kompleksini aklen tasnif etmek müşküldür, fakat tasnif lüzumlu. dur ve realiteye yaklaşmaktadır. Şüphesiz ki (konifer ormanı) hakiki bir ünvardır, fakat onun sınırlarını tayin edebilmek zordur. O da iklim gibidir. Arzın kompleks sathındaki iklim değişikliklerini, iklim tiplerini ve onların tesirlerini, iklim rejyonlarını tanımak lüzumludur. İklim tasnifinden gaye başlıcası rutubet ve sıcaklık olan aktif iklim faktörlerinin ortaya çıkarttığı

(1) — C. W. Thornthwaite U. S. A. Centerton daki klimatoloji laboratuvarının direktörü, klimatoloji komisyonu WMO nun reisidir.

F. Kenneth Hare Kanada da Quebec, Montreal de McGill Üniversitesiinde coğrafya kısmının müdürüdür.

çeşitli iklim tiplerinin kısa bir tavsifini elde etmektir. Bir tasnifin kıymeti evvelâ tanıttığı ve hudutlarını tesbit ettiği iklim rejyonlarının doğruluğuna, ikinci olarak da herbirindeki şartların tasrih edilişi kadar bu hudutları tayin için seçtiği noktaları numaralamasındaki maharete dayanır.

Ormancılar ve bilhassa Silvikültürle meşgul olanlar bu mevzuyu makul ve enteresan bulurlar. Birçok senelerden beri tabiattaki bitkilere ve topraklara iklimin kompleks bir faaliyeti gözü ile bakılmaktadır, iklimin ya kıtadaki sıralanması (Clement'in iklim formasyonları gibi) veyahut nevelerinin tatbiki mümkün olan mahalli hatasız tasnifi dolayısıyla olmaktadır. Orman vejetasyonunun dağılışı muayyen iklimlerin kontrolü altında olmaktadır ve şimdi açıkça bilindiği gibi de ormanlar kendilerinin mikroklimatik ve hatta makroklimatik şartlarını hazırlarlar. Food and Agriculture Organization (-gıda ve ziraat organizasyonu) nun iklim tasnifi sorusunda aradığı hepsine şamil daha pratik ve daha müessir olanıdır, çünkü bu teşkilât bilhassa yabancı ağaç türlerinin dikimi ile alâkadar olmaktadır. Asia - Pacific Forestry Commission (= Asya Pasifik Ormanlık Komisyonu) 1952 yılının Aralık ayının 1-13 üne kadar Singapur'da yaptığı ikinci toplantısında F, A, O nun ormanlık şubesi kanalı ile World Meteorological Organization (W, M, O), (= Dünya Meteoroloji Organizasyonu) ndan iklim tasnifi hususunda standart bir plân tavsiye etmesi istenmiştir.

..... iklimle vejetasyon arasındaki münasebetin esası..... böyle bir tasnif devlet teşkilâtında çalışan ormancı azalarımıza denenmesi istenilen yabancı türlerin seçilmesinde bir klavuz olması bakımından çok faydalı olacaktır (2).

1954 senesinde UNESCO'nun Montevideo'da yaptığı 8. konferansta rutubetli tropik iklimlerde yapılacak araştırmalara ait bir plânın münakaşası yapılmıştır. 1955 ve 1956 yılları için bütçesi ayrılan ve tasarlanan programı aşağıdaki husus da dahil bulunmaktadır.

«Rutubetli tropik sahaların hudutlarını ve bu sahalara benzer iklim şartlarında olduğu tecrübe edilmiş yerlerde, programın üzerinde tatbik edilmesinin lâzım olduğu evvelden anlaşılan yerleri gösteren haritalar (3)».

Bu Nations Organization (= Birleşmiş Milletler Organizasyonu) nun çeşitli üyelerini alâkadar eder. İklimle ait teferruatlı bilgiler ve bitkilerdeki büyümenin ihtiyaçları karşılama bakımından husule getireceği neticeler bütün memleketlerde bilinir.

(2) Dünya meteoroloji organizasyonu klimatoloji komisyonu tarafından neşredilen (ilk ihlaslara ait son raporların hülâsası) ın dan iktibas edilmiştir. Washington Mart 12-25, 1953, 40-41 sayfa.

(3) UNESCO nun Montevideo da yaptığı 8 inci büyük konferansa ait (1955 ve 1956 bütçe programının gayesi) nin 86 ncı paragrafından iktibas edilmiştir.

Bu günkü müellifler standart olmaya lâyık görülen bir tasniften şüphe edebilirler. Herhangi bir şeyin standart olduğu kabul edilmeden evvel uzun bir zaman geçmelidir. Mevcut metodların tekrar gözden geçirilmesi faydalı olabilir, burada yapılması istenen de budur.

Tarihçesine bir bakış

Modern manada iklim tasnifi 19. asrın ortasında bilhassa tabiat tarihçilerinin ve biyolojistlerin önderliği ile yapılmıştır. Biyolojistler tarafından ortaya konulan bu tasnifin ilk gününden beri arzın yaşanılan tabakasını etüd edenler tarafından en aktif tasnif sisteminin bulunmasına çalışılmaktadır. Mevcut müelliflerin hepsi neşriyatlarında literatürlerde çok bahsedilen bu safhaları gözden geçirmişlerdir. Buraya lüzumlu olanların en kısa izah şekilleri alınmıştır (*). 1866 senesinde A. Grisebach tarafından en eski ve mükemmel dünya vejetasyon rejyonları haritası tanzim edilmiştir. Bundan kısa bir müddet sonra meşhur bitki fizyolojisti Alphons de Candolle bitki türlerinin dağılışına tesir eden faktörlere ait büyük tetkiklerini neşretti. Grisebach suhnet, hararet veya yağış ile dünya bitkilerinin yayılışının bir birine tekabül etmesi üzerinde çalışanlara bir karşılık olmak üzere dünyadaki bitkileri tasnif etmeye teşebbüs etti. Aynı zamanda biyolojistler arasında iklimin fenoloji, büyüme ve bitki türlerinin inkişafı üzerinde tesiri hususunda geniş çalışmalar yapılmakta idi. Carl Linsser'in çalışmaları tamamile bu mevzuun dışında idi, onun çalışmaları ısının fenoloji üzerine ve yağmurun bitkiler üzerine tesirine aitti, bu çalışmalar onu dünyayı iklim zonlarına ayırmaya sevketti, böylelikle vejetasyon zonlarına istinad eden ilk doğru iklim tasnifini kendi kendine yaptı. Daha sonra da Candolle iklime uygun olarak bitkilerin fizyolojik bakımından tasnifini neşretti, bu eserde ilk defa olarak şu terimler kullanılmıştır : «megathermal», «Xerophilus», «mesothermal», «microthermal»

