

ARAZİ YÜZEYİNDEKİ ISI FARKLARINDAN YARARLANILARAK, TABAN SULARI BULUNABİLİYOR

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU ¹

K ı s a Ö z e t

Uçaklardan ve uydulardan çekilen fotoğraflardan ve Uzaktan Algılama Tekniklerinden yararlanılarak, arazilerin özellikleri ve üzerlerinde bulunan bütün objeler incelenebildiği gibi, içersindeki maden varlıkları ve yeraltı suları da incelenebilmektedir. Özellikle kurak yörelerde yaşayan insanlar, hem kendilerinin ve hayvanlarının gereksinmelerini karşılamak, hem de daha kaliteli ve yeterli miktarda ürün yetiştirebilmek için, bol su bulmak zorundadırlar. Arazi yüzeyinde akan sular yeterli olmadığından toprak altındaki suları bulmak ve yukarıya çıkartmak gerekli olmaktadır. Uçaklardan ve uydulardan yapılan incelemeler, bu konuda da çok yararlı olmaktadır.

Nemli toprak, içersinde su bulunan toprak demektir ve güneş karşısında, kuru toprak kadar ısınmamaktadır. Nem alt tabakalarda da olsa, ısı nemli toprağın yüzeyindeki ısıdan daha azdır. Çok küçük olan bu ısı farkları dahi, Uzaktan Algılama Tekniği sayesinde saptanabilmekte sonra da bunlardan yararlanma yoluna gidilmektedir. Toprak altındaki suyun hareketleri de, bu teknik sayesinde saptanabilmektedir.

Arazideki ısı farklarını gösteren haritalar yapılabildiği gibi, arazideki farklı manyetik güçleri gösteren haritalar da, böylelikle toprak altında bulunan ve miknatis özelliği gösteren madenler de ortaya çıkarılabilmektedir.

Toprak yüzeyindeki ısı ile, taban suyunun derinliği arasında bir bağlantının bulunduğu da son yıllarda ortaya çıkarıldı. Bu iş yapılırken, yüzeyde yansıyan ışınların ve havadaki sıcaklığın etkileri giderilmektedir. Böylelikle hem taban suyunun yeri hem de derinliği bulunabilmektedir.

Türkiye gibi ekonomisi tarıma dayalı ülkelerde, taban sularının yerlerinin bulunması ve bunlardan yararlanmanın sağlanmasının ne kadar önemli olduğunu belirtmeye gerek yok. İleri ülkelerdeki bu gelişmeleri, yakından izlememiz ve ülkemize getirmemiz, topraklarımızdan tam olarak yararlanabilmemiz ve böylelikle ekonomimizi geliştirmemiz için şarttır.

¹ I.U.O.F. Geodezi ve Fotogrametri Bilim Dalı.

GİRİŞ

Topraktaki ısı, meteorolojik olaylara bağlı olarak değiştiği gibi, toprak içindeki ve altındaki varlıklara ve olaylara da bağlı olarak değişmektedir. Örneğin toprağın içindeki veya altındaki suyun hareketi ve ısıyı yüzeyindeki ısıyı etkilemektedir. Kuru bir toprak, çabuk ısınmakta ve çabuk soğumaktadır, fakat aynı yapıdaki nemli bir toprak yavaş ısınmakta ve yavaş soğumaktadır. Denizlerle karalar arasındaki farklar, aynen buralarda da görülmektedir. Yalnız buradaki fark daha küçüktür, insanların duyu organları ile saptanamamaktadır, ancak çok duyarlı aletlerle saptanabilmektedir. *Bu aletlere «Radyometrik Termometre» denilmektedir, bir kaç yüz metre uzaktan, 0,01 derecelik ısı farklarını saptayabilmektedirler.*

Radyometrik Termometrelerden yararlanılarak, arazilerin «Isı farklarını gösteren haritalar» yapılmaktadır. Eşit zaman aralıklarıyla yapılan bu haritalar birbirile karşılaştırılarak yorumlanmaktadır. Aynı şekilde arazilerin manyetik güçlerini gösteren haritalar da yapılmaktadır. *Isı farklarını gösteren haritalardan, taban suları, manyetik güçleri gösteren haritalardan da, toprak altında bulunan ve manyetik gücü (magnetiz özelliği) bulunan maden yatakları meydana çıkarılabilmektedir.*

