

Düşük Kaliteli Sulama Suyu ile Sulanan Bir Ladin (*Picea pungens* Engelm.) Fidanlığında Tuzluluğun Konumsal ve Mevsimsel Değişimlerinin Belirlenmesi

● **Dr. Mustafa BAŞARAN**
Ali Uğur ÖZCAN
Ankara Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesi, Çankırı

ÖZET

Bu araştırmada, düşük kaliteli sulama suyu kullanılan Ladin (*Picea pungens* Engelm.) üretim parselinde toprak tuz yoğunluğunun konumsal değişimi jeoistatistik ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmiştir.

Araştırma alanından 1 Mayıs-Elektriksel iletkenlik (P1-EC_e), 15 Haziran-Elektriksel iletkenlik (P2-EC_e), 1 Ağustos-Elektriksel iletkenlik (P3-EC_e) ve 15 Eylül-Elektriksel iletkenlik (P4-EC_e) olmak üzere, 45 gün aralıklarla dört farklı örnekleme periyodunda, 40x50 m ölçüsünde bir parselden, 0-30 cm derinliği temsil eden toplam 396 adet bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Sulama sezonu boyunca tuzluluğun değişimi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). Jeoistatistik analizde incelenen EC_e değerlerinin farklı derecelerde konumsal ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (P1-EC_e, P2-EC_e, P3-EC_e, P4-EC_e dönemleri için 14, 21, 29, 32 m). Toprak tuzluluğu, variogram model ve parametreleri ile oluşturulmuş kriging haritalarında CBS tekniği ile değerlendirilmiş ve EC_e değerleri ile örnekleme dönemleri arasında kuvvetli ilişkiler göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, sulama, jeoistatistik, *Picea pungens*

Determination of Spatial and Seasonal Variabilities of the Salinity in a Spruce (*Picea pungens* Engelm.) Nursery Garden Irrigated With Low-Quality Irrigation Water

ABSTRACT

In this study, spatial and seasonal variability of the soil salinity was determined by using geostatistics and Geography Information System (GIS) in a spruce (*Picea pungens* Engelm.) nursery garden irrigated with low quality irrigation water.

Total of 396 disturbed soil samples were taken with regular intervals and represented the depth of 0 – 30 for four different sampling periods which were 1 May-Electrical conductivity (P1-EC_e), 15 June-Electrical conductivity (P2-EC_e), 1 August-Electrical conductivity (P3-EC_e) and 15 September- Electrical conductivity (P4-EC_e) in a 40 x 50 m experimental area. Variation of the soil salinity was found statistically significant towards irrigation periods ($p < 0.05$). The geostatistics indicated that soil EC_e had spatially correlation to the different degrees (14, 21, 29, 32 m for P1-EC_e, P2-EC_e, P3-EC_e, P4-EC_e respectively), and variability of soil salinity estimated with GIS procedure from kriging maps produced by using variogram models and parameters, showed the dynamic relationships between soil EC_e and different sampling periods.

Keyword: Salinity, Irrigation, Geostatistic, *Picea pungens*

1. GİRİŞ

Türkiye’de ağaçlandırma ve peyzaj amaçlı fidan üretiminin önemli bir kısmı devlet tarafından kurulan fidanlıklarda yapılmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan bölgelerde en büyük sorun, kaliteli sulama suyu yetersizliğidir. Bu alanlarda üretilen fidanlara, dikim sahasına gidinceye kadar yoğun sulama programları uygulanmak zorundadır. Uygun olmayan sulama yöntemleri ve kullanılan düşük kaliteli sulama suları toprakların tuzlulaşmasına, dolayısı ile üretimin ve ürün kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır (Letey vd., 1985; Beltrao ve Ben-Asher, 1997).