Böylelikle 1857 de vejetasyon tiplerine veyahut bitkilerin fizyolojik bakımından gösterdikleri karşılıklara göre iklimlerin tasnif edilebileceği fikri teessüs etti. Fakat öylece bırakıldı. Petersburg'da yetişen biyolojist Wladimir Köppen bu fikri ele aldı ve onu asla mevkiini kaybetmeyecek şekilde önderlik mertebesine yükseltti. Köppen 60 küsur seneden beri rağbette bulunan klimatolojiyi kurdu ve onun iklim tasnifleri bugün dahi coğrafya mütehas. sısları arasında kullanılmaktadır. Onun ısı ve bitki büyümesi üzerinde çalışmaları Linsser ve Candolle nin usulünde olmuştur, fakat kısa bir zaman dünya iklim rejyonlarının objektif tayini işine dönmüştür. Onun ilk araştır-

(*) 1943 te Thornthwaite C. W. tarafından neşredilen (iklim tasnif problemi, jeoğrafik görüşler).

Hare F. K. 1951 yılında Harvard ve Cambridge Üniversiteleri tarafından basılan jeoğrafiye ait Londra risalelerinde iklim tasnifleri.

Tablo: 1. Dünya iklim zonları

| İklim | Sembol | Köppen'in verdiği isimler | Tekabül ettiği de Cadolle zonları | İklimin limitleri |
|----------|--------|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Ağaç (1) | A | Tropikal yağmurlu | Megathermal | En soğuk ayın ısısı + 18 derecenin üstünde |
| | C | Sıcak | Mesothermal | En soğuk ayın ısısı - 3 ile +18 derece arasında |
| | D | Şimali | Mikrothermal | En soğuk ayın ısısı -3 den aşağı en sıcak +10dan yukarı |
| Kar (2) | E | Kar | Hekistothermal | En sıcak ay + 10 dereceden aşağı |
| Kuru (3) | B | Kuru | Xerophileus | Yıllık yağış R den az (4) |

(1) Orman vejetasyonuna kâfi gelecek kadar yağmur

(2) Ağaç büyümesine ısı bakımından müsait değil

(3) Ağaç büyümesine rutubet bakımından müsait değil

(4) R aşağıda izah edilecektir.

maları ve Oscar Drude ve Grisebach ile olan iş münasebetleri onda, bitkilerin çeşitli iklim elementlerini birleştiren bir alet olarak hizmet edebileceği ve onların yayılışının iklim rejyonlarını tanıtmaya işini üstüne alabileceği fikrini uyandırdı. Bu fikir onun daha sonraki çalışmalarında ve kendisinden sonra gelen klimatolojistlerin düşüncelerinde en müessir unsur olmuştur.

Köppen ilk tasnifini 1900 yılında takdim etmiştir ve daha sonra 1936 yılında görülen son yazısına kadar sık sık ve teferruatlı olarak onu tekâmül ettirmiştir. O da Candolle'nin bitki rejyonlarını veyahut vejetasyon zonlarını almış ve hudutlarını iklimlere uydurmaya gayret etmiştir, müteakip günlerinde bu araştırma devam etmiştir. O dünya sathını de Candolle'yi takip ederek evvelâ beş büyük zona ayırmıştır. Bu tasnifte muayyen ısı ve yağış kıymetlerini esas almıştır. Köppen'in kendi terimleriyle bu beş zon şöyledir; kuru iklim, kar iklim ve diğer üçü ağaç iklimleridir, bunlar 1. No. lu tabloda gösterilmiştir.

Köppen'in koyduğu limitler iklim elementlerinin doğrudan doğruya müşahade edilen kıymetlerinin basit ortalamasına istinat etmektedir. Kuru iklimler (B) için verdiği yağmur miktarı yıllık hararete dayanmaktadır. Bu kritik yağmur miktarı (R) i tayin etmek için Köppen çeşitli formüller kullanılmıştır. 1928 de kabul ettiği formülün son şekli şudur :

$$R = 0,44 (T - k) \text{ burada}$$

$$T = \text{Yıllık suhuret}$$

$$k = \text{Mevsimler içindeki yağmur miktarına göre kararlaştırılan bir sabite.}$$

Ağaç veya kar iklimine tâbi olan bir mıntıkada bir mahalle (R) miktarından daha fazla yağmur yağıyorsa orası rutubet gurubuna dahil olur. En soğuk veya en sıcak aydaki ısı miktarı o yerin A, C, D ve E guruplarından hangisine ait olduğunu tayin eder. Bu iklimler daha sonra gine basit ölçüler kullanılmak suretile yağmurun ve ısının mevsimler içindeki dağılışına göre alt sınıflara ayrılmışlardır.

Köppen'in sistemi geniş şöhret kazanmış olmasına rağmen verimli olmamıştır ve orman iklimlerinin tasnifinde tamamen faydasız bir metoddur. Evvel emirde o kaba taslak ve iş göremiyen bir alet durumundadır, tarif ettiği rejyonlar çok geniş ve kullanışsızdır ve dünyadaki vejetasyonun taksimine tetabuk etmemektedir. Ekseriya yapıldığı gibi değişik kıymetler kullanılarak rejyonların hudutlarını tâyin etmeye ait bir hususa sahip değildir. Köppen tamamen isabetsiz bir nokta olan basit ısı ve yağış değerlerini kullanmıştır, onu takip edenler ve müdafileri tarafından tertip edilen sistemlerde de aynı şekilde hareket edilmiştir. Havanın ısı derecesini gösteren özel eğrilerin toprak veyahut vejetasyon hudutlarını takip etmesi tesadüfidir. Şu sorulara mükemmelen cevap veren bir sistem kurulmalıdır. İklim hareketlerini kontrol eden aslında nelerdir? Yaygın olan bu hadiselere uygun bir ölçü nasıl yapılır?

İklim cereyanları

İstatistik bakımından bir mahaldeki iklime, basit şekilde hesaplanmış iklimin ortalamalarına göre kıymet verilmektedir ve bu meteorolojistlerin görüşünün temelini teşkil etmektedir. İklim hafif fiziki olayların nazarı itibare alınmasını ve daha iyisi arz sathındaki vejetasyonun ve atmosferin kompleks olan karşılıklı tesirinin hesaba katulmasını ve bilhassa arzın sathı ile atmosfer arasındaki rutubet ve muharrik kuvvet ve enerji değişikliklerini ifade eder. Kanaatımızca bitkilerin etüdünden çıkarılacak hakiki kıymetlere istinad edecek sağlam temelli bir tasnif bu kompleks değişiklikleri ölçme imkânını aramalı meteorolojistlerin kaba müşahededen elde edilen malûmatına istinad ederek kalmamalı.