Topraktaki nemin bol ve devamlı olması halinde, yüzeyde çeşitli bataklık bitkileri veya çok su isteyen bitkiler toplanmakta ve diğerlerini kaçırmaktadır. Bu durum da taban suyunun saptanmasına yardımcı olmaktadır. Taban suyunun durgun veya hareketli olması, yüzeydeki bitki örtüsünü büyük çapta etkiler. Taban suyunun hareketi, yatay olabildiği gibi düşey de olabilmektedir. Taban suyundaki yıllık hareketler saptanabildiği taktirde, yararlanma olanağı bulunmaktadır. *Taban suyunun büyük bir doğal kaynak olduğunun bilinmesi ve özelliklerinin saptanması zorunludur.*

Taban suyu fazla olduğu taktirde, hem kaynak şeklinde bazı yerlerden dışarı fışkırır hem de, toprak yüzeyinde çok su seven bitkilerin toplanmasına sebep olur. Ayrıca açılan kuyulara çok miktarda su toplanır. Kuyulardaki su yükseklikleri, taban suyundaki yükselip alçalmaları belirtir.

Taban suyunun çok olduğu bölgelerde, su sıkıntısı çekilmez, bu nedenle de susuzluk problemi yoktur. *Önemli olan; taban suyunun az olduğu ve susuzluğun büyük bir problem olarak ortada durduğu bölgelerde, az olan taban suyunu bulup meydana çıkarılabilmekdir.* Bunun için, son yıllarda arazideki küçük ısı farklarını saptama ve yıl boyunca bu farklardaki değişimleri ortaya çıkarma yoluna gidilmektedir. Bu nedenlerle, arazideki ısı farklarını süratli bir şekilde saptama ve haritalara işleme tekniği, diğer bir deyimle; «*Arazideki ısı farklarını gösteren harita yapma tekniği*» son yıllarda büyük önem kazanmıştır. *Bu teknik sayesinde, dünyanın süratle artan nüfusuna daha fazla besin yetiştirerek yardımcı olmaya çalışılmaktadır.*

1969 yılında, termal enfared (Isı farklarını saptayan kızılötesi) ışınlar ile çekilen özel fotoğraflardan yararlanılarak, toprak yüzeyine yakın taban sularının bulunabileceği kesinlikle anlaşıldı. 1972 yılında yapılan bilimsel araştırmalar sonunda, sabahleyin güneş doğmadan önce radyometrik termometre ile ölçülen toprak ısısı ile su bitkilerinin sıklığı arasında bir bağıntının bulunduğu saptandı. *1978 yılında, toprak yüzeyindeki ısı ile, taban suyunun derinliği arasında bir bağıntının bu-*

lunduğu, yüzeyde yansıyan ışınların ve havadaki sıcaklığın etkileri giderilerek bu bağıntının ortaya çıkarılabileceği, bilimsel olarak kanıtlandı. Yüzeyde yansıyan ışınların ve sıcaklığın etkileri giderilebilmekte fakat buharlaşma süratindeki değişikliğin etkisi giderilememektedir.

Arazi yüzeyindeki ısı farklarından yararlanarak, taban sularını meydana çıkartmak amacıyla, Nisan 1978 de Amerika Birleşik Devletlerinde özel bir uydu yapılmış ve fırlatılarak dünya çevresinde bir yörüngeye yerleştirilmiştir. Bu uyduya yerleştirilen radyometrik termometreler yardımıyla, arazideki ısı farkları süratli ve duyarlı bir şekilde ölçülerek haritalara işlenmektedir. Aynı yere ait, değişik zamanlarda yapılmış haritalar birbirile karşılaştırılarak, taban sularının yerleri bulunmaya çalışılmaktadır. Atılan bu özel uydunun Radyometrik Termometre aygıtında 2 kanal bulunmaktadır. Birinci kanal 0,55 - 1,1 mikron boyundaki ışınlarla, ikinci kanal ise 10,5 - 12,5 mikron boyundaki ışınlarla çalışmaktadır. Uydunun dünyadan uzaklığı 620 Km. dir, güneşe göre ayarlanmıştır, daima güneş ile dünya arasında bulunmaktadır. Birinci kanalın saptıyabildiği en küçük boyut (resolution) 500×500 m. ikinci kanalınki ise 600×600 m. dir. Sistem 10 derece ısıda 0,4 derecelik ısı farkını saptıyabilmektedir. Uçuş şeridinin (tarama şeridinin) genişliği 716 Km. dir. Bir uçuş şeridi içersine giren arazilerdeki yerel saat 2.30 ile 13.30 arasında değişmektedir. Uydu bir geçtiği yerden 5 - 16 gün sonra tekrar geçmektedir. Bu süre yerin enlem derecesine göre değişmektedir. Aşağıda bu özel uydu ile yapılan çalışmalarından bir örnek bulunmaktadır.