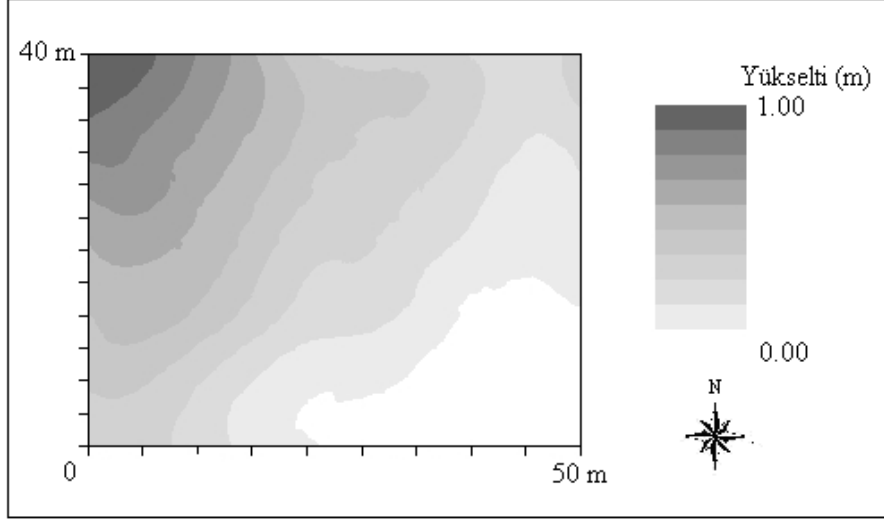
Tuzluluk sorununun dağılımının ve oranının iyi anlaşılması, problemin büyüklüğünün değerlendirilmesi ve alınacak önlem ve ıslah yöntemleri için oldukça önemlidir. Son yıllarda birçok araştırmacı, farklı kalitede sulama suyu ve farklı sulama yöntemlerinin toprakların tuz yoğunluğundaki artış ve dağılımları üzerindeki etkilerini belirlemek için jeostatistik ve CBS teknikleri kullanmaktadır (Miyamoto ve Cruz, 1987; Utset vd., 1998; Cetin ve Kirda, 2003).

Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, düşük kaliteli sulama suyu kullanılan Ladin (*Picea pungens*) üretim parselinde, sulama sezonu boyunca toprakta tuz yoğunluğunun değişimi ve dağılımının jeostatistik ve GBS yöntemleri ile belirlenmesidir. Bu araştırmadan elde edilecek sonuçlar, düşük kaliteli sulama suyunun toprakların tuz yoğunluğu ve dağılımı üzerindeki etkilerinin sulama dönemlerine göre değişimi konusunda önemli bilgilerin yanında, mevsimsel sulama yönetimi ve tuzlu toprakların ıslahında yapılacak araştırma ve uygulamalara kaynak sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

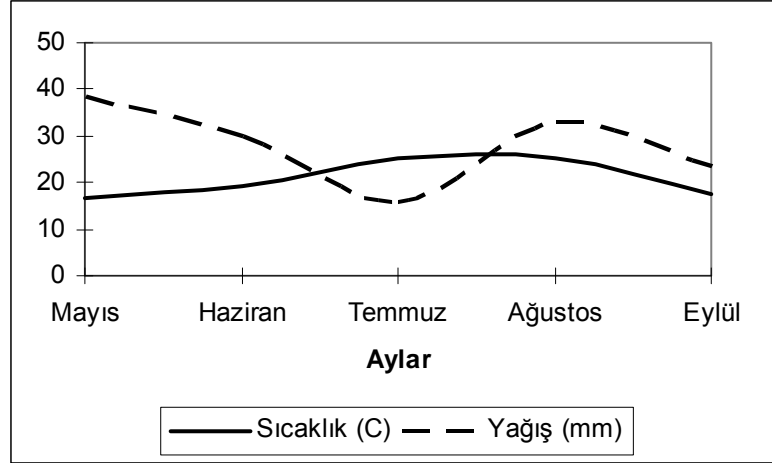
2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı Çankırı ili Kenbağı Orman Fidanlığı içerisinde bulunmaktadır. Araştırma, Ladin (*Picea pungens*) üretimi yapılan ve yağmurlama sulama tekniği uygulanan deneme parselinde yürütülmüştür. Denizden yükseklik 750 m'dir (Şekil 1). Sulama suyu fidanlık içerisinde açılmış kuyulardan elde edilmektedir.



Şekil 1. Araştırma alanı yükselti haritası

Çalışmanın gerçekleştiği Mayıs-Eylül dönemine ait ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Ortalama sıcaklık en düşük Mayıs (16°C), en yüksek Temmuz ayında belirlenirken (25.2°C); ortalama yağış ise ortalama sıcaklığa tezat olarak en yüksek Mayıs (38.3 mm), en düşük Temmuz ayında belirlenmiştir (15.6 mm).