1948 senesinde Thornthwaite tarafından tertiplenmiş olan yeni iklim tasnifinde tabiattaki tebahurat'a veyahut evapotranspiration'a büyük ehemmiyet verilmiştir. Bu terimlerle kıt'anın vejetasyon örtüsü de izah edilmektedir. Thornthwaite'in tasnifindeki sıralanmanın esası, iklimik potansiel, ısınmayı şumulüne alan evapotranspiration potansiyelinden hasıl olduğu prensibine göredir. Bu cihazları haklı görmek, toprak sathından husule gelen tebahhurata ehemmiyet vermek zaruridir, literatürde ekolojist ve bitki fizyoloklarının bu noktada büyük itirafları bulunmaktadır.

Evaporation -suyun sıvı halden buhar haline geçmesi- mühim bir kitlenin topraktan atmosfere geçmesidir, suyun devri daiminde yağışın tersi.

dir. Enerji değişiminde de mühim bir amildir, evaporation için ısının bir kısmı harcanır, bu ısı gizli bir halde havaya intikal eder. Bu tabii evaporation yağışın tersidir, o aynı zamanda toprak sathını ısıtan güneş ve atmosferden aşağıya doğru gelen ışın akışının tersidir. Evaporationu ölçmek veyahut potansiyeli hesaplamak toprakla atmosfer arasındaki değişme prensiplerinin her ikisini aynı zamanda gösteren bir ölçü olmaktadır.

Karada vuku bulan tabii evaporation, su çukurlarından, göllerden, nehirlerden, yağmurda husule gelen su birikintilerinden, bitkilerin yaprak ve gövdelerinden, doğrudan doğruya toprak sathından veyahut yeşil bitkilerin organlarından, çevredeki hava basıncı evaporation sathındaki gaz basıncıdan daha az olduğu zaman husule gelir ve harici bir enerji kaynağı bulunduğu müddetçe devam eder. Evaporation'un ölçülmesinde birçok güçlükler vardır. Mesamatlı ampulü bulunan Atmometre ve Evaporation Tavası gibi aletler evapotranspiration ölçmek için az kıymeti haizdirler. Onlar daha ziyade havadaki evaporation kuvvetinin bazı unsurlarını mukayeseli şekilde ölçmeye yararlar. Tabii evaporation'u ölçmek için satıhtaki tabiat şartlarını yakinen taklit eden âlet olmalı Albedo⁽⁵⁾. ve water - supply ve daha başkaları elektrik sayacının sarfedilen elektriği⁽⁶⁾ ölçmesi gibi topraktan atmosfere geçen rutubeti ölçecek şekilde tertiplenmelidir.

Tabiat şartları altında evaporation'u âletle ölçmek için iki pratik yol vardır. «Buhar transport» metodu rüzgâr surati ve rutubet kıymetlerini ayrı ayrı ölçmek ve toprakla doldurulmuş bir tank veyahut evapotranspirometre kullanmak. «Buhar transport» metodu limit değerlerin müşahade edilebilmesi için kullanılması pratik bir hale getirilmemiştir, fakat evapotranspirometers'ler dünyanın birçok yerlerinde tesis edilmiştir, her sene kıymetlendirilebilen birçok ölçüler yapılmaktadır⁽⁷⁾. Bir evapotranspirometers'i ağaç örtüsü altında bulundurmamak halledilmemiş bir problem olarak bulunmaktadır. Su havzasından gelen su ve ölçülen yağmur evapotranspiration hakkında indirekt bir ölçü verir; gerçi yağmurdan artan miktar ile su havzasından temin edilen arasında kaba bir münasebet vardır.

(5) Bu terimin mânası aşağıda izah edilecektir.

(6) Thornthwaite ve Holzman, Benjamin evaporation u toprak ve su sathından ölçmek. U. S. Ziraat Vekâleti Tech: Bul: No: 817, 1942, 143 sayfa Thornthwaite C. W. Wilm, H. G: ve daha başkaları ile birlikte yazdığı (evaporation ve transpiration komisyonunun raporu):

Trans. Amer. Geophys. Union, Cilt 27 No: 5, 1946, 721 - 723 sayfa

(7) Mather. J. R. in (evapotranspiration Potansiyelinin ölçülmesi) klimatoloji risaleleri içinde çıkmıştır. Johns Hopkins Üniversitesi klimatoloji laboratuvarı tarafından neşredilmektedir.

Seabrook, New Jersey Cilt 7 No. 1, 1954, 224 sayfa.

Evaporation ölçmelerinin blâncosunun tetkikinde bazı kısaltmalar uygun görülür. Evapotranspirations'un şunlara istinat ettiği aşikârdır :

- a) — Evaporation'nun olduğu satha hariçten gelen enerji prensip olarak güneş ışınlarıdır.
- b) — Havanın buharı sürüklenme kapasitesi, meselâ rüzgâr sürati, dalgalı olması ve yükseldikçe buharın toplanmasının azalması.
- c) — Vejetasyonun hususiyeti, bilhassa şua kırılmaları karşısındaki değişikliği, şua onun işgal ettiği toprağa ve oradan kök sisteminin derinliklerine uzanır.
- d) — Toprağın hususiyeti, bilhassa kök muntıkasında bulunan kullanılabilir su miktarı.

Bu dördü meteorolojik kontrollardır (a) ve (b) daha ziyade biotik ve edafik kontrol olarak kabul edilir (c) ve (d) birçok ormancıları şaşkırtacak bir iddiadır. Gerçekten (a) ve (b) yakinen münasebettardır, atmosferin alçak kısımlarının dalgalı hali umumidir ve evaporation için lüzumlu enerjiye yardımcı olan ışın ve kütle değişmesi meselesine istinat etmektedir. Aynı şekilde (c) ve (d) de yakinen münasebettardır.

Şüphesiz bu listenin en önemli unsuru (a) dır. Tabii evaporation için buharlaşmada gizli bulunan enerjiye ihtiyaç vardır ve pratik olarak bu doğrudan doğruya güneş ışınlarından temin edilir. Işınlardan bazıları satıhta yansiyarak geri giderler, kaybolanların yüzde nisbeti albedo'dur. Bir kısmı toprağı ısıtmaya yarar. Bazıları hava içinde dağılır. Geri kalanı evapotranspiration için kullanılır.

