

SULAMADA ELDE EDİLMESİ MÜMKÜN OLAN SULAMA RANDIMANLARI (1)

Çeviren: Doç. Dr. Ali ÖZDENGİZ (2)

GİRİŞ

Sulama randımanının tanımına dnyulan ilk ihtiyaçla birlikte, birim alanın sulanması için gerekli su miktarının saptanması da gelişmiştir.

Birleşik Amerika'nın Batı eyaletlerinde modern sulama metodlarının uygulanmaya başladığı dönemlerde, bölgede mevcut su kaynaklarının sulanması gereken topraklar için yetersiz olduğu açıkça biliniyordu. Bölgedeki çiftçilerden bazılarının diğerlerinden daha fazla su kullandıkları muhakkaktır.

Bilim adamları, çeşitli bitkilerin üretimi için gerekli olan su miktarının saptanmasına çalışırken aynı zamanda birim alanın sulanması için gerekli su miktarının saptanmasında çalışmış oluyorlardı. Sulamada su sevk ve idaresi için, daha açık ve kolayca kavranabilir bir "Sulama randımanı" tanımını zorunlu idi. 1932 Israelsen "Su tatbik randımanı" kavramını geliştirdi. Israelsen, su tatbik randımanını, sulamada bitki kök bölgesinde depo edilen su ile tarlaya verilen su arasındaki oran olarak tanımlamaktadır. Bu sula-

ma randımanının ilk tanımından sonra, diğer birçok araştırmacılar çeşitli sulama randımanı kavramlarını geliştirmeye başladılar.

Sulamada asıl maksat bitki gelişmesi için toprakta uygun bir rutubet düzeyinin sağlanmasıdır. Bunun içinde verilen suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılımı sağlanmalıdır. Ve her sulamada toprağa verilen su miktarının bitki kök bölgesi derinliğindeki toprağın o andaki rutubet açığı ile yıkama suyu ihtiyacı toplamını aşmamalıdır.

Sulama uygulamalarında, bitki gıda maddelerinin derinlere taşınmasına sebep olacak aşırı sulamalarla, toprağın üstkatlarında, bitki gelişmesine zarar verebilecek derecede tuzların toplanmasına sebep olacak sathi (yüzlek) sulamalardan kaçınılmalıdır. Suyun toprak yüzeyinde mümkün olduğu kadar üniform olarak dağılımı sağlanmalı, su kaybı ve toprak erozyonu minimum düzeyde tutulmalıdır. Bütün bunlar sulama randımanına etki eden faktörlerdir.

(1) Willardson, L. S., "Attinable Irrigation Efficiency", Journal of The Irrigation and Drainage, ASCE Vol. 98 Ho. IR2, June 1972. PP. 239-246.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi.
Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 8.6.1973.

Sulama Randımanı Tanımları

Butün sulama randımanı için en az yirmi tane tanım kullanılmaktadır. İlk yapılan tanımlardan bazıları İsrail tarafından neşredilmiştir. Daha sonraki araştırmacılar ise başka tanımları kullanmışlardır.

Bazı yanlış anlamlara meydan vermemek için, sulama randımanı tanımını yapılırken, tanımda geçen terimlerin açık olarak belirtilmesi zorunludur.

Pratikte bazı şahısların özel halde, kendilerine has "Özel sulama randımanı" tanımını yapmaları mümkündür. Örneğin, bir çiftçi için, küçük bir parselde yetiştirilen özel bir bitkiye suyun en etkin bir şekilde verilmesi özel bir önem taşıyabilir ve bu durumda çiftçi kendine has bir sulama randımanı yapabilir. Fakat bir havza veya büyük bir sulama şebekesini sevk ve idare eden bir şahıs için yukardaki özel sulama randımanı tanımının pek bir şey ifade etmeyeceği muhakkaktır. Bu plânlayıcı için önemli olan, havzanın sulanması için toplam su miktarının saptanmasıdır.

Hangi sulama randımanının daha önemli olduğuna hüküm verebilmek için, bitki su tüketimi ile bitki su ihtiyacı terimlerinin iyice kavranması zorunludur.