Şekil 2. Aylık sıcaklık ve yağış değişimi

2.2 Toprak örnekleme ve analizler

Toprak örnekleri 40 x 50 m ölçülerinde belirlenmiş parselden, 45 günlük dönemlerde, sulama sezonunun başlamasıyla birlikte 1 Mayıs (P1-EC_e), 15 Haziran (P2-EC_e), 1 Ağustos (P3-EC_e) ve 15 Eylül (P4-EC_e) 2005 tarihlerinde 5 x 5 m aralıklarında düzenli grid yöntemi ile aktif kök derinliği olan 0-30 cm derinlikten olmak üzere 99 noktadan toplam 396 adet alınmıştır.

Bozulmuş toprak örnekleri hava kuru hale gelinceye kadar kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprakların elektriksel iletkenlikleri saturasyon çamurunda elektriksel kondaktivimetre ile (Richards, 1954), toprak pH'sı 1/2.5 toprak-su karışımında, toprak tekstürü ise hidrometre metoduyla (Bouyoucos, 1951) belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları jeoistatistik ve klasik istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. Klasik istatistik yöntemde tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği kullanılmış olup, zaman faktörü 1 Mayıs (P1), 15 Haziran (P2), 1 Ağustos (P3) ve 15 Eylül (P4) olmak üzere 4 seviyede incelenmiştir. Zaman ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında ise Bonferroni testi kullanılmıştır (Çizelge 2).

2.3 Jeostatistik analiz

Tanımlayıcı istatistikler çalışma alanı içerisindeki bütün değişimleri ifade etmekte kullanılmıştır. Toprak özelliklerinin konumsal değişimleri ise jeostatistik yöntemle

belirlenmiştir. Deneysel semivariogramlar toprak özelliklerinin konumsal bağımlılıklarının belirlenmesinde kullanılmakta olup, aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir (Journal ve Huijbregts, 1978; Trangmar ve ark., 1985):

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad [1]$$

Eşitlik [1]'de $\gamma(h)$ semivaryansı; $N(h)$ belirli mesafe h ile ayrılmış deneysel örnek çiftleri sayısını; $z(x_i)$, x_i noktasındaki örnek değerini ve $z(x_i + h)$ ise $x_i + h$ noktasında belirlenmiş örnek değerini göstermektedir.

Küresel model en çok kullanılan teorik model olup aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$\gamma(h)=0 \quad h = 0 \quad [2]$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] \quad h \leq a \quad [3]$$

$$\gamma(h)=C_0+C \quad h > a \quad [4]$$

Eşitlikte C_0 külçe etkisini; C , partial sill, C_0+C , sill değerini ve a , örneklerin ilişkili olduğu maksimum mesafeyi göstermektedir (Samra ve ark., 1988; Pannatier, 1996). Model parametreleri, Vieira ve ark. (1983) ve Cuenca ve Amegee (1987) tarafından önerildiği şekilde görsel olarak değerlendirilmiştir.

Kriging kestirim değeri $z^*(x_0)$ ve kestirim hatası varyansı $\sigma_k^2(x_0)$, her x_0 noktası için aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır:

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad [5]$$

$$\sigma_k^2(x_0) = \mu + \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(x_0 - x_i) \quad [6]$$

Eşitliklerde λ_i , atanacak ağırlıkları; μ , lagrange sabitesini; $\gamma(x_0 - x_i)$ ise x_0 ve x_i arasındaki mesafe ile uyumlu variogram değerini göstermektedir (Vauclin ve ark., 1983; Agrawal ve ark., 1995).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanı toprakların pH'sı 7.75-8.15 arasında değişim göstermektedir. Ortalama organik madde %1.6'dır. Sulama suyunun sulama dönemi boyunca elektriksel iletkenliği ortalama 1.7 dS m⁻¹ belirlenmiştir. Araştırma alanı toprakları % 44.3 kil, %33.3 silt ve % 22.4 kum içermekte olup tekstür üçgeni yardımı ile kil olarak sınıflandırılmıştır.

