

## Sulanan Alanlarda Sulama Yöntemi ve Su Kalitesine Bağlı Olarak Tuz Dengesindeki Değişmeler

Engin YURTSEVEN<sup>1</sup>Ahmet ÖZTÜRK<sup>1</sup>

Geliş Tarihi : 11.12.1996

**Özet :** Sulama amacıyla kullanılan sular, iyi kalitede olsalar dahi içerisinde tuzları içerirler. Sulama ile alana iletilen bu tuzlar kök bölgesinde birikirler. Tuzluluğun artması, toprak verimliliğini ve üretkenliğini azaltacağından, tarımsal açıdan olduğu kadar çevre açısından da önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulama suları ile toprağa iletilen tuzların birikim süreci bitki, toprak, su kalitesi, drenajın etkinliği, sulama ve drenajın yönetimi gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. Tuzluluk söz konusu olduğunda yetiştirilecek bitki ile uygulanacak sulama yönteminin seçimi ve sulama suyu miktarı, sulamada tuzluluğun yönetimi açısından önemlidir. Değişik yöntemlerle verilecek sulama sularının miktarı ve veriliş biçimleri farklı olduğundan bunların toprakta tuz dengesine olan etkileri de farklı olacaktır. Bu çalışmada değişik bitkiler için hesaplanan bitki su tüketimi miktarlarının, farklı yöntemlerle uygulanması koşulunda toprağa giren ve çıkan tuz miktarlarının hesaplanması yoluyla tuz dengesi hesaplamaları yapılmıştır. Belirli toprak koşulları için farklı yöntemlerle verilen sulama sularının oluşturacağı tuzluluk süreçleri karşılıklı olarak incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sulama suyu kalitesi, tuz dengesi, yıkama, sulama yöntemi.

### The Changes of Salt Balance of a Soil in Relation with the Irrigation Method and the Irrigation Water Quality

**Abstract :** Water used for irrigation contain soluble salts, even if they are good quality. The soluble salts added into the root zone with irrigation accumulate in the soil. Increasing salinity which diminish the productivity of soil is important for agriculture, as much as for environment. Accumulation process of the soluble salts in the root zone is related to the plant, soil, water quality, drainage activity, irrigation and drainage management etc. The choice of crop and irrigation method is important for the salinity management when the irrigation water is saline. Since the total irrigation water applied and the way of application are different for different irrigation methods, their effect on the salinity of the soil will be different. In this study, the salinity changes of the root zone in relation to the irrigation method, irrigation water applied and irrigation water quality due to the measurement of the salts accumulated in the root zone was investigated using different crops.

**Key words:** Irrigation water quality, salt balance, leaching, irrigation method.

### Giriş

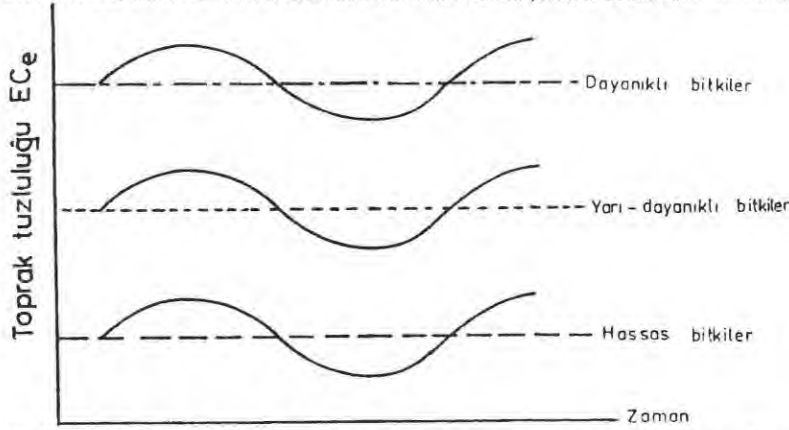
Bütün toprak ortamları, çeşitli kaynaklardan kazanılmış ve aşırı konsantrasyonlarda bitki verimini azaltacak olan tuzların karışımını içerirler. Bitki verimindeki azalma, yüksek tuzluluk nedeniyle ortaya çıkacak ozmotik etkiden ötürü olabileceği gibi, bireysel iyonların aşırı konsantrasyonları sonucu iyon zararı şeklinde, ya da toprakta aşırı düzeyde sodyum birikmesi sonucu fiziksel yapının bozularak su ve hava permeabilitesinin azalması sonucunda olabilir. Topraktaki tuz stresinin nedenleri; sulama suyu tuzluluğu, toprak özellikleri, taban suyu yüksekliği, bitkinin tuza dayanımı, su kullanımı, jeolojik ve iklim özellikleri, ya da sulamanın ve drenajın yönetimi gibi faktörler olabilir.