Genel olarak randıman, belirli bir maksada ne derece erişildiğinin ifadesidir. Sulamada elde edilmesi veya erişilmesi arzulanan maksatlar çok çeşitlidir. Buna göre de her maksat için sulama randımanı tanımı da farklı olacaktır. Bu bakımdan, burada maksada göre değişen bütün sulama randımanlarının tanımını vermek mümkün değildir.

Sulama Dışında, Kültür Tedbirleri İçin Kullanılan Su

Aşağıda verilecek sulama randımanlarının tanımına, sulama dışında kültür tedbirleri için kullanılan su miktarları girmemektedir.

Erie, sulama dışında suyun kültür tedbirleri için şu maksatlarla kullanıldığını sıralamaktadır. Tohumların çimlenmesine yardım etmek için toprağın ıslatılması, don mücadelesinde suyun kullanılması, mısır bitkisine zarar veren haşerelerin mücadelesinde suyun kullanılması, patates ürünlerinin büyümesine yardım etmek için ve bitkilerin seyrettilmesinden sonra toprak yüzeyinin ıslatılması, salata ve marul gibi sebzelerin tazeliğinin korunması için, hasat sırasında toprağın ıslatılması, tuzların yıkanması, bitki gıda maddelerinin suda eritilerek toprağa verilmesi ve nihayet suyun ısı kontrolü için kullanılması. Bu makalede, yukarda belirtilen çeşitli maksatlar için kullanılan suya ait randımanlar incelenmeyecektir.

Sulama Randımanlarının Kontrol Eden Etkenler

Bu makalede tek bir tarlada yapılan sulamadan elde edilen "Sulama randımanı" sonuçları incelenecektir.

Sulama randımanının kontrol eden etkenler, uygulanan sulama metoduna, coğrafik, ekonomik ve politik zorlamalara göre değişmektedir. Bu bakımdan sulamacının mahretine bağlı olarak bugün değişen sulama randımanına etki eden çeşitli etkenler mevcuttur.

Burada üzerinde durulmak istenilen asıl sulama randımanı, İsrail tarafından tanımlanan "Su tatbik randımanı"dır. Su tatbik randımanı ise

bitki kök bölgesinde depo edilen ve bitkinin fadalanabileceği suyun, toprağa verilen suyun yüzdesi olarak ifadesinden ibarettir.

Su tatbik randımanına etkieden önemli bir etken, torağa verilen suyun toprak yüzeyinde üniform olarak absorbe edilme durumudur. Suyun toprak üzerinde üniform olarak dağılımı ve toprak tarafından üniform olarak absorbe edilmesi, su tatbik randımanına pozitif yönden etki eden önemli bir husustur.

Su tatbik randımanına etki eden fiziksel etkenlerin başında, toprağın infiltrasyon özelliği ve suyun bitki kök bölgesinde depo edilmesine etki eden diğer toprak özellikleri gelmektedir.

Yüzey sulama metotları uygulandığı takdirde, tarlanın meyli, toprak yüzeyinin tesviye durumu, toprağın infiltrasyon özelliği, sulamada kullanılan debinin büyüklüğü ve suyun depo edileceği toprak derinliği sulama randımanına etki eden önemli etkenlerolarak karşımıza çıkmaktadır. Bu etkenler aynı zamanda, suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılımına etki eden faktörler olması dolayısıyla daha fazla önem kazanmaktadırlar.

Yağmurlama metodu ile sulamada ise, yağmurlayıcıların (başlıkların) aramesafesi, yağmurlayıcıların meme çapları, sistemin işletme basıncı ve rüzgâr durumu suyun yüzeyde üniform dağılımına ve su tatbik randımanına etki eden önemli fatörlerdir.

Su tatbik randımanını, *direkt* veya *endirekt* olarak etkiliyecek ekonomik faktörlerin başında, su fiyatları ve bunun toprağın sulamaya hazırlanması, işçilik, sulama alet ve ekipmanları için yapılan

yatırımlara ve elde edilen ürünün değerine olan oranı gelmektedir.