Çeşitli bitki tipleri değişik miktarlarda güneş ışını absorbe ettikleri için çeşitli evapotranspiration potansiyeline sahiptirler. Angström çeşitli yüzeyler için aşağıdaki albedoları vermiştir. Çayır 0,26, meşe ormanı ile kaplı arazi 0,175 ve çam ormanı 0,14 ⁽⁸⁾ çam ormanı çayıra nisbetle % 16 daha fazla enerjiyi absorbe etmektedir. Fakat evapotranspiration için kullanılabilen kısım değişerek daha küçük bir yüzde nisbeti olmaktadır. Umumi sebze bahçelerinin ekserisi ve ekim tarlaları çayırlarla takriben aynı miktarda güneş enerjisi absorbe etmektedirler. Bazı orman tipleri çayırlardan daha az güneş ışını absorbe edebilirler. Bunlarda transpiration da çayırlardakinden daha azdır, biz onları buraya dahil etmedik.

Bir çayır sahası eğer toprak rutubetli ise gelen ışınların % 80 ini kolaylıkla evapotranspiration için harcıyabilir. Kesim çağına gelmiş bir orman daha fazla transpiration yapamaz. İki No: lu tablo Nebraska steplerinde

(8) Angström, A. (çeşitli toprak yüzlerine ait albedo).
Geografiska Annaler. H. 4, 1925, 323 - 342 sayfa.

Tablo : 2.

| Tarih | Havaya yayılan ısı (C) | Toprakta depo edilen ısı (S) | Evapotranspiration için harcanan ısı (E) | Toplam (C+S+E) | $\frac{E}{(C+S+E)}$ | Toprağın 45 cm. ye kadar derinliğinde bulunan kullanılmaya müsait rutubet |
|---------|------------------------|------------------------------|--|---------------------|---------------------|---|
| Ağustos | Cal/cm ² | Cal/cm ² | Cal/cm ² | Cal/cm ² | % | cm. |
| 13-14 | 56,3 | 29,7 | 377,2 | 463,2 | 81 | 4,2 |
| 18-19 | 59,1 | - 4,8 | 287,8 | 342,1 | 84 | 3,6 |
| 22 | 98,4 | 19,0 | 216,2 | 333,6 | 65 | 3,0 |
| 25 | 181,9 | 41,5 | 131,8 | 355,2 | 37 | 2,7 |
| 31 | 242,3 | 28,3 | 44,5 | 315,1 | 14 | 1,9 |

1953 yılı Ağustos ayında yapılan tecrübeye kabili istifade enerjinin nasıl taksim edildiği görülmektedir (⁹).

Bir çayır sahasındaki topraklar rutubetli oldukları zaman enerjinin % 80 den daha fazlası Evapotranspiration için sarfedilir, iki hafta sonra toprak kurduğundan bu sarfiyat % 14 de iner. Diğer bir ifade ile rutubetli toprakta fazla miktarda Evaporation olmaktadır. Orman vejetasyonu biraz daha iyisini yapabilmektedir, bütün enerji Evapotranspiration için sarfedilse toplamı % 25 daha fazla olmaktadır. Ormanlar daha fazla enerji absorbe etmekte ve binaenaleyh Albedoları daha küçüktür ve Evapotranspiration ları daha büyüktür. Fakat fark azdır.

Rutubetli şartlar altında bulunan orman vejetasyonunun Evapotranspiration bakımından çayırardan olan farkının küçük olması bir çok okuyuculara yanlış fikirler uyandırmaktadır. Literatürde mer'a veyahut nehirlerle tecrit edilmiş ağaçlarda yüksek nispette transpiration olduğuna dair bir çok yazılar vardır ve saksı içine konulmuş fidanlarda da nisbet yüksektir. Fakat büyük ağaçların bu nisbetlere sahip olmadıkları gösterilebilir. Bu bir çok defalar yapılmıştır. Tecrit edilmiş ağaç yansımış ışınları absorbe etmekte ve hava hareketleriyle gelen ısıyı toplamakta bu suretle daha fazla enerji alabilmektedir. Ormanda bulunan ağaç bunları yapmamaktadır.

Satıhtaki toprağın rutubeti büyük mikyasta boşalırken ağaç mahrumiyet şartları içine girer, kökleri derine giden ormanlar çayırlara galebe çalmaktalar, çünkü onlar toprağın daha alt tabakalarına boru salmakta ve yaprak mıntakasının istediğini daha uzun zaman temin etmekte. Fakat meteorolojik faktör birinci derecede, vejetasyon tipi ise ikinci derecede ehemmiyetlidir. Bu mevzuda mantıki ve münakaşa kabul etmeyen taraf enerjinin biriktirilmesi. Ormanlar için ehemmiyetli addedilen ve birik.

(⁹) Thornthwaite C. W. ve diğer kimselerin Johns Hopkins Üniversitesi klimatoloji laboratuvarının neşrettiği klimatoloji risalelerinde atmosferin yakın kısmına ait Mikrometeoroloji, cereyan kudreti, ısı ve buharlaşma Cilt 7 No. 2, 1954 359 - 161 sayfa.

tirmeye ait bir kelimeye ihtiyaç vardır. Klimatoloji bakımından te'bahhuratın topraktan bitki kökleri yolu ile alınması veyahut yağmur birikintilerinden gelmesi arasında hiç bir fark yoktur. Her iki ameliyede de aynı miktarda enerjiye lüzum vardır, her ikisi de Evapotranspiration nu teşkil etmektedir. Yağmur birikintilerinde bulunan su bitki fizyolojisine dahil olmamıştır, fakat pörsüme halinde toprak rutubetinin rol oynamadığı enerjinin birikintilerdeki suların buharlaşmasına sarfedildiği zannedilmektedir. Diğer bir ifade ile yağmur birikintileri bitkiler için kayıp değildir onlar toprak rutubetinin korunmasını kolaylaştırmaktadır.

Hülâsa olarak Evapotranspiration un toprakla atmosfer arasındaki değişikliğin anahtarı olduğunu iddia edebiliriz. Ormancılıkta iklimin tasnifi veyahut çayır rejyonları için herhangi bir mükemmel sistemin aranması bu ameliyeyi ifade etmek ve bir ölçü olarak kullanılmak için zaruridir. Hatta Köppen'in kaba kuraklık faktörü Lang, de Martonne, Szymkiewicz, Emberger ve diğerlerinin gibi nasıl bir Evaporation un tesirli olduğunu açıklamaksızın yağmuru Evaporation arasındaki muvazenesi ifade etmeye teşebbüs etmişlerdir. Evaporation, bu yazarlar tarafından basit bir kütle halinde değişiklik ve toprağın tekrar telâfi edebileceği bir su kaybı olarak telâkki edilmiştir. Satıhtaki enerji muvazenesinde de evaporationun rolü mühimdir, yenibir şey olması dolayısıyla de ehemmiyetlidir.