Toprağa iletilen ve biriktirilen tuzların bir bölümü, verilen sulama suyunun bitki su tüketiminden fazla olması ya da yağışların yeterli olması koşulunda, toprak infiltrasyon oranına ve drenajın yeterliliğine bağlı olarak topraktan yıkanır. Yıkama işlemi, sulanan alanlarda tuzluluğun yönetiminde en önemli uygulamalardan birisidir. Burada önemli olan suyun kök bölgesi içerisinde düşey doğrultudaki hareketidir. Bu hareketin yüksek evapotranspirasyon sonucunda yukarıya doğru değişmesi durumunda, toprak çözeltisi sulama suyundan çok daha

fazla konsantrasyona hale gelecektir. Bu koşulda, toprakta tuz stresinden ve verim azalması ile birlikte çevre etkileşiminden de artık söz edilir olacaktır. Bitkinin tuza dayanımı ile ilişkili olarak uzun dönem tuz dengesi yaklaşımı Şekil 1'de belirtilmiştir. Burada en az bir yıllık bir periyot içerisinde, bitkilerin tuza dayanımları ile ilişkili olarak toprak tuzluluğunda olması gereken değişimler, teorik yaklaşımla gösterilmiştir.

Sulama dönemi içerisinde sulamalara ve nadas dönemindeki koşullara bağlı olarak toprak tuzluluğunda bazı algalanmalar oluşacaktır. Kısa süreli dalgalanmalardan çok, önemli olan uzun dönem tuz dengesinin oluşturulabilmesidir. Bunun koşulları ise, yukarıda da değinildiği gibi suyun veriliş biçimi ve miktarı, suyun kalitesi ile drenajın yeterliliği, toprak özellikleri ve sulama ile drenajın yönetiminin birlikte dikkate alınarak, sulanan alanlardaki tuzluluk yönetiminin başarılmasıdır. Bu çalışmanın amacı, sulama suyu kalitesi, sulama yöntemi, toprak özellikleri ve yetiştirilecek bitki çeşidi ile ilişkili olarak, kök bölgesine gelen ve yıkanan tuzların hesaplanması yoluyla, tuz dengesi hesaplamalarını yapmaktır.

<sup>1</sup>Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara



Şekil 1. Tuzla dayanımları farklı bitkiler için kısa dönem tuz dalgalanmaları ve uzun dönem tuz dengesi

### Kuramsal temeller

Toprak içerisinde suda eriyebilir tuzlar, çözelti ile birlikte hareket ederler. Bu hareket, suyun toprak içerisindeki hareketi ile ilişkilidir. Tuzların yerçekimi etkisinde düşey hareketi söz konusu olabileceği gibi, toprak katı parçalarının adsorpsiyonu ile bu yüzeylere doğru veya enerji eğimi ile bitki köklerine ya da toprak yüzeyine doğru olabilir.

### Kök bölgesinde su ve tuz dengesi

Sulanan alanlarda, kök bölgesindeki tuzların birincil kaynağı sulama amacıyla kullanılan sular olduğuna göre, kök bölgesi tuz dengesi kavramının açıklanmasında öncelikle su dengesini ve bunu oluşturan parametreleri incelememiz gerekir. Bu alanlarda bitki kök bölgesi için su dengesi eşitliğini şu şekilde yazabiliriz;

$$I + P + G = E + R + \Delta W \quad (1)$$

Burada; I=Etkili sulama suyu, p=Etkili yağış, G=Kapilar yükselme, E=Bitki su tüketimi, R=Kök bölgesi altına sızan su, ve  $\Delta W$ =Depolamadaki değişim miktarlarını belirtmektedir.

Ele alınan terimler için zaman süresi aynı olup belli ve uzun bir süreyi içerir. Birimler mm ya da  $l/m^2$  olarak alınabilir. Göz önüne alınan süre uzun olduğunda (örneğin 1 yıl)  $\Delta W$  değeri önemsiz olabilecektir.

Bu durumda su kaynakları ile kök bölgesine iletilen tuzları incelemek için yukarıdaki eşitliği şu şekilde yazabiliriz;

$$IC_i + PC_p + GC_g = EC_e + RC_r + \Delta Z \quad (2)$$

Burada; C=Tuz konsantrasyonu, i=Sulama suyu, p=Yağış, g=Yeraltı suyu, e=Tüketilen su, r=Derine sızan su ile ilgili indislerdir.

Yağışlarla toprağa iletilen tuzlar ve bitki alımı ile topraktan kaldırılan tuzlar önemsiz kabul edilip, belli bir süre sonunda  $C_g=C_r$  dengesinin oluştuğunu düşünürsek ve  $R^x=R-G$  yazarsak, eşitlik aşağıdaki şekli alır;

$$IC_i = R^x C_r + \Delta Z \quad (3)$$

Burada;  $R^x$ = Derine sızan net su miktarıdır.