ÇALIŞMA ALANI VE UYGULANAN YÖNTEM

Çalışma alanı, Amerika Birleşik Devletlerinde, Güney Dakota Eyaletindeki Büyük Sioux Irmağı havzasında bulunmaktadır. Arazi yüzeyi genel olarak, jeolojik devirlerden biri olan Glasiye devrinde oluşmuştur. Glasiyelerin sürüklediği ve son noktada bıraktığı kütleler çalışma alanı içinde bulunmaktadır. Sularla yıkanan ve taşınan toprakların bir kısmı da, gene çalışma alanının içinde depo edilmiştir. Taban suyunun büyük çoğunluğu, yüzeyde akan suların toprak içersinde sızmasıyla oluşmuştur. Çalışma alanındaki taban suları, glasiyelerin getirdiği kütlelerin içersinde ve yüzeyinden en fazla 10 m. derinlikte bulunmaktadır. Kazıldığında kum ve çakıl çıkmakta kolaylıkla da suya ulaşılmaktadır.

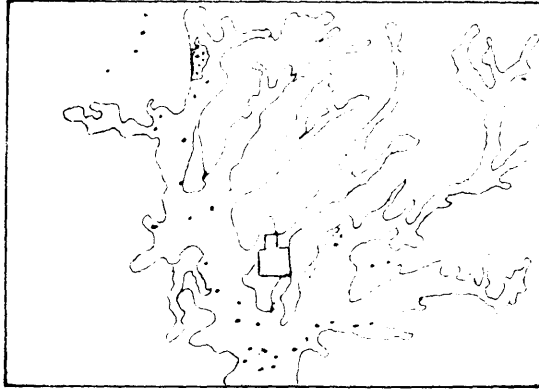
Büyük Sioux ırmağı havzasında, erozyon sonucu oluşan tortul kütleler bulunduğu gibi, toprak yüzeyine çıkan suların meydana getirdiği çeşitli şekillerde bulunmaktadır. Baharın ilk günlerinde eriyen karların ve yağan yağmurların getirdiği sular, çeşitli su bitkilerinin büyümesine neden olmaktadır. Havzadaki taban suyu, mart, nisan ve mayıs aylarında en yüksek düzeydedir, haziran'dan eylül'e kadar geçen süre içinde de en alçak düzeylere inmektedir.

Havzanın alçak kısımlarındaki topraklar iyi bir şekilde drene edilmemektedir, yamaçların drenajı ise çok iyidir. En çok yetiştirilen tarım ürünleri yulaf, buğday, arpa, mısır, soya fasulyası, kışlık ot ve yazın yedirilen diğer otlardır.

Havzadaki taban sularının yüksekliklerini ölçmek amacıyla, Jeolojik Ölçmeler dairesi tarafından bir çok kuyu açılmıştır. Bu kuyularda yapılan ölçmeler sayesinde taban suyunun yıl içindeki değişimleri saptanmaktadır. Bu kuyular rastgele yerlerde açılmamıştır, yukarda özellikleri açıklanan Özel uydu aracılığı ile, taban su-

yunun bulunduğu anlaşılan yerlerde açılmıştır. Önce ısı farkları ölçülerek haritalar yapılmış ve bu haritalar yorumlanarak taban sularının bulunabileceği yerler saptanmış, daha sonrada buralarda kuyular açılmıştır.