Sulama randımanına etki edebilecek politik etkenlerin başında ise, suyun kullanılmasını tayin eden su miktarı ve buna ait diğer hukuki mevzuatlarla, coğrafik durum gelmektedir.

Su Dağılımı

Sulama uygulamalarında elde edilmesi mümkün olan sulama randımanına etki eden faktörlerin başında, sulama anında bitki kök bölgesinde depo edilecek su miktarıyla, bunun toprağa verilecek su miktarına olan oranının bilinmesi ve suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılımının sağlanması gelmektedir.

Bunu bir örnekle açıklamak faydalı olacaktır. Şayet bitki kök bölgesine depo edilebilecek su yüksekliği 25 mm. ise su tatbik randımanı sadece % 25 olacaktır. Bu oldukça düşük bir randımandır. Buna benzer gerçekler, maalesef birçok çiftçi tarafından kavranılmamaktadır.

Cetvel 1'de karık metodu ile yapılan bir patates sulamasına ait su tatbik randımanları verilmiştir. Bu cetvelde gösterilen, her sulamada toprağa verilen suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılımı sağlanmış olmasına rağmen, bitki kök bölgesinde depo edilen su miktarları geniş sınırlar arasında değişmeler göstermiştir. Cetvel 1'in tetkikinden görüleceği gibi sulama mevsimi boyunca su depolama durumuna bağlı olarak, su tatbik randımanı % 24'le % 87 arasında değişmeler göstermiştir

Cetvel 1'de verilen değerlerden anlaşılacağı gibi, sulama anında, bitki kök bölgesine depo edilebilen rutubet miktarı su tatbik randımanı bakımından, sulama randımanını tayin eden diğer faktörlerden daha çok önemlidir.

Diğer önemli bir etken, suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılımının sağlanmasıdır. Sulama sırasında, su toprak yüzeyinde üniform olarak dağılmış ise ancak o vakit ortalama bir sulama dozundan bahsedilebilir.

Cetvel 1. Utah'da (A.B.D.) Yapılan Bir Patates Sulamasına Ait Su Tatbik Randımanları

Sulama tarihi	Sulama Dozu (mm)	Kök bölgesinde Depo edilen su (mm)	Su tatbik randımanı (%)
Haziran 10-15	213.4	78.7	37
Temmuz 9-12	124.5	94.0	77
" 19-20	85.8	22.9	26
" 26-27	78.7	22.9	29
Ağustos 2-3	94.0	22.9	24
" 9-10	86.4	33.0	38
" 16-17	99.1	43.2	44
" 23-24	94.0	45.7	49
" 30-31	78.7	68.6	87
Eylül 6-7	94.0	55.9	59
" 13-15	94.0	38.1	41
TOPLAM:	1142.6	525.9	46 ortalama

Cetvel 2'de Cetvel 1'de verilen sulamaya ait "Su dağılım randımanları" başka bir ifade ile su dağılımının üniformluk dereceleri verilmiştir.

Su dağılımı üniform olmayan bir sulamada tarlanın bazı kesimlerinin aşırı sulamaya maruz kalması sonucunda, derine sızma kayıpları artacağı gibi, yeteri miktarda su almayan kesimlerde de bitkiler susuzluktan zarar göreceklerdir.

Her an toprağa, toprağın depo edilebileceği sudan daha azsu vermek suretiyle su tatbik randımanı % 100 olan bir sulama gerçekleştirmek mümkündür. Fakat burada sulamanın tam yapıldığını iddia etmek mümkün değildir. Örneğin, şayet herhangi bir anda toprağın depo

edeceği su yüksekliği 300 mm. ise bu toprağa sadece üniform olarak 25 mm. su verirken, bu durumda su tatbik randımanı yüzde 100 olur. Fakat böyle bir sulamada bitkilerin normal gelişmesi beklenilemez.

Yüzey Sulamalarında Sulama Randımanı

Yüzey sulamanın diğer sulama metodlarına göre dezavantajı, toprak yüzeyinin hem su absorbe etme ve hem de su taşıma ve dağıtma ortamı olmasıdır.