Topraktaki tuz dengesi oluştuğunda  $\Delta Z$  değeri sıfıra eşit olacaktır. Eğer toprakta tuz dengesi oluşmamış ise, bu durumda dönem başlangıcındaki kök bölgesi tuzluluğu ( $Z_1$ ), dönem sonundaki kök bölgesi tuzluluğu ( $Z_2$ ) farklı olacaktır. Bunu ifade edersek;

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 \quad (4)$$

### Yıkama verimliliği kavramı

Toprak katı, sıvı ve gaz fazlarından oluşmuş kompleks bir yapı olduğundan, toprak içerisindeki sıvı hareketi yani toprak çözeltisinin hareketi, farklı etkiler altında meydana gelir. Toprak çözeltisinin hareketi doğrudan topraktaki gözeneklerin büyüklükleri ile ilişkilidir. İnce bünyeli topraklarda gözenek boyutlarının küçük olmasından ötürü çözeltinin hareketi daha zor ve yavaştır. Ancak bu tür topraklar kuruduklarında büyük çatlaklar oluştururlar ve yıkama suyu bu büyük çatlaklardan hızlı bir biçimde, toprak çözeltisi ile karışmadan derine sızabilir.

Buna karşın kumlu topraklarda ise gözenek boyutlarının daha büyük olması nedeniyle daha hızlı ve büyük hacimli çözelti hareketi mümkündür.

Toprak tuz dengesi ve yıkama uygulamaları açısından çözelti hareketi ve miktarı son derece önemlidir. Burada bilmemiz gereken; kök bölgesine iletilen suyun kök bölgesi altına sızan bölümünün toprak çözeltisi ile karışma oranıdır.

Toprak katı zerreleri tarafından tutulan toprak suyu ve içerisindeki iyonlar belli bir süre sonunda denge haline ulaşacaklar ve toprak çözeltisini oluşturacaklardır. Sulama suyunun perkolasyonu sırasında toprak tekstürü, su akım hızı, tuz konsantrasyonu gibi faktörlerin etkisi altında, toprak çözeltisi ile sulama suyu belli oranlarda birbirleri ile karışacaktır. Bu karışmanın oranı aynı zamanda, toprakta oluşmuş çatlakların da etkisi altında şekillenecektir. İşte kök bölgesi altına sızan yıkama suyunun toprak çözeltisi ile karışma oranı yıkama verimliliği katsayısı (f) ile ifade edilir.

Kök bölgesi altına sızan suyun konsantrasyonu ( $C_r$ ) için aşağıdaki üç farklı yaklaşım belirtilebilir;

$$C_r = C_{fc} \quad \text{veya} \quad (5)$$

$$C_r = f C_{fc} \quad \text{veya} \quad (6)$$

$$C_r = f C_{fc} + (1 - f) C_i \quad (7)$$

Burada;  $f$ =Yıkama verimliliği katsayısını belirtmektedir ve birden küçük bir sayıdır. Buradaki her üç yaklaşım da ayrı bir modeli içermektedir: (5) nolu eşitlik "bypass" oluşmayan, tamamen karışma durumunu açıklamakta, buna karşın (6) ve (7) nolu eşitlikler "bypass"ın gerçekleştiği bir rezervuar yaklaşımını içermekte ve "bypass" ile birlikte düşünüldüğünde (6) nolu eşitlik  $EC_i=0$  yaklaşımını belirtmektedir. Eşitlik (7)'de ise daha gerçekçi bir yaklaşımla, sulama suyunun tuzluluğu da göz önüne alınmaktadır.

Yıkama verimliliği katsayısı ( $f$ ), siltli topraklarda ağır bünyeli topraklara oranla daha büyüktür. Bunun nedeni ise çoğunlukla ağır bünyeli topraklarda oluşan çatlaklardır. Toprak tekstürü dışında  $f$ , büyük oranda sulama yöntemine bağlıdır. Salma ya da tava sulamada elde edilen  $f$  değerleri, karık sulamasına oranla oldukça yüksek olabilmektedir. Ancak en yüksek  $f$  değerleri, toprağa suyun düşük intensitede sızdığı yağmurlama, damla gibi sulama yöntemlerinde elde edilir. Toprak profilinde ise  $f$  değeri derinlikle artmaktadır.

Van der Molen (1973), toprak bünyesine bağlı olarak  $f$  değerlerinin şu sınırlar arasında değişebileceğini bildirmiştir;

Siltli tın, kumlu tın	$f=0.5-0.6$
Siltli killi tın, kumlu killi tın	$f=0.4-0.5$
Kil	$f=0.2-0.3$

### Materyal ve Yöntem

Oluşturulan bitki deseninde ekonomik değeri yüksek olan bitkiler seçilmiştir. Bu bitkilerin seçiminde, her birisinin bir grup bitkiyi temsil etmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada bitki materyali olarak buğday, şeker pancarı, yonca, domates ve patates bitkileri seçilmiştir.