Çalışma alanını kaplayan bitki örtüsünün özelliklerini saptamak amacıyla, sistematik şekilde deneme alanları alınmış ve her birinin 1 m. yükseklikten 35 mm lik renkli fotoğrafları çekilmiştir. Önce, çalışma alanının haritasının üzerine bir noktali şaplon (kareli grid) yerleştirilmiş ve noktaların arazideki karşılıkları bulunarak fotoğrafları çekilmiştir. Bu fotoğrafların herbirinde, deneme alanının kapallılık oranları saptanmıştır. Uzun boylu bitkilerin bulunduğu yerlerde, fotoğraf çekilmemiş, arazide çıplak gözle kapallılık oranı tahmin edilerek yazılmıştır. Bu şekilde toplanan bilgilerden yararlanılarak, çeşitli arazi kullanma şekillerinin her birine ait büyüme eğrileri çizilmiştir. Şaplondaki karelerden bir tek arazi kullanma şekline isabet eden çok azdır. Genellikle karelerin her birine 2 veya daha fazla arazi kullanma şekli isabet etmiştir.



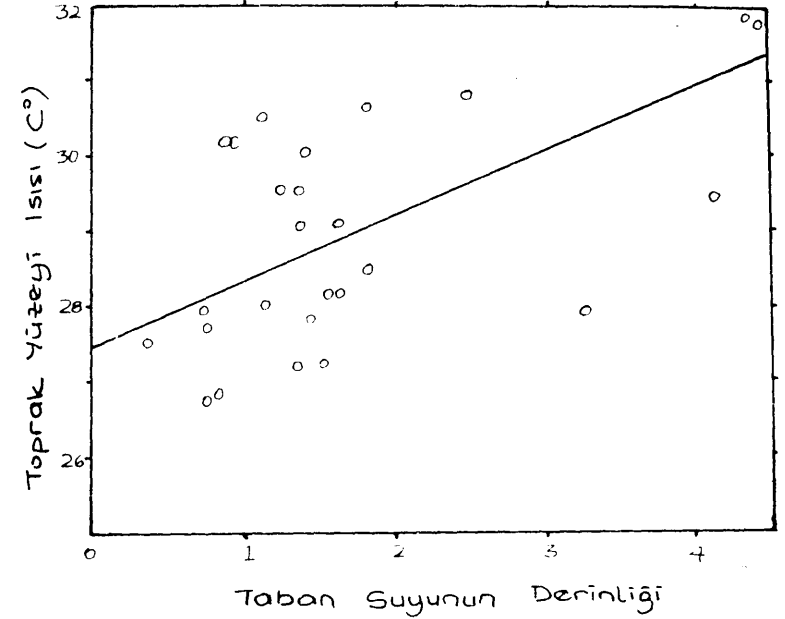
Şekil No: 1.

Denemenin yapıldığı yeri ve çevresini gösterir harita. Deneme Güney Dakota eyaletinde, Büyük Sioux ırmağı havzasındaki bataklık alanlarda yapılmıştır. Haritadaki noktaların bulunduğu yerler, Amerika Jeolojik Ölçme Dairesinin açtığı sondaj kuyularını göstermektedir. Gri yerler bataklık, beyazlar da sırt ve yamaçlardır.

Çizelge No: 1 de Brooking şehrine ait 5 karenin Radyometrik sistemle saptanan ısıları ve hangi arazi kullanma şekillerine girdikleri görülmektedir. Çizelgedeki formüller, karelerin tamamını kapsamaktadır, arazi kullanma şekli de Radyometrik sistemden çıkan gri renkli haritadan alınmıştır. Radyometrik sistemin verdiği ısı dereceleri, önce hava koşullarına göre düzeltilmiş, sonra çizelgeye yazılmıştır. Düzeltme işleminde de Güney Dakota eyaletinin Orta ve güney doğu kısımlarını kaplayan Missouri ırmağında ve barajında yapılan ölçmelerden yararlanılmıştır. Bitkiler içersine giren ışınlar dolayısıyla de bir düzeltmenin yapılması gerekirdi, fakat çok küçük olduğundan bu düzeltme yapılmamıştır.

Karelerden herbirindeki arazi kullanma şekilleri ve kare alanına oranları 13 Mayıs 1978 günü, Landsat uydusunda çekilen renkli fotoğrafların incelenmesiyle ve bir kuyuda veya bir kaynakta yapılan gözlemlere dayanılarak saptanmıştır. Kare-

lerin herbirindeki, arazi kullanma şekillerinin, kare alanına oranı ve aynı arazi kullanma şeklinin çeşitli karelerdeki oranlarının ortalamalarını gösteren eğriler çizilmiş, denklemleri de hesaplanmıştır.