Toprak yüzeyinde suyun belirli bir noktadan diğer bir noktaya ilerlemesi için geçen zaman aralığı, bu sulama metodunun yüzeyinin her noktasının su alma şansı farklı olabilmektedir. Suyun toprak yüzeyinde üniform dağı-

Cetvel 2. Utah'da (A.B.D.) Yapılan Bir Patatés Sulamasına Ait Su Dağılımının Üniformluk Derecesi

Sulama tarihi		Su dağılımının üniformluk derecesi
Haziran	10-15	79
Temmuz	9-12	88
"	19-20	87
"	26-27	69
Ağustos	2-3	69
"	9-10	86
"	16-17	96
"	23-24	96
"	30-31	82
Eylül	6-7	86
"	13-15	81
TOPLAM:		Ortalama 84

lımını birinci derecede kolaylaştıran veya güçleştiren etken, toprak yüzeyinin su alma hızıdır. Genel olarak toprağın su alma hızı ne kadar düşükse suyun üniform olarak dağılımı ve bunun sonucu olarak o nisbette üniform bir sulamanın gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.

Willardson ve Bishop yaptıkları araştırmalarda karık ve tava metodu ile yapılan sulamalarda değişik debi ve karık boyları için % 60'ın üzerinde bir su tatbik randımanının gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir.

Toprağın su alma hızının düşük olduğu koşullarda bu randıman % 70'in üzerine çıkmaktadır.

Yukarda ifade edilen randımanların üst sınırları, geniş alanların sulanmasından elde edilen değerlerdir. Bu sulamalarda yüzey akışlarının toplanması ve tekrar kullanılması için herhangi bir tedbir alınmamıştır. Sulama sırasında oluşan yüzey akışlarının top-

lanıp değerlendirilmesinin mümkün olduğu koşullarda, su tatbik randımanının % 80'e kadar yükseltilebileceği mümkündür.

Toprağın infiltrasyon hızının zamana bağlı olarak değişmesi, yüzey sulama metotlarında su tatbik randımanının daha yüksek olmasını önleyen önemli bir etken olmaktadır.

Bu tatbik randımanını sınırlayan diğer önemli bir etken de toprak infiltrasyon hızının yer yer değişik olabilmesidir.

Küçük debilerde yapılan sulamalarda üniform su dağılımının sağlanması daha güç olduğundan, genellikle büyük debilerle yapılan sulamalarda su tatbik randımanları daha yüksek olmaktadır.

Toprağın su depolama gücünün yer yer değişik olabilmesi de su tatbik randımanına etki eden diğer önemli bir faktör olmaktadır.

Yüzey sulama metotlarıyla, toprak yüzeyinin her noktasının eşit sürelerle

su altında tutmak mümkün olmamaktadır. Bu mahzurun giderilmesi için çeşitli sulama metotlarıyla denemeler yapılmış ve yapılmaktadır. Yukarıda belirtilen mahsurun önlenmesi için uygulanan bir sulama metodu, geniş tavalarla sulamadır. Bu metotta seddelerle çevrelenen ve her yönde meyli sifıra yakın olan geniş tavalara su kısa zamanda büyük debilerle verilmektedir.

Bu sayede toprağın her noktasının eşit sürelerde su altında tutulması sağlanılmaya çalışılmaktadır. Bu sayede suyun toprak üzerinde üniform dağılımı sağlanmış olmakla beraber, toprağın her noktasında suyun absorbe edilme hızı farklı olabileceğinden, yine üniform bir sulamanın gerçekleştirilmesi mümkün olmayabilir. Buna toprak yüzeyindeki yükselti ve çukurların etkisi de ilâve edilebilir.

Toprak yüzeyinin su altında kalma süresinin farklılığı, özellikle karık veya tava boyunun çok uzun olduğu koşullarda daha önem kazanmaktadır.