Bu bitkilere ilişkin bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde, pratikte sıkça kullanılan ve güvenilirliği deneysel olarak kanıtlanmış, Penman-Monteith yöntemi uygulanmıştır. İklim parametreleri ise Ankara yöresinden alınmıştır.

Sulama yöntemi olarak, ele alınan bitkiler için kullanılabilir olan yöntemler seçilmiştir. Bunlar: Buğday ve yonca için tava ve yağmurlama sulama; şeker pancarı, domates ve patates bitkileri için ise damla, yağmurlama ve karık sulama yöntemleridir. Sulama yöntemlerine ilişkin sulama randımanı değerleri ise FAO (1980) dan alınmıştır. Bu değerler tava ve karık sulaması için %65, yağmurlama sulama için %70 ve damla sulama için %80 dir.

Çalışmada ele alınan yıkama verimliliği katsayısı ( $f$ ) değerleri literatüre uygun olarak 0.4, 0.6 ve 0.8 olarak seçilmiştir (Unesco, 1970; Dieleman, 1963).

Sulama suyu tuzluluk değerleri, genelde tüm su sınıflarını temsil edebilecek şekilde 0.25, 0.50, 1.25 ve 2.50 dS/m olarak seçilmiştir.

Çalışmada toplam sulama suyu gereksinimi değerleri şu eşitlikle hesaplanmıştır.

$$I = \frac{(E - P)}{e_t} \quad (8)$$

Burada;  $I$ =Toplam sulama suyu gereksinimi (mm),  $(E-P)$ =Net sulama suyu gereksinimi (mm),  $e_t$ =Sulama randımanı (%) değerlerini belirtmektedir.

Verilen sulama suyunun bir bölümü yüzey akışla alandan uzaklaşacaktır. Bu değer  $[1-(e_t+LF)]$  kadar olacaktır. Burada  $LF$ =Yıkama gereksinimi miktarı (%) dir. Böylece toprağa infiltre olan su hacmi şu eşitlikle hesaplanmıştır;

$$d_t = \frac{(E - P)}{e_t} - [1 - (e_t + LF)] * I \quad (9)$$

Kök bölgesinden uzaklaşan tuzlar drenaj suyu ile uzaklaşacaktır. Drenaj suyunun tuzluluğunu belirlemede aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$EC_{dw} = \frac{EC_i}{LF} \quad (10)$$

Burada  $EC_{dw}$ =Drenaj suyu tuzluluğunu (dS/m),  $EC_i$ =Sulama suyu tuzluluğunu (dS/m) göstermektedir. Kök bölgesi altına sızan su hacmi aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur.

$$R^x = d_t * LF \quad (11)$$

Burada  $R^x$ =Kök bölgesi altına sızan net su hacmi (mm) dir. Toprağa iletilen toplam tuz miktarı ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$T_g = d_t * EC_i * 0.64 \quad (12)$$

Burada  $T_g$ =Toprağa iletilen toplam tuz miktarı (kg/da) dir.

Kök bölgesinden yıkanan toplam tuz miktarı eşitliği şu şekilde yazılabilir;

$$T_y = [(R^x * EC_{dw} * 0.64)f] + [(R^x * EC_i * 0.64)(1-f)] \quad (13)$$

Burada;  $T_y$ =Kök bölgesinden yıkanan toplam tuz miktarı (kg/da) dır. Eşitlikteki ilk terim, toprak çözeltisi ile karışarak kök bölgesinden sızan suyun taşıdığı tuz miktarını, ikinci terim ise toprak çözeltisine karışmadan sızan sulama suyuyla yani bypass ile kök bölgesi altına taşınan tuz miktarını belirtir.

Sonuçta kök bölgesinde depolanan tuz miktarı,

$$T_k = T_g - T_y \quad (14)$$

eşitliği ile belirlenir. Burada;  $T_k$ =Kök bölgesinde biriktirilen tuz miktarı (kg/da) dır.

### Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, toprağa sulama suyu ile ilettiğimiz tuzların toprak tuz dengesine olan etkileri, sulama suyu miktarı, sulama suyu tuzluluğu, toprak özellikleri ve sulama yöntemine bağlı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Doğal olarak sulama suyu miktarının ve tuzluluğunun artması ile toprak ortamına ilettiğimiz tuzların miktarı artmıştır. Örneğin; buğdayda  $EC_e=0.25$  dS/m koşulunda 815 mm'lik toplam sulama suyu ile toprağa 124 kg/da tuz eklenirken, bu değer  $EC_e=2.50$  dS/m koşulunda 1239 kg/da düzeyine ulaşmıştır. Yine şeker pancarında da benzer olarak 1563 mm'lik toplam sulama suyu ile toprağa  $EC_e=0.25$  dS/m koşulunda 238 kg/da tuz eklenirken,  $EC_e=2.50$  dS/m koşulunda 2376 kg/da düzeyine yükselen bir biçimde tuz eklenmiştir.