Şekil No: 2

5 Haziran 1978 günü saat 1.30'da yapılan ölçümlere göre bulunan, regresyon doğrusunu ve noktaların dağılışını gösteren şekil. Doğrunun denklemi $Y=27.37+0.89 X$ dir, varyansı da $r^2=0.35$ dir.

Bu grafikler yılın çeşitli günleri için ayrı ayrı çizilmiştir.

Çizelge No: 1

Isı farklarını saptayan haritalardaki karelerle, Taban suyuna ilişkin analiklerin sonuçlarını gösteren çizelge.

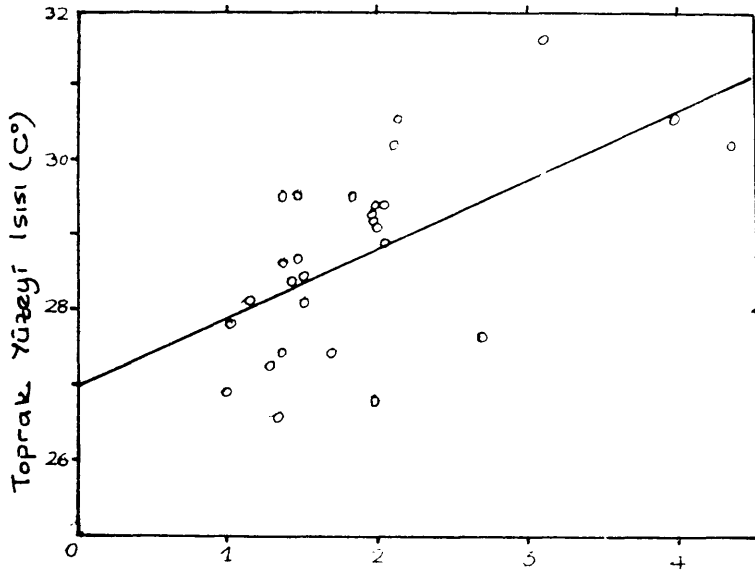
Gün	Saat	Görüntünün Simgesi
5 Haziran 1978	13.30	AA0040 - 195 00
13 Temmuz 1978	13.30	AA0070 - 195 70
13 Temmuz 1978	2.30	AA0078 - 090 20
8 Ağustos 1978	13.30	AA0104 - 194 00
4 Eylül 1978	13.30	AA0131 - 194 20

SONUÇ VE YORUM

Evvelce yayınlanan broşürlerde, Büyük Sioux ırmağının havzasında düz alanlarda, derinliği 3,0 olan taban suyu ile 0,5 m. derinlikteki toprak ısıları arasında yakın bir ilişkinin bulunduğu ($r=0,68$) bildirilmişti. 1979 yılında yayınlanan broşürden

sonra ölçülere ve incelemelere devam edilmiş ve 5 m. ye kadar inen taban suyu ile 0,5 m. derinlikteki toprak ısı arasındaki ilişkiler saptanmıştır. Yamaçlarda ve sırtlardaki taban sularının derinliği genellikle 9 m. dir, ve 0,5 m. derinlikteki toprak ısı ile herhangi bir ilişkisi bulunmamaktadır. Özet olarak; aşağıda açıklanan çalışma sonuçları, 5 m. den daha derindeki taban sularını kapsamamaktadır.

1972 yılında yapılan araştırmalar sonunda; gündüz çekilen renkli termal fotoğraflarla, taban suyu ve toprak ısını etkileyen diğer faktörler arasında bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır. Toprak ısını etkileyen diğer faktörler; bitki örtüsünün, sıklık derecesi ve diğer özellikleridir. Bitki örtüsü topraktaki evaporasyonu ve transpirasyonu etkilemekte, ısının farklılaşmasına neden olmaktadır. Diğer faktörlerin etkileri giderilerek, taban suyunun derinliği ile toprak ısı karşılaştırıldığında yakın bir ilişkinin bulunduğu saptanmaktadır. Çizelge No: 2 de bu ilişkilere ait de-



Şekil No: 3

13 Temmuz 1978 günü saat 13.30'da yapılan ölçülere göre bulunan, regresyon doğrusunu ve noktaların dağılımını gösteren şekil. Doğrunun denklemi $Y=27,01+0,91 X$ dir, varyansı da $r^2=0,35$ dir.