Yağmur, yağış ölçme âletleri vasıtasıyla dünyanın herhangi bir yerinde kolayca ölçülebilir ve kaydedilir. Evapotranspiration u ölçmek kolay değildir, bu mühim unsuru ölçmek için dünyanın hiç bir yerinde bir teşkilât mevcut değildir ve onun küçük parçalara tevzi edilşinin, çeşitli dağılımları hakkında biz pek az şey biliyoruz. Böyle birçok müşküller vardır, mamafih Evapotranspiration Potansiyelinin tevziini kararlaştırmaya rağmen diğer iklim unsurlarını hesaba katmak lüzumludur.

Evaporation ve Transpiration un en sıhhatli ölçüsü münasebattar olduğu iklim unsurları, aylık veya mevsimlik sulama veya kurutma projeleri ve evapotranspirometer lerin her gün dikkatli bir şekilde kullanılmasıyla temin edilir. Thornthwaite, gün uzunluğunda husule gelen değişiklikler tashih edildiği takdirde ısı ile evapotranspiration potansiyeli arasında yakın bir münasebet olduğunu tesbit etmiştir. Çalışmalarının sonunda elde ettiği malumatı bir formülle ifade etmiştir, bu formüle göre ısı kayıtları bulunan herhangi bir yerde enlem dairesi yardımı ile Evapotranspiration potansiyeli hesaplanabilmektedir. Bu formül her yer için kullanılabilir (10). Fizikî prensiplere istinad eden yeni ve mütekâmil bir formül elde etmek için bir çok yerlerde çalışmalar tertip edilmiştir, çeşitli su muvazenesi etüdlerinde geniş mikyasta kullanılan amprik formüller vardır.

(10) Thornthwaite C. W. nin Geographical (makul bir iklim tasnifine yaklaşma) Cilt 38, 1948, 55 - 94 sayfa.

Thornthwaite'in 1948 deki tasnifi

Thornthwaite'in ilk dünya iklim tasnifi 1931 - 1933 yıllarında takdim edilmiştir⁽¹⁾. O daha evvel bu mevzuda yapılmış çalışmalardan rutubet faktörüne büyük rol vermesiyle ayrılmıştır. 1948 senesinde yukarıdaki fikri temel kabul eden bir sistem kurmayı arzu etti⁽²⁾. O yeni tasnifinde Evapotranspiration potansiyeline (PE) vasat bir yer tahsis etti, tahdit edilmiş bir transpiration a kâfi gelecek kadar toprak rutubeti olan bir yerde vejetasyon örtüsünde husule gelen evapotranspirationu vasat değer olarak kabul etti. Bu sistem dahilindeki çalışmaların ilk neşriyatından itibaren devam etmiş, yalnız mütehasıslara değil bütün dünyadaki ziyaretçilere, biyolojistlere ve Klimatolojistlere takdim edilmiştir. Bir çok çalışmalar ve tekamüller yapılmış ve kabul edilmiş, bir çokları da proje halindedir.

Evapotranspiration potansiyeli yağışla mukayese edildiğinde ve toprakta su birikmesine izin verildiği ve daha sonra onun kullanılması, rutubetin az ve fazla olduğu periyotlar açıkça belli olur, rutubetli veyahut çorak iklim bu şekilde anlaşılır. Bazı istasyonlarda yağış daima Evapotranspiration dan fazladır, toprak daima suya doygun haldedir ve su fazlalığı (s) vuku bulmaktadır. Diğer yerlerde aydan aya yağış evapotranspiration dan daha az hale gelmektedir, bitkilerin ihtiyacına kâfi gelecek kadar rutubet bulunmamaktadır, rutubet eksikliği (d) vuku bulmaktadır. Islak ve kuru mevsimlerin her ikisinde de veyahut soğuk mevsimlerde az olan su isteği normal olarak şunları gösterir.

1 — Yağış su ihtiyacından fazla olduğu zaman rutubet fazlalığı (s) bir dolu depo periyodu.

2 — Yağış ve toprakta depo edilmiş rutubet evapotranspiration tarafından sarfedildiği zaman bir kurak mevsim olur, depo devamlı olarak azalır aktif evapotranspiration takatin altına düşer rutubet eksikliği (d) vuku bulur.

3 — Yağışın su ihtiyacından fazla olduğu ve rutubetin toprakta yeniden toplanmaya başladığı rutubet biriktirme mevsimi.

(s) ve (d) kıymetleri blânço esnasında hesabedilebilir. Şu cihet münaşip görülüp kabul edilmiştir: Toprakların kök mıntıkasındaki rutubetin çok olduğu zamanlarda maksimum 10 cm su depo eder ve bu rutubet mevcut olduğu müddetçe kullanılır. Bilindiği üzere toprağın köklerin kullana-

(1) Thornthwaite C.W. nin Geographical da çıkan (bir yeni tasnife göre kuzey Amerika'nın iklimi).

Cilt 21, 1931, 633 - 655 sayfa.

Thornthwaite C. W. nin Geographical Revieu da çıkan (Dünya iklimleri).

Cilt 23, 1933, 433 - 440 sayfa.

(2) Thornthwaite C. W. nin Geographical Revie da çıkan (makul bir iklim tasnifine yaklaşma) Cilt 38, 1948, 55 - 59 sayfa.

bileceği suyun toprak kapasitesi 10 cm den daha büyük olabilir ve toprak rutubeti kullanıldıkça Evapotranspiration nisbeti düşecektir. Asgari 30 cm derinlikte bulunan su derin köklü yetişkin bitkiler tarafından en normal topraklarda kullanılabilir, toprak kurudukça Evapotranspiration un toprak içindeki su miktarına olan nisbeti azalır ⁽¹³⁾. Topraktaki rutubet azalıp kapasitesinin % 50 sine indiği zaman evapotranspiration azamisinin % 50 sine iner. Her ne kadar her iki şekilde mevcut evapotranspiration için su fazlalığı ve eksikliği bakımından mukayese değerleri verilirse de yeni sistemlerden, kendiliklerinden deruhte ettikleri için daha realist, tabiattaki hadiselerle daha uygun ve şayanı tercih usul beklenir.