Çizelgelerden sulama yöntemine bağlı olarak kök bölgesindeki tuz yükünü incelersek, kök bölgesine verilen sulama suyu ve gelen tuz yükü açısından sıralama karık > yağmurlama > damla şeklindedir ve kök bölgesinde kalan tuz yükü açısından da sıralama aynı olmaktadır. Çünkü her ne kadar kök bölgesine verilen tuz miktarı karık yönteminde yağmurlamaya, yağmurlamada damlaya göre daha fazlaysa da, yıkanan tuz miktarları da o oranda fazla olmaktadır. Ancak kök bölgesinde biriken tuz miktarları incelendiğinde, damla sulama yönteminde bu birikimin en az, yağmurlama sulamada orta ve karık sulama yönteminde en fazla olduğu görülmektedir.

Aynı toprak ve sulama yöntemi koşulunda topraktan yıkayabileceğimiz toplam tuz miktarları, yıkama verimliliği

katsayısına bağlı olarak değişmiştir (Şekil 2). Burada örnek olarak buğday ve şeker pancarına ilişkin değerler görülmektedir. Örneğin  $EC_e=0.25$  dS/m koşulunda buğdayda yağmurlama sulama için,  $f=0.4$  iken, yıkanabilen tuz miktarı 48 kg/da olmuş,  $f=0.6$  koşulunda ise %52 kadar bir artışla 73 kg/da düzeyine,  $f=0.8$  koşulunda da %102'lik bir artışla 97 kg/da düzeyine yükselmiştir. Burada yıkanan tuz miktarlarında,  $f$  değerlerinin 0.4'ten 0.6'ya değişimi ile ortalama %50, 0.6'dan 0.8 düzeyine değişimi ile de ortalama %100'lük artışlar meydana gelmiştir.

Sulama uygulamaları sırasında, kullanılan suyun tuz içeriğine bağlı olarak kök bölgesine bir miktar tuz iletilmektedir. Çizelge 1, 2 ve 3'de verilen değerlerden de görülebileceği gibi, bir sulama dönemi sonunda  $EC_e=0.25$  dS/m koşulunda, farklı topraklar için kök bölgesinde 18-138 kg/da arasında değişen miktarlarda tuz birikmektedir. Bu değer  $EC_e=2.50$  dS/m koşulunda ise, 182-1376 kg/da arasında olabilmektedir.

Sonuç olarak, sulanan alanlarda, su buharı kalitesine bağlı olarak kök bölgesine iletilen az ya da çok miktardaki tuzlar, zaman boyutunda biriktiğinde, toprak verimliliğini azaltan bir unsur olacaktır. Sulamada tuzluluk yönetiminde yıkama uygulamaları, tuzlulaşmayı önlemede önemlidir. Kullanacağımız suyun tuzluluğuna bağlı olarak, biriken tuzların alandan uzaklaştırılması konusunda yıkama ihtiyaçları da göz önüne alınabilir.

### Kaynaklar

- F.A.O., 1980., **Drainage design factors**. Irrigation and Drain. Paper No:38, Rome.
- Öztürk, A. ve A. Z. Eröznel, 1992. **A.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği topraklarının tuzlulaşma süresi ve yıkama ihtiyacının saptanması**. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı,1992, Cilt,41(1-2):33-40, Ankara.
- Van der Molen, W. H. 1973. **Salt balance and leaching requirements**. Drainage Principles and Applications, ILRI, 16 Vol.II, :60-100, Wageningen.
- Van Hoorn, J. W. and J. G. Van Alpen, 1990. **Salinity control , salt balance and leaching requirement of irrigated soils**. 96, ICAMAS, Institut Agronomique Mediterranee de Bari.
- Yurtseven, E. ve N. Yurtseven, 1996. **Sulanan alanlarda tuzluluk ve kontrolü**. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları, Genel Yayın No:200, 42, Ankara

Çizelge 1. Farklı bitkiler ve sulama suyu tuzlulukları için  $f=0.4$  koşulunda tuz yükü değerleri