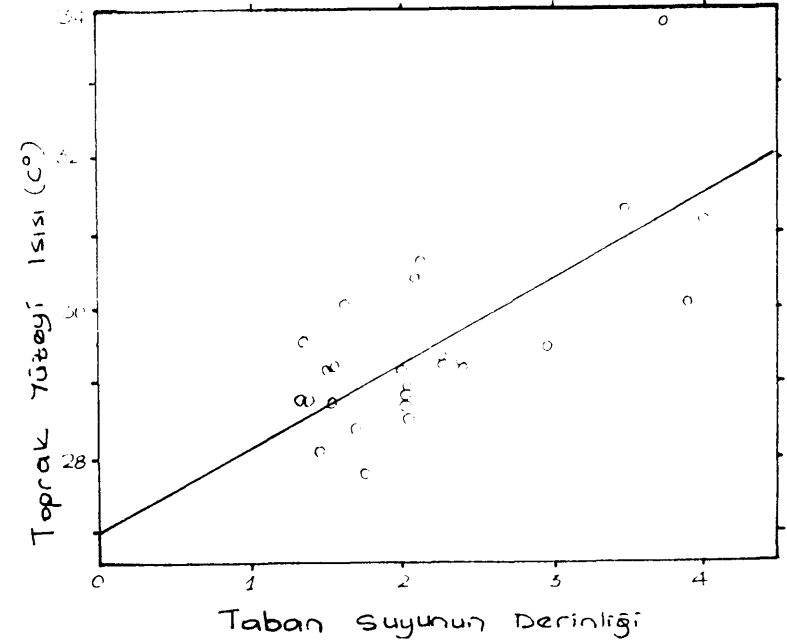
ğerler görülmektedir. Çizelge 2 deki denemelerin gün ve saatleri, Çizelge 1 dekinin aynıdır. Saat 13.30 da yapılan ölçüler de, yukarıda belirtilen ilişki bulunmamaktadır. Çünkü, bu saatte yapılan ölçüler; örtüyü oluşturan bitkilerin türlerine, karışım oranlarına ve toprağın özelliklerine göre çok değişmekte, taban suyu derinliğinin etkisi yok denecek kadar küçük kalmaktadır. Karelerin her birindeki, bitki türlerinin alanlarının kare alanlarına oranları % 10 ile % 95 arasında değişmektedir. Çizelge 2 deki değerler, öğlen saatindeki ölçülere aittir, bu nedenle de varyans kat sayıları küçüktür.

Çizelge No: 2

Radyometrik sistemle saptanan topraktaki ısı farklarıyla, taban suyu derinliği arasındaki ilişkilerin varyasyon katsayılarını gösteren çizelge.

Tarih	Saat	r^2
13 Temmuz	13.30	0,02
13 Temmuz	13.30	0,02
8 Ağustos	2.30	0,03
4 Eylül	13.30	0,06
5 Haziran	13.30	0,02

1972 yılında yapılan araştırmalarda, geceleri yapılan toprak ısı ölçmelerinde, bitkilerin etkilerinin çok az olduğu da meydana çıkartılmıştır. Buna göre; gece yapılan ölçülerde, toprak ısı sadece taban suyu derinliğinden etkilenmektedir. Toprak ısı ile su bitkilerinin kapladığı alan arasında, kolaylıkla saptanabilen bir ilişki bulunmaktadır. Çizelge 2 nin 3 üncü satırındaki değerler, gece saat 2.30 da yapılan ölçülere aittir. Burada da varyansın küçük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, ölçülerin yapıldığı Siox ırmağı havzasında ölçü yapılan noktalar arasındaki toprak ısıları arasındaki farkların çok küçük (2 dereceden daha küçük) olmasıdır.



Şekil No: 4

8 Ağustos 1978 günü saat 13.30'da yapılan ölçülere göre bulunan, regresyon doğrusunu ve noktaların dağılımını gösteren şekil. Doğrunun denklemi $Y=26,91+1,36 X$ dir, varyansı da $r^2=0,45$ dir.