Daha önceleri belirtildiği gibi, su alma hızı düşük olan topraklarda, uzun karıklarda oldukça iyi bir sulama randımanının sağlanması şansı daha fazladır. İnfiltrasyon hızı yüksek olan toprakların yüzeyden sulama metotlarıyla sulanması ise çok daha güçtür.

yüzeyden sulama metotlarında, elde edilecek sulama randımanının değeri, birinci derecede suyun toprak yüzeyinde üniform dağılımının ve üniform bir infiltrasyon hızının varlığıyla ancak mümkündür. Toprak yüzeyinde suyun üniform olarak dağılıma düzeyi (üniformluk derecesi) % 80'in üzerinde olduğu koşullarda, bitki kök bölgesindeki toprağın depolama kapasitesini aşmamak şartıyla, % 80'in üzerinde

bir su tatbik randımanı elde etmek mümkündür.

Damlama Metodu İle Sulamada Sulama Randımanı

Son yıllarda, dünyanın birçok yerlerinde "Damlama Metodu" ile sulama geniş çapta yayılma istidadı göstermektedir. Birçok ülkelerde bu sulama metodu ile suyun daha etkin olarak kullanılacağı inancı hakim olmaktadır.

Damlama metodu ile sulama tesis ve ekipmanları imal eden firmalar, bu sulama metodu ile sulama suyu ihtiyacında % 50- % 90 bir tasarrufun sağlanabileceğini iddia etmektedirler. Bu değerler suyun % 200 ve % 1000 gibi çok yüksek bir randımanla kullanılması demektir. fakat araştırmacıların verdikleri değerlere göre ise, bu metotla yapılan sulamalarda % 15 %50 su tasarrufunun sağlanabileceği anlaşılmaktadır.

İsrail'de yapılan araştırmalarda aynı miktar su kullanmak şartıyla damlama metodu ile yapılan sulamalarda, üründe, diğer sulama metotlarına nazaran iki misli bir artışın sağlandığı saptanmıştır

Damlama metodu ile sulamada, tuzluluk kontrolü için kök bölgesi altında daimi bir sızmanın sağlanması gerekli olduğundan, fazla bir su tasarrufunun olmaması ve bunun aksine olarak, bitim alanın sulanması için daha fazla suyun kullanılması icab eder.

Bu sulama metoduna ait "Su tatbik randımanı için herhangi bir değer verilmemektedir. Damlama metodu ile yapılan sulamalarda tahmin edilen % 50 civarında su tasarrufunun nedeni, sulama metodu ile toprak yüzeyinin bir kısmının ıslatılmış olması ve bunun sonucu olarak yüzeyden olacak

buharlaşma miktarının azaltılması ile izah edilebilir.

Diğer sulama metodlarında da izah edildiği gibi, damla metodu ile sulamada da, gerekenden az su kullanmak şartıyla su tatbik randımanı % 100 olan bir sulama geekleştirmek mümkündür.

Bu sulama metodunda, derine olacak sızmaların büyüklüğü hakkında şimdilik herhangi bir neşriyat mevcut değildir.

Damla metodu ile yapılacak sulamalarda, elde edilecek sulama randımanı birinci derecede memeler arası mesafeye ve sulamada uygulanan su yüksekliklerinin evapotranspirasyona olan oranına bağlı olmaktadır. Uygulanan su yüksekliğinin evapotranspirasyon'dan büyük olduğu koşullarda her ne kadar yüzeyden olacak buharlaşma miktarını minimum düzeyde tutmak mümkün isede, derine sızmalarla olacak kayıpların önlenmesi mümkün olmamaktadır.

Yağmurlama Metodu İle Sulamada Sulama Randımanı :

Yağmurlama metodu ile sulama, suyun toprak infiltrasyon özelliğine fazla bağlı olmaksızın toprağa verilme şeklidir.

Toprağın infiltrasyon ve bu su alma hızının çok yüksek olması koşullarda, yağmurlama ile istenilen miktar ve intensite suyun torağa verilmesi mümkündür. Bu metotta, su tatbik randımanı, suyun toprak yüzeyinde üniform olarak dağılma durumuna ve uygulanan su miktarı ile sıkı sıkıya ilgilidir.