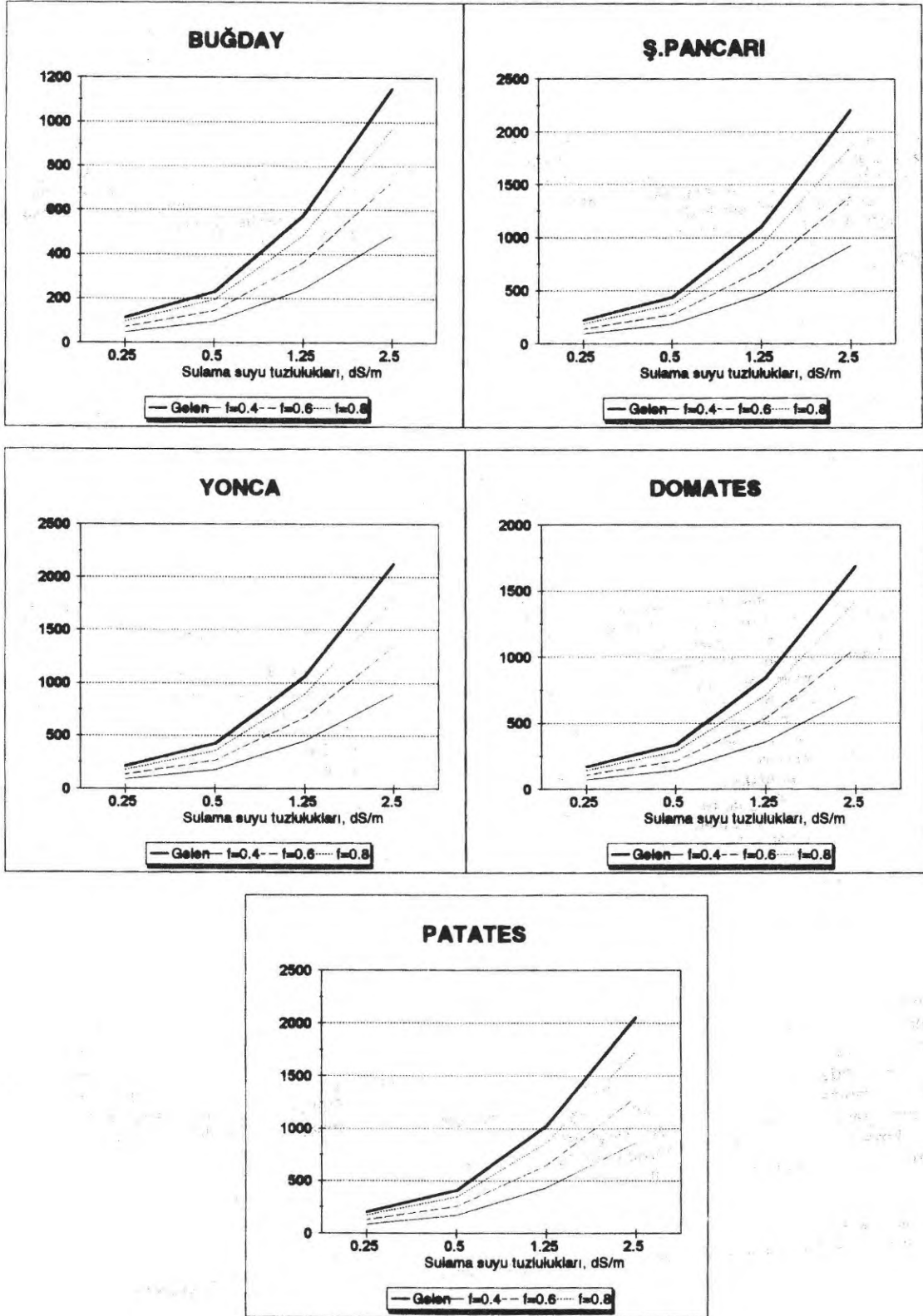
Bitki	ET (mm)	Sulama Yöntemi	Sul.Randımanı (%)	LF (%)	dt (mm)	ECi (dS/m)	f	TUZ YÜKÜ (kg/da)		
								Tg	Ty	Tk
BUĞDAY	530	TAVA	65	30	815	0.25	0.4	124	52	72
	530		65	30	815	0.50	0.4	248	104	144
	530		65	30	815	1.25	0.4	620	261	359
	530		65	30	815	2.50	0.4	1239	522	718
	530	YAĞMURLAMA	70	25	757	0.25	0.4	115	48	67
	530		70	25	757	0.50	0.4	230	97	133
	530		70	25	757	1.25	0.4	575	242	333
	530		70	25	757	2.50	0.4	1151	485	666
Ş.PANCARI	1016	DAMLA	80	15	1270	0.25	0.4	193	81	112
	1016		80	15	1270	0.50	0.4	386	163	224
	1016		80	15	1270	1.25	0.4	965	406	559
	1016		80	15	1270	2.50	0.4	1930	813	1118
	1016	YAĞMURLAMA	70	25	1451	0.25	0.4	221	93	128
	1016		70	25	1451	0.50	0.4	441	186	255
	1016		70	25	1451	1.25	0.4	1103	464	639
	1016		70	25	1451	2.50	0.4	2206	929	1277
	1016	KARIK	65	30	1563	0.25	0.4	238	100	138
	1016		65	30	1563	0.50	0.4	475	200	275
	1016		65	30	1563	1.25	0.4	1188	500	688
	1016		65	30	1563	2.50	0.4	2376	1000	1376
YONCA	979	TAVA	65	30	1506	0.25	0.4	229	96	133
	979		65	30	1506	0.50	0.4	458	193	265
	979		65	30	1506	1.25	0.4	1145	482	663
	979		65	30	1506	2.50	0.4	2289	964	1325
	979	YAĞMURLAMA	70	25	1399	0.25	0.4	213	90	123
	979		70	25	1399	0.50	0.4	425	179	246
	979		70	25	1399	1.25	0.4	1063	448	615
	979		70	25	1399	2.50	0.4	2126	895	1231
DOMATES	778	DAMLA	80	15	973	0.25	0.4	148	62	86
	778		80	15	973	0.50	0.4	296	124	171
	778		80	15	973	1.25	0.4	739	311	428
	778		80	15	973	2.50	0.4	1478	622	856
	778	YAĞMURLAMA	70	25	1111	0.25	0.4	169	71	98
	778		70	25	1111	0.50	0.4	338	142	196
	778		70	25	1111	1.25	0.4	845	356	489
	778		70	25	1111	2.50	0.4	1689	711	978
	778	KARIK	65	30	1197	0.25	0.4	182	77	105
	778		65	30	1197	0.50	0.4	364	153	211
	778		65	30	1197	1.25	0.4	910	383	527
	778		65	30	1197	2.50	0.4	1819	766	1053
PATATES	946	DAMLA	80	15	1183	0.25	0.4	180	76	104
	946		80	15	1183	0.50	0.4	359	151	208
	946		80	15	1183	1.25	0.4	899	378	520
	946		80	15	1183	2.50	0.4	1797	757	1041
	946	YAĞMURLAMA	70	25	1351	0.25	0.4	205	86	119
	946		70	25	1351	0.50	0.4	411	173	238
	946		70	25	1351	1.25	0.4	1027	432	595
	946		70	25	1351	2.50	0.4	2054	865	1189
	946	KARIK	65	30	1455	0.25	0.4	221	93	128
	946		65	30	1455	0.50	0.4	442	186	256
	946		65	30	1455	1.25	0.4	1106	466	640
	946		65	30	1455	2.50	0.4	2212	931	1281