1980 yılında yapılan çalışmalar sonunda, bitki örtüsü ile kaplı bir toprak yüzeyindeki ısının

$$T_s = 0,79 T_c e^{-0,80 PC} + 20,35 \quad (1)$$

formülü ile bulunabileceği ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmaların öncülüğünü Amerika'lı Heilman ve Moore yapmıştır. Formüldeki değerler şunlardır :

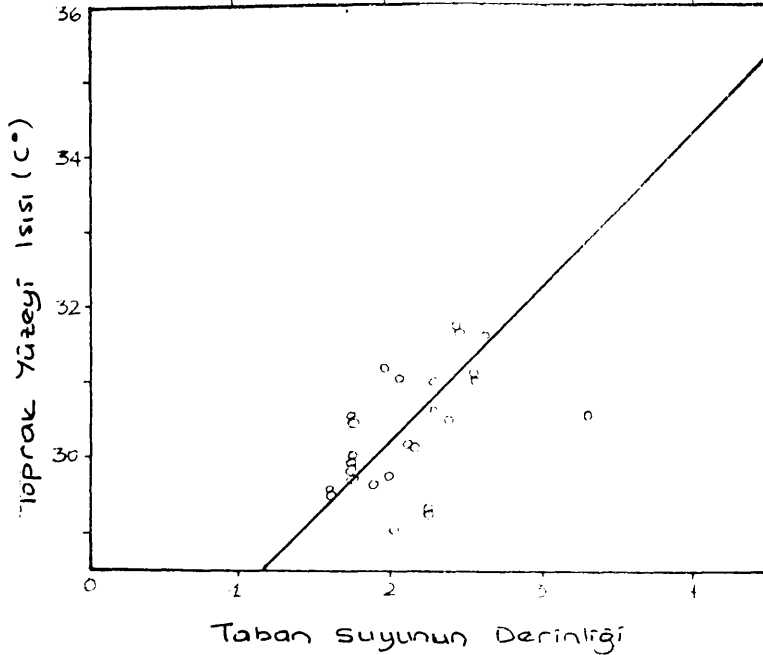
T_s = Toprak yüzeyindeki ısı (derece cinsinden)

T_c = Radyometrenin verdiği bir değerdir, toprak ve bitki yüzeyinden yansıyan ışıklardan da etkilenmektedir (derece cinsinden)

PC = Bitki örtüsünün kapalılık oranı.

Yukarıdaki 1 no.lu formül, öğle sıcaklığında yapılan ölçülere uygulanmak amacıyla geliştirilmiştir. Toprak ısını etkileyen bütün faktörler bu formülde dikkate alınmaktadır. Bu formül sonucuna göre bulunan, yani hesapla bulunan toprak ısı ile taban suyu derinliği arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Şekil No: 2, 3, 4, 5 de bu ilişkiler grafiklerle gösterilmiştir.

Çizelge No: 2 deki varyanslar, 1 no.lu formül hesaba katılmadan bulunmuştur ve küçüktürler. Grafiklerin altlarına yazılan varyans değerler (r^2), 1 no.lu formül hesaba katılarak bulunmuştur.

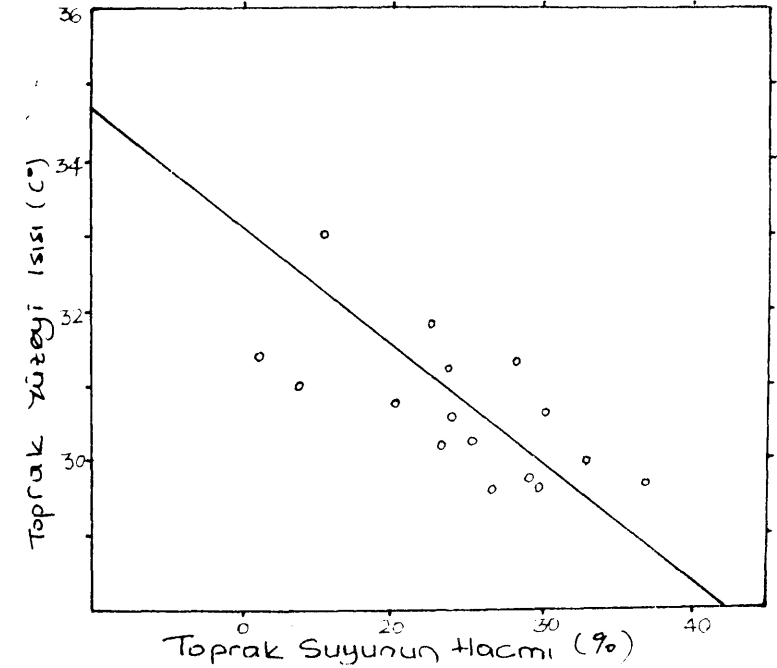


Şekil No: 5

4 Eylül 1978 günü saat 13.30'da yapılan ölçülere göre bulunan, regresyon doğrusunu ve noktaların dağılımını gösteren şekil. Doğrunun denklemi $Y = 26,20 + 2,03 X$ dir, varyansı da $r^2 = 0,64$ dir.