3.1 Tanımlayıcı istatistikler

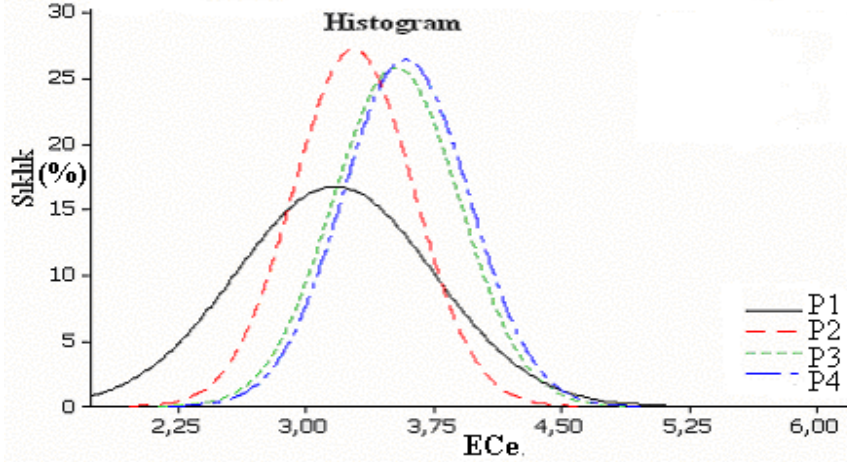
EC_e verilerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. EC_e değerleri içerisinde en düşük varyasyon katsayısı (VK) (%10), P3-EC_e ve P4-EC_e dönemlerinde en yüksek VK (%18) ise P1-EC_e döneminde belirlenmiştir. Miyamoto ve ark., (2005) yağmurlama sulama uygulanan bir golf sahasında yaptıkları araştırmada 7.5 m grid örnekleme düzeninde %21, park alanında, 9 m grid aralığında ise ortalama %62 ve Clerc ve Meirvenne, (2005) üzüm yetiştirilen bir alanda 50.5 m aralıklarla yaptıkları örneklemede EC_e için %40-50 arasında VK belirlemişlerdir. Düşük kaliteli sulama suyunun henüz etkisinin görülmediği P1-EC_e döneminde araştırma alanının farklı yükseltilere sahip olmasının da etkisiyle, özellikle yağışlı dönemlerde farklı yıkanma koşulları ortaya çıkabilecektir. P1-EC_e döneminin daha büyük değişime sahip olmasının sebeplerinden birisi de bu olabilir. Diğer örnekleme dönemlerinde ise yağmurlama sulama yönteminin kullanılması, düşük kaliteli sulama suyunun, dolayısıyla tuzluluğun arazide daha homojen dağılmasında etkili olabilir. Sulama sezonu boyunca EC_e ortalamaları önemli miktarda artış gösterirken standart sapma ve varyans ise önemli oranda azalmıştır.

Çizelge 1. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

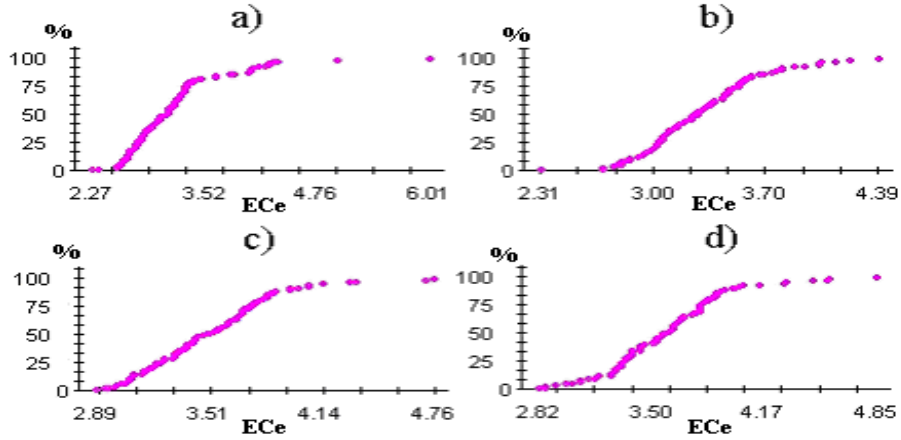
Toprak Özellikleri	Derinlik	Tanımlayıcı İstatistikler			
		Ortalama	Standart sapma	Varyans	VK
P1-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	3.17	0.57	0.33	18
P2-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	3.29	0.36	0.13	11
P3-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	3.52	0.36	0.13	10
P4-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	3.58	0.37	0.14	10