Yeni sistemi kullanarak bir su muvazenesi meydana getirmek müm. kündür, yalnız meteoroloji malumatı ile rutubet fazlalığı ve eksikliği miktarlarını her zaman için göstermek mümkündür. Şekil: 1 de dört muhtelif istasyonda yağışın aktif evapotranspirationla ve evapotranspiration potansiyeli ile mukayesesi görülmektedir. 3 No. lu tablo bu istasyonlardan ikisinde su miktarının mukayeselerini vermektedir. 3 No. lu tabloda gösterilmiş olan çeşitli operasyonlar ileri ile münasebattardır. Toprak rutubeti azamî derecede olduğu zaman aktif evapotranspirationla evapotranspiration potansiyeli aynıdır. Yağışın evapotranspiration dan olan fazlalığı su fazlası olarak kalmaktadır. Yağış evapotranspiration potansiyeline eşit olmadığı zaman fark topraktaki rutubetten tamamlanmaktadır, fakat toprak kuruyunca durum değişir. Aktif evapotranspiration ile kapasite arasındaki fark hasil olur, bu su kıtlığıdır. Toprakta depo edilmiş rutubetin değişmesi doğrudan doğruya kararlaştırılmaz bu işe mahsus bir tablodan temin edilebilir.

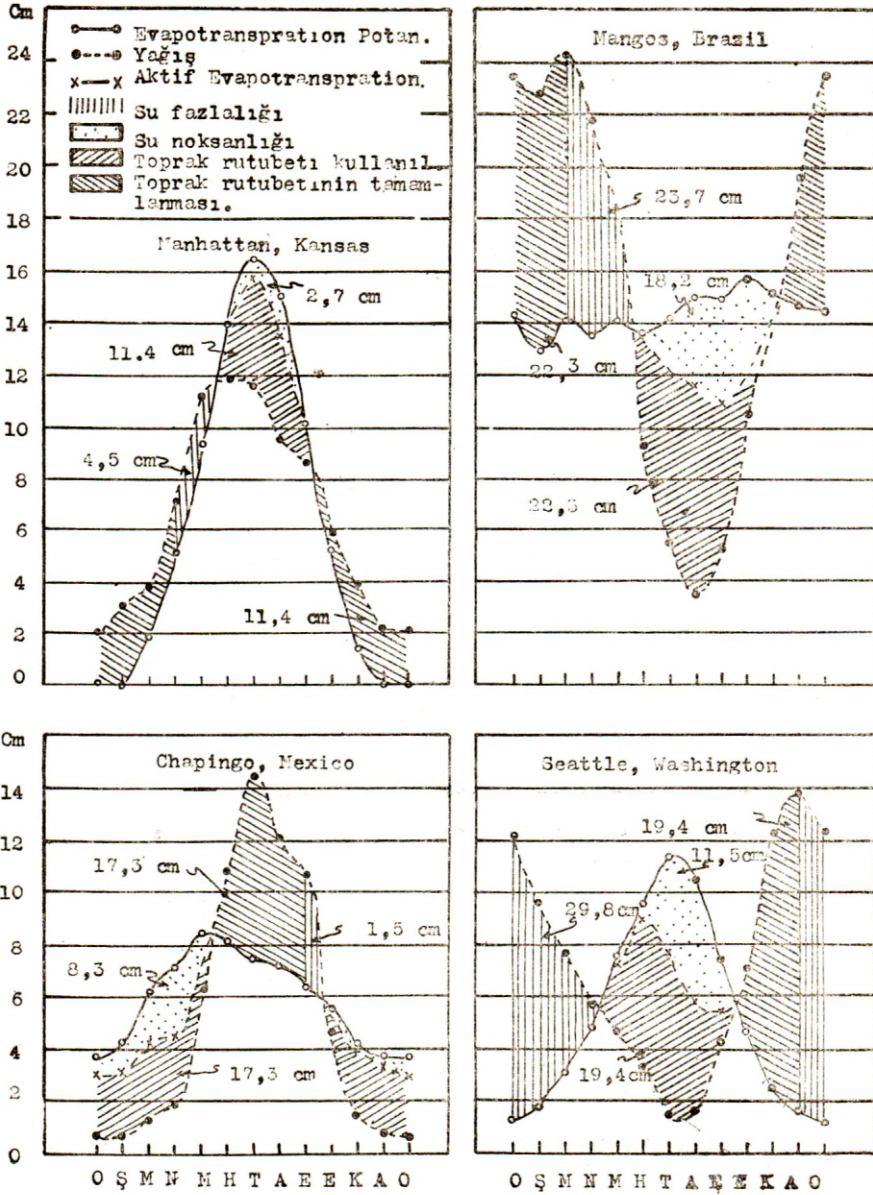
Netice olarak rutubet indeksi Im, s, d, PE arasındaki münasebetten çıkarılmıştır, bu üç değer her yıl kıymetlerdir. Bu indeks dünyayı rutubet muntıkalarına taksim etmenin temelidir. Taksimat aşağıdaki şekildedir :

| | Rutubet muntıkası | Rutubet indeksi (Im) |
|----------------|--------------------|----------------------|
| A | Perhumit | 100 ve daha fazla |
| B ₄ | | 80 — 99,9 |
| B ₃ | Humit | 60 — 79,9 |
| B ₂ | | 40 — 59,9 |
| B ₁ | | 20 — 39,9 |
| C ₂ | Rutubetli Subhumit | 0 — 19,9 |
| C ₁ | Kuru | — 19,9— 0 |
| D | Yarı çöl | — 39,9— -20 |
| E | Çöl | — 60 — -40 |

(13) Thornthwaite C. W. ve Mather J. R: nin U: S: Ziraat Vekâleti yıllık kitabı için hazırlanmış müsvette halinde bulunan (su bilânçosu ve sulamada kullanılması).

Rutubet ve kuru iklimler rutubet indeksi O ile birbirinden ayrılmışlardır.

İkinci indeks senelik PE ye göre iklim mntıklarını ayırmaktadır. Yaygın bir halde bulunan meteoroloji laboratuvarları ziraat bitkilerindeki büyümenin PE yekünuna büyük mikyasta tetabuk ettiğini müşahade etmiş-