Çizelge No: 2 deki değerlerden çok büyük oldukları görülmektedir.

Yaz başında Haziran ayında taban suları yüzeye yakındır, toprak ısı da yüksektir. Bu nedenle Şekil No: 2 deki grafik yüksekte geçmektedir. Temmuz ayında, taban suları derine inmekte, bitki örtüsü iyice sıklaştığından toprak yüzeyindeki ısı azalmaktadır. Bu nedenle Şekil No: 3 deki grafik Şekil No: 2 dekiye kıyasla biraz daha aşağıdan geçmektedir. Ağustos ayında, taban suyu daha derine gitmekte, toprak yüzeyindeki, hesapla bulunan ısı, biraz daha azalmaktadır. Bu durum Şekil No: 4 deki grafikte görülmektedir. Eylül'de toprak ısı çok daha fazla düşmektedir Şekil 5 deki grafikte de durum görülmektedir.



Şekil No: 6

4 Eylül 1978 günü saat 13.30'da toprak yüzeyindeki ısı ile, 0 - 4 cm kalınlığındaki toprak tabakasındaki rutubet oranı arasındaki ilişkiyi gösteren, regresyon doğrusunu ve noktaların dağılımını gösteren şekil. Doğrunun denklemi $Y = 34,68 - 0,16 X$ dir, varyansı da $r^2 = 0,70$ dir.

Topraktaki rutubet oranı da, toprağın ısını etkilemektedir. Topraktaki rutubet oranı arttıkça ısı düşmektedir. Şekil No: 6 daki grafik bu durumu göstermektedir. 4 Eylül'de yapılan ölçülerin çok yönlü regresyon analizi yapılmış ve sonunda

$$T_s = 26,60 - 0,05 SWC + 2,50 D \quad (2)$$

fonksiyonu bulunmuştur. Bu fonksiyonun varyansı $r^2 = 0,87$ dir, içindeki terimlerin anlamları şunlardır.

SWC = Toprak yüzeyinde 0-4 cm kalınlığındaki tabakanın su oranı. Bu oran hacme göre saptanmaktadır.

D = Taban suyunun derinliği (m. cinsinden)

Topraktaki su oranı artınca, toprak yüzeyindeki, gündüz saatlerine ait ısı azalmaktadır. Topraktaki buharlaşma, toprağın rutubetinden olabileceği gibi, yüzeye çok yakın olan taban suyundan da olabilir. İkisini birbirinden günlük ısı ölçmeleri yaparak ayırt etmek olanağı bulunmamaktadır. Hareket halindeki cisimler için geçerli olan atalet kuralı, objelerdeki ısının değişmesi için de geçerlidir. Yani; bir objedeki ısının azalma veya çoğalma hızı, birden değişmez. Bu değişme yavaş yavaş olur.

Bir bölgede, toprağı kaphyan bitki örtüsünün, topraktaki ısıyı nasıl etkilediği saptanacak olursa, uydulara yerleştirilen Radyometrik ısı ölçme sistemlerinden yararlanarak, fazla derinde olmayan Taban sularının yerlerini ve ne kadar derinlikte bulunduklarını meydana çıkarma olanağı vardır. Taban suyunun topraktaki rutubet oranını nasıl etkilediği konusu, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu konunun açıklığa kavuşturulması, uydulardan yapılacak ölçmelerle, taban sularının bulunmasını daha kolay bir duruma getirecektir. Taban suyunun toprak rutubetine etkileri konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Amerikan Uzay Araştırmaları Dairesi NASA bu araştırmaları özendirmekte ve desteklemektedir.

Türkiye gibi ekonomisi tarıma dayalı ülkelerde, taban sularının yerlerinin bulunmasının ve bunlardan yararlanma yoluna girilmesinin ne kadar önemli olduğunu belirtmeye gerek yok. İleri ülkelerdeki bu gelişmeleri yakından izlememiz ve ülkemize getirmemiz, topraklarımızdan yararlanmamız ve kalkınabilmemiz için şarttır.