Howell yağmurlama metodunda üç ayrı su tatbik şeklini vermektedir.

1. Maksimum yağmurlama intensitesiyle toprağa verilen su miktarının,

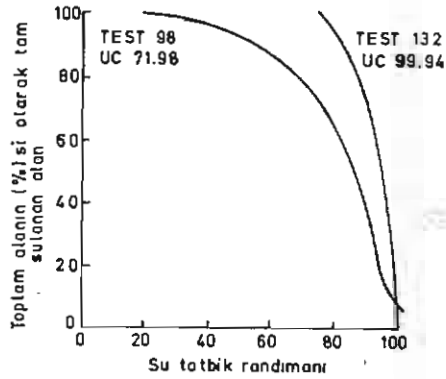
kök bölgesi derinliğindeki toprağı tarla kapasitesine yükseltmeye yeterli veya bundan az olma halı,

2. Tatbik edilen ortalama su yüksekliğinin, kök bölgesi derinliğindeki toprağı tarla kapasitesine yükseltmeye yeterli olma halı,

3. Suyun değişik intensitelerde yağdırılması halinde, minimum intensitenin kök bölgesi derinliğindeki toprağı tarla kapasitesine yükseltmeye yeterli olması halı.

Yukarıda belirtilen her üç durumda su tatbik randımanlarının farklı olabileceği aşıkardır.

şekil 1'de Hermsmeier tarafından Kaliforni'ada yapılan bir araştırmadan elde edilen su tatbik deneyine ait niformluk değerleri verilmiştir.



şekil 1. Yağmurlama ile sulamada, sulama randımanı.

şekil 1'de görüldüğü gibi 132 numaralı deneyde, su dağılımının niformluk derecesi % 99,94 ve 98 numaralı deneye ise % 71,98'dir.

Yukarıda açıklanan üç ayrı su tatbik şekline ait su tatbik randımanları 98 numaralı deney için sırasıyla % 100, % 80 % 20 ve 132 numaralı deney için ise % 100, % 95, ve % 75 olarak saptanmıştır.

Bu değerler, yüksek bir su tatbik randımanının elde edilmesi için su dağılımının niformluk derecesinin önemini belirtmektedir.

Yağmurlama metodu ile sulamada, aynı niformluk derecesinde su dağılımını farklı durumlar gterebilir. Bu fark-

lılık ise bu tatbik randımanına etki etmektedir.

Őekil 1'de görüldüğü gibi, 132 numaralı denemede elde edilen yüksek niformluk (99,94) derecesiyle, sulama alanın % 100, için su tatbik randımanı % 75 civarındadır.

Sonuç:

Bütün sulama metotlarında, su tatbik randımanına etki eden iki önemli etkenden birisi su dağılımının niformluk derecesi ve diğeri ise bitki kök bölgesi deriniğindeki toprağın, sulama anındaki rutubet açıklığının doğru olarak saptanması ve buna göre her sulamada toprağa verilmesi gereken su miktarının doğru olarak saptanmasıdır.

Toprağın infiltrasyon hızı yüksek, ve su alma hızı yer yer çok farklılıklar arz ediyorsa ve sulamada kullanılan su miktarı da az ise, bu koşullarda yüzeyden yapılan sulama metotlarıyla üniform bir su dağılımının sağlanması çok güçtür.

Yağmurlama metodu ile yapılan sulamada, üniform su dağılımını, yağ-

murlayıcıların ve sistemin su dağıtma őekline (paterine) bağlı olmaktadır.

Sulama uygulamalarında, su dağılımının düşük niformluk derecesi, düşük su tatbik randımanına sebep olmaktadır.

Damla metodu ile yapılan sulamalara ait su dağılımının niformluk derecesi hakkında henüz yeterli bilgi mevcut değildir.

Su dağılımının niformluk derecesi % 100 olsa dahi, Şayet toprağa, bitki kök bölgesindeki toprağın sulama anında gösterdiği rutubet açıklığından fazla su verilirse, hiçbir zaman su tatbik randımanı % 100 olan bir sulama gerçekleŐtirilemez.