Şekil — 1 4 istasyonda yağış ve evapotranspiration durumu

Tablo 3 — Seçilmiş istasyonların su bilançosu (cm. olarak)

| | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Hazi- ran | Tem- muz | Ağus- tos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|--|------|-------|------|-------|-------|--------------|-------------|--------------|-------|------|-------|--------|--------|
| S e a t t l e , W a s h i n g t o n | | | | | | | | | | | | | |
| Evaporation potansiyeli | 1.3 | 1.8 | 3.1 | 4.9 | 7.6 | 9.6 | 11.4 | 10.5 | 7.4 | 4.7 | 2.5 | 1.6 | 66.4 |
| Yağış | 12.3 | 9.7 | 7.8 | 6.0 | 4.7 | 3.4 | 1.5 | 1.7 | 4.3 | 7.1 | 12.3 | 13.9 | 84.7 |
| Farkı | 11.0 | 7.9 | 4.7 | 1.1 | -2.9 | -6.2 | -9.9 | -8.8 | -3.1 | 2.4 | 9.8 | 12.3 | |
| Depodaki değişiklik (1) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.8 | -5.1 | -6.2 | -4.1 | -1.2 | 2.4 | 9.8 | 7.2 | |
| Toprak rutubetinin depo edilmesi. | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 27.2 | 22.1 | 15.9 | 11.8 | 10.6 | 13.0 | 22.8 | 30.0 | |
| Aktif Evaporation | 1.3 | 1.8 | 3.1 | 4.9 | 7.5 | 8.5 | 7.7 | 5.8 | 5.5 | 4.7 | 2.5 | 1.6 | 54.9 |
| Su eksikliği | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.1 | 3.7 | 4.7 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.5 |
| Su fazlalığı | 11.0 | 7.9 | 4.7 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 29.8 |
| M a n h a t t a n , K a n s a s | | | | | | | | | | | | | |
| Evaporation potansiyeli | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 5.1 | 9.3 | 13.9 | 16.4 | 15.0 | 10.1 | 5.2 | 1.4 | 0.0 | 78.3 |
| Yağış | 2.0 | 3.0 | 3.8 | 7.1 | 11.1 | 11.7 | 11.5 | 9.5 | 8.6 | 5.8 | 3.8 | 2.2 | 80.1 |
| Farkı | 2.0 | 3.0 | 1.9 | 2.0 | 1.8 | -2.2 | -4.9 | -5.5 | -1.5 | 0.6 | 2.4 | 2.2 | |
| Depodaki değişiklik (1) | 2.0 | 3.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | -2.2 | -4.2 | -4.0 | -1.0 | 0.6 | 2.4 | 2.2 | |
| Toprak rutubetinin depo edilmesi. | 25.8 | 28.8 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 27.8 | 23.6 | 19.6 | 18.6 | 19.2 | 21.6 | 23.8 | |
| Aktif Evaporation | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 5.1 | 9.3 | 13.9 | 15.7 | 13.5 | 9.6 | 5.2 | 1.4 | 0.0 | 75.6 |
| Su eksikliği | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 1.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 |
| Su fazlalığı | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 2.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 |

(1) Topraktaki rutubet azaldıkça toprak rutubetinin kullanılması da azalmaktadır.

lerdir. Bu sebepten yıllık PE ye mntıkadaki büyüme potansiyelinin tâbi olduğu bir unsur gözüyle bakılabilir ⁽¹⁴⁾. Orman vejetasyonu için daha sonra bir mutabakat tesis edilmiştir.

PE kıymeti vasıtasıyla tayin edilmiş ısı mntıkları aşağıda verilmiştir:

| | Isı mntığı | Yıllık PE |
|------------------|--------------|------------------|
| E | Donmuş | 0 — 14,2 cm. |
| D | Tundra | 14,3 — 28,5 cm. |
| C ₁ } | Microthermal | 28,6 — 42,7 cm. |
| C ₂ } | | 42,8 — 57,0 cm. |
| B ₁ } | Mesothermal | 57,1 — 71,2 cm. |
| B ₂ } | | 71,3 — 85,5 cm. |
| B ₃ } | | 85,6 — 99,7 cm. |
| B ₄ } | | 99,8 — 114,0 cm. |
| A | Megathermal | >114,0 cm. |

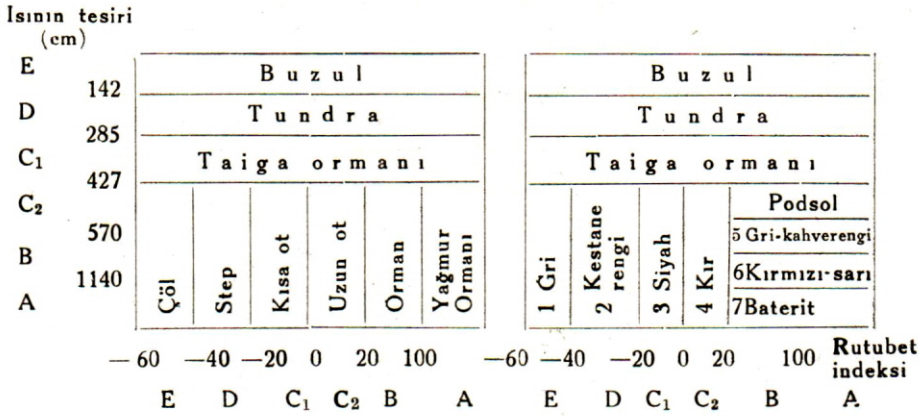
Bu yıllık Evapotranspiration potansiyelinin basit bir şekilde sıralanmasıdır, rutubet ve ısının her ikisine istinad eden bir göstergedir. Onun kıymeti işaret ettiği muayyen mntıkların rutubet ve kuraklık derecesini ve ısı bakımından büyüme potansiyelinin her bir noktasındaki kuvvetliliğindedir. Diğer bir ifade ile sıralanma dünyadakine uymaktadır ve budutları olan mücerret varlık değildir.

Orman taksimatıyla intibakı:

Thornthwaite tasnifindeki sıralanmanın mevcut bitki taksimi ve arz üzerindeki topraklarla tetabük ettirilmesi işine önem verilmiştir. Vejetasyonun ve toprakların taksiminin iklimle olan münasebeti 2 No. lu şekilde Thornthwaite'in 1931 tasnifine göre grafik halinde gösterilmiştir. Birleşik Devletlerin doğusu ve Kanada'nın güney doğusu rutubetli iklime dahildir. Her ikisi birlikte dünyanın en büyük rutubetli rejonlarından birini teşkil etmekte. Bu reyonda birbirinden farkları aşık olan orman tipleri bulunmaktadır, ısı ve rutubet değişikliklerine ait ıskalaya dahil olmaktadır. Rutubetli iklim, rutubetin tesirine göre subhumit den perhumite kadar dört tane alt reyona ayrılmaktadır. Bu alt rejonların her birinde kuzey ve gü.

(14) Thornthwaite C. W. nin 17 inci Beynelmlel jeoloji kongresi klimatoloji kısım raporlarından (sebzelerin sulanmasında ve fidan dikiminde iklim münasebeti) Ağustos 8-15, 1952, 46-51 sayfa aynı zamanda Johns Hopkins Üniversitesi klimatoloji laboratuvarını klimatoloji risalelerinde çıkmıştır. Cilt 5, No. 5, 1952.

Şekil 2 — İklim, vejetasyon ve toprak münasebetini gösterir grafik



(1) Serozem (gray soil)

(2) Chstnut (brown soil)

ney yolları bulunmaktadır. 4 No. lu tabloda görüldüğü üzere orman tipleri bu iklim rejyonlarına uymaktadır (15).