Çizelge 2. Farklı bitkiler ve sulama suyu tuzlulukları için  $f=0.6$  koşulunda tuz yükü değerleri

Bitki	ET (mm)	Sulama Yöntemi	Sul.Randımanı (%)	LF (%)	dt (mm)	ECi (dS/m)	f	TUZ YÜKÜ (kg/da)		
								Tg	Ty	Tk
BUĞDAY	530	TAVA	65	30	815	0.25	0.6	124	78	46
	530		65	30	815	0.50	0.6	248	157	91
	530		65	30	815	1.25	0.6	620	391	228
	530		65	30	815	2.50	0.6	1239	783	457
	530	YAĞMURLAMA	70	25	757	0.25	0.6	115	73	42
	530		70	25	757	0.50	0.6	230	145	85
	530		70	25	757	1.25	0.6	575	363	212
	530		70	25	757	2.50	0.6	1151	727	424
Ş.PANCARI	1016	DAMLA	80	15	1270	0.25	0.6	193	122	71
	1016		80	15	1270	0.50	0.6	386	244	142
	1016		80	15	1270	1.25	0.6	965	610	356
	1016		80	15	1270	2.50	0.6	1930	1219	711
	1016	YAĞMURLAMA	70	25	1451	0.25	0.6	221	139	81
	1016		70	25	1451	0.50	0.6	441	279	163
	1016		70	25	1451	1.25	0.6	1103	697	406
	1016		70	25	1451	2.50	0.6	2206	1393	813
	1016	KARIK	65	30	1563	0.25	0.6	238	150	88
	1016		65	30	1563	0.50	0.6	475	300	175
	1016		65	30	1563	1.25	0.6	1188	750	438
	1016		65	30	1563	2.50	0.6	2376	1501	875
YONCA	979	TAVA	65	30	1506	0.25	0.6	229	145	84
	979		65	30	1506	0.50	0.6	458	289	169
	979		65	30	1506	1.25	0.6	1145	723	422
	979		65	30	1506	2.50	0.6	2289	1446	843
	979	YAĞMURLAMA	70	25	1399	0.25	0.6	213	134	78
	979		70	25	1399	0.50	0.6	425	269	157
	979		70	25	1399	1.25	0.6	1063	671	392
	979		70	25	1399	2.50	0.6	2126	1343	783
DOMATES	778	DAMLA	80	15	973	0.25	0.6	148	93	54
	778		80	15	973	0.50	0.6	296	187	109
	778		80	15	973	1.25	0.6	739	467	272
	778		80	15	973	2.50	0.6	1478	934	545
	778	YAĞMURLAMA	70	25	1111	0.25	0.6	169	107	62
	778		70	25	1111	0.50	0.6	338	213	124
	778		70	25	1111	1.25	0.6	845	533	311
	778		70	25	1111	2.50	0.6	1689	1067	622
	778	KARIK	65	30	1197	0.25	0.6	182	115	67
	778		65	30	1197	0.50	0.6	364	230	134
	778		65	30	1197	1.25	0.6	910	575	335
	778		65	30	1197	2.50	0.6	1819	1149	670
PATATES	946	DAMLA	80	15	1183	0.25	0.6	180	114	66
	946		80	15	1183	0.50	0.6	359	227	132
	946		80	15	1183	1.25	0.6	899	568	331
	946		80	15	1183	2.50	0.6	1797	1135	662
	946	YAĞMURLAMA	70	25	1351	0.25	0.6	205	130	76
	946		70	25	1351	0.50	0.6	411	259	151
	946		70	25	1351	1.25	0.6	1027	649	378
	946		70	25	1351	2.50	0.6	2054	1297	757
	946	KARIK	65	30	1455	0.25	0.6	221	140	82
	946		65	30	1455	0.50	0.6	442	279	163
	946		65	30	1455	1.25	0.6	1106	699	408
	946		65	30	1455	2.50	0.6	2212	1397	815

Çizelge 3. Farklı bitkiler ve sulama suyu tuzlulukları için  $f=0.8$  koşulunda tuz yükü değerleri

Bitki	ET (mm)	Sulama Yöntemi	Sul.Randımanı (%)	LF (%)	dt (mm)	ECi (dS/m)	f	TUZ YÜKÜ (kg/da)		
								Tg	Ty	Tk
BUĞDAY	530	TAVA	65	30	815	0.25	0.8	124	104	20
	530		65	30	815	0.50	0.8	248	209	39
	530		65	30	815	1.25	0.8	620	522	98
	530		65	30	815	2.50	0.8	1239	1044	196
	530	YAĞMURLAMA	70	25	757	0.25	0.8	115	97	18
	530		70	25	757	0.50	0.8	230	194	36
	530		70	25	757	1.25	0.8	575	485	91
	530		70	25	757	2.50	0.8	1151	969	182
Ş.PANCARI	1016	DAMLA	80	15	1270	0.25	0.8	193	163	30
	1016		80	15	1270	0.50	0.8	386	325	61
	1016		80	15	1270	1.25	0.8	965	813	152
	1016		80	15	1270	2.50	0.8	1930	1626	305
	1016	YAĞMURLAMA	70	25	1451	0.25	0.8	221	186	35
	1016		70	25	1451	0.50	0.8	441	372	70
	1016		70	25	1451	1.25	0.8	1103	929	174
	1016		70	25	1451	2.50	0.8	2206	1858	348
	1016	KARIK	65	30	1563	0.25	0.8	238	200	38
	1016		65	30	1563	0.50	0.8	475	400	75
	1016		65	30	1563	1.25	0.8	1188	1000	188
	1016		65	30	1563	2.50	0.8	2376	2001	375
YONCA	979	TAVA	65	30	1506	0.25	0.8	229	193	36
	979		65	30	1506	0.50	0.8	458	386	72
	979		65	30	1506	1.25	0.8	1145	964	181
	979		65	30	1506	2.50	0.8	2289	1928	361
	979	YAĞMURLAMA	70	25	1399	0.25	0.8	213	179	34
	979		70	25	1399	0.50	0.8	425	358	67
	979		70	25	1399	1.25	0.8	1063	895	168
	979		70	25	1399	2.50	0.8	2126	1790	336
DOMATES	778	DAMLA	80	15	973	0.25	0.8	148	124	23
	778		80	15	973	0.50	0.8	296	249	47
	778		80	15	973	1.25	0.8	739	622	117
	778		80	15	973	2.50	0.8	1478	1245	233
	778	YAĞMURLAMA	70	25	1111	0.25	0.8	169	142	27
	778		70	25	1111	0.50	0.8	338	285	53
	778		70	25	1111	1.25	0.8	845	711	133
	778		70	25	1111	2.50	0.8	1689	1423	267
	778	KARIK	65	30	1197	0.25	0.8	182	153	29
	778		65	30	1197	0.50	0.8	364	306	57
	778		65	30	1197	1.25	0.8	910	766	144
	778		65	30	1197	2.50	0.8	1819	1532	287
PATATES	946	DAMLA	80	15	1183	0.25	0.8	180	151	28
	946		80	15	1183	0.50	0.8	359	303	57
	946		80	15	1183	1.25	0.8	899	757	142
	946		80	15	1183	2.50	0.8	1797	1514	284
	946	YAĞMURLAMA	70	25	1351	0.25	0.8	205	173	32
	946		70	25	1351	0.50	0.8	411	346	65
	946		70	25	1351	1.25	0.8	1027	865	162
	946		70	25	1351	2.50	0.8	2054	1730	324
	946	KARIK	65	30	1455	0.25	0.8	221	186	35
	946		65	30	1455	0.50	0.8	442	373	70
	946		65	30	1455	1.25	0.8	1106	931	175
	946		65	30	1455	2.50	0.8	2212	1863	349



Şekil 2. Yağmurlama sulama koşulunda incelenen bitkiler için tuz yükü değerleri (kg/da)