Tablo : 4.

| İklim | Rutubet indeksi | Kuzey zonu | Güney zonu |
|----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| B ₄ | 80 — 99,9 | Picea — Abies | (Birleşik Devletlerde yok) |
| B ₃ | 60 — 79,9 | Betula—Fagus—Acer—Tsuga | Quercus — Castania |
| B ₂ | 40 — 59,9 | Fagus — Acea | Quercus — Pina |
| B ₁ | 20 — 39,9 | Quercus — Carya | Quercus — Carya |

Rutubet faktörü ve binaenaleyh rutubet ıskalasısı ısı ve arz derecesine bağlıdır. Kuzey kutba yakın kıymetli konifer ormanlarında ısının rutubet tesirine galip geldiği görülür. Hare tarafından eskiden neşredilmiş bir seri makalede kuzey ormanlarındaki geniş fizyonomik taksimatın yıllık PE (16) taksimine tetabük ettiği gösterilmiştir. O şu taksimatı yapmıştır.

İklim ve vejetasyon münasebatı araştırmaları devam etmektedir, müte-hassıslar bu yazıyı okuyanların mesaiye iştirak etmelerini ve daha sıkı münasebet kurmalarını memnuniyetle karşılarlar. İklim vejetasyonu formasyonlarının gelişmesinden beri toprak rutubetinin yayılmasıyla toprak tipi

(15) Thornthwaite C. W. nin Birleşik devletler iklim atlası 1900-1939, U. S: Ziraat Vekâleti Misc. Pub: 421, 1941, 7 sayfa, 96 tablo.

(16) Hare F. K. nin Geographical Studies de çıkan kuzey konifer zonu Cilt 1 No. 1, 1954, 4-18 sayfa:

Tablo : 5.

| Orman Alt zonu | Yıllık PE | Vejetasyon |
|------------------------|-----------|---|
| Tundra | 31 | Tundra |
| Orman Tundra | | Dağ silsileleri üzerinde Tundra vadilerde Orman |
| Orman Arazisi | 35 | Tecrit edilmiş yerlerde tepe çatısı kapalı orman, açık orman arazisi Cladonia zenginliği. |
| Orman | 42 | Tepe çatısı kapalı orman ekseri yerleri örtülmüştür. |
| Karışık ısı ormanları. | 52 | Kuzey türlerin dominant olduğu orman, tipik geniş yapraklılar. |

arasında bir münasebet bulunmuştur, Thorntwaite'in ileri sürdüğü tasnifin müsbet yönde bir adım olduğunu zannediyoruz. Şu cihette açıktır ki mevcut tasnif sistemi kabadır. Hususi surette tesis edilen klamatolojik benzerlikler arzu edilen bitkilerin yetiştirilmesi programına klavuzluk içindir. Yukarıda tarif edilen ıskalalar görüldüğü üzere verilen ehemmiyet derecesine göredir.

Klamatoloji laboratuvarlarında bir usül altında uzun zaman tatbik edilecek bir programın bir kısmına göre yağışı (17). Evapotranspiration potansiyelini, su fazlalığını, su kesatlığını, dünyanın her tarafındaki rutubetli rejyonları kesafet dereceleri ile gösterir bir harita hazırlanmaktadır. Bir çok muntıkaların haritası 1/1 000 000 mikyasında yapılmıştır. Tekmil Afrika kıtasının haritası yeni Amerika Coğrafya Cemiyeti tarafından 1/3 000 000 mikyaslı olarak tamamlanmıştır. Bütün dünyanın haritasının kısa bir zamanda tamamlanması arzu edilmektedir.

Bu haritalar UNESCO nun arit zon ve humit kısımlarında çalışan Advisory Committee guruplarına olduğu kadar FAO nun silvikültürist lerinin, ihtiyaçlarına da cevap verecektir. Belki de bu haritalar iklim hakkında bilgi isteyen herkes için faydalı olacaktır.

Topraktaki rutubet rejimine istinat ederek bir yerde diğer bitkileri kaldırıp çayır sahası yapmak ve yahut ağaç veya çalı tesis etmeyi kararlaştırarak ve daha ileri giderek daha kullanışlı ve daha makul iklim tasnifi yap-

(17) Bu program birleşik devletler bahriyesinin bahriye araştırma ofisi jeoloji koluna istinat etmektedir.

mak lüzumludur. Su devrini daha teferruatlı tetkik ederek toprak rutubeti- nin iklim vecetasyon formasyonu üzerindeki hakiki tesirini tesbit etmek ve bitki yayılışına tesirini kararlaştırmak lüzumludur. Ormancılar standart bir iklim tasnifinde bitki yayılışı problemini toptan halledileceğini ümüt etmezler, fakat toprak rutubeti rejimine ait bilgilerin araştırılması, su fazlalığı ve su noksanlığı periyotlarının kompleks vecetasyon formasyonları üzerindeki tesiri anlaşılmıştır. Bu son unsurların taksimini gösterir harita iklim rejyonlarına ait haritadan daha ehemmiyetlidir (18).

Netice olarak : Mütéhassıslar orman ekolojisi için kabul edilmiş iş çerçevesinin istikbalde klimatolojistinkine daha çok yaklaşacağını ifade etmekte- ler. Böyle bir yaklaşmanın hazır olduğu açıktır. Thornthwaite topoklimatolojik tabirle bir yerin çeşitli arazına, toprak karakterine, pürüzlülüğüne ve albedosuna dayanan mahallî iklimini ifade etmiştir (19).

Bu yaklaşma klimatoloji orman ekolojistinin kabul ettiği tiplere paralel olacak şekilde arza indirmiştir. Bu iki fikrin aynı madalyanın iki yüzü olduğunu söylemek hatalı bir hareket değildir. Müşahadelere nazaran rutubetin klimatik tesiri vardır, enerji ve kuvvetin değişmesinde, biotik ve edafik kontrolde zıt istikamette, manzarada, meyilde, toprak yapısında ve vecetasyon topluluklarında kendini gösterir. Eğer topoklimatolojik yaklaşma devam ederse klimatolojist ve orman ekolojistlerinin her ikisi bu gün olduklarından daha fazla birbirlerine yaklaşacaklardır.

(18) Thornthwaite C. W. nin Johns Hopkin Üniversitesi Klimatoloji laboratuvarının neşrettiği klimatoloji risallerinde (çayır sahası iklimleri) Cilt 5, No. 6,1952

(19) Thornthwaite C. W. nin 1953 Eylül 9 - 15 tarihinde Toronto meteoroloji konferansı raporlarında topoklimatoloji AMS ve RMS 1954, 227 - 232 sayfa.