P1-EC_e; 1 Mayıs-Elektriksel iletkenlik, P2-EC_e; 15 Haziran-Elektriksel iletkenlik, P3-EC_e; 1 Ağustos-Elektriksel iletkenlik, P4-EC_e; 15 Eylül-Elektriksel iletkenlik, VK; Varyasyon katsayısı

Şekil 3 ve 4’de ham verilere ait EC_e değerlerinin histogramları ve kümülatif dağılımları görülmektedir. P1- EC_e döneminden sonra uygulanan yağmurlama sulama yöntemi ile suyun araştırma alanına eşit dağılması ve sulama suyu veya taban suyu etkisi ile toprağa giren tuz miktarının artması EC_e değerlerinin ortalamasında ki artış ve varyansda ki azalma, verilerin histogram ve kümülatif dağılımlarını da etkilemiştir.



Şekil 3. Farklı sulama dönemlerine ait EC_e değerlerinin histogram grafikleri



Şekil 4. Araştırma alanında EC_e değerlerinin oransal dağılımları
a) P1- EC_e b) P2- EC_e c) P3- EC_e d) P4- EC_e

Yapılan varyans analizi sonucunda P1-EC_e (3.17 dS m⁻¹), P2-EC_e (3.29 dS m⁻¹), P3-EC_e (3.52 dS m⁻¹), P4-EC_e (3.58 dS m⁻¹) örnekleme dönemleri ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sulama dönemlerine ait EC_e ortalamaları arasındaki farklılık matrisi

	P1-EC _e	P2-EC _e	P3-EC _e
P2-EC _e (dS m ⁻¹)	0.103 ^{ns}		
P3-EC _e (dS m ⁻¹)	0.336*	0.234*	
P4-EC _e (dS m ⁻¹)	0.394*	0.291*	0.057 ^{ns}

* p<0.05, ns; önemsiz, P1-EC_e; 1 Mayıs-Elektriksel iletkenlik, P2-EC_e; 15 Haziran-Elektriksel iletkenlik, P3-EC_e; 1 Ağustos-Elektriksel iletkenlik, P4-EC_e; 15 Eylül-Elektriksel iletkenlik

3.2 Jeoistatistik analiz

Araştırma alanı EC_e verilerine ait variogram model ve parametreleri Çizelge 3’de verilmiştir. Deneysel semivariogramlar, 0° (kuzey-güney), 45° (kuzey doğu-güney batı), 90° (doğu-batı) ve 135° (güney doğu-kuzey batı) dört farklı yönde olmak üzere hesaplanmıştır.

EC_e değerleri her yönde izotropik özellik göstermektedir, yani yöne bağlı olarak toprak özelliklerinde değişim gözlenmemiştir. Bütün toprak özelliklerinde külçe etkisi oluşmuştur (Variogram grafiği orijinden başlaması gerekirken incelenen değişkenin örnekleme noktaları arasındaki ani değişimi orijinde süreksizliğe sebep olmaktadır). En yüksek külçe etkisi P1-EC_e ve en düşük külçe etkisi ise P3-EC_e döneminde belirlenmiştir. Sulama döneminin başlaması ile örnekleme noktaları arasındaki ani değişiminin azaldığı söylenebilir. İncelenen örnekleme dönemlerinin tamamında külçe etkisi oluşmasının diğer nedenleri ise analiz ve örnekleme hataları ile ilişkili olabilir.

Çizelge 3. Elektriksel iletkenlik değerlerine ait model ve parametreler

Toprak Özellikleri	Model ve Parametreler						
	Derinlik	Model	Külçe Etkisi (Co)	Sill (C) (Co+C1)	Co/C+Co (%)	a	r ²
P1-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	Küresel	0.27	0.31	77	14	0.814
P2-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	Küresel	0.10	0.13	67	29	0.838
P3-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	Küresel	0.08	0.13	42	21	0.885
P4-EC _e (dS m ⁻¹)	0-30	Küresel	0.13	0.14	93	32	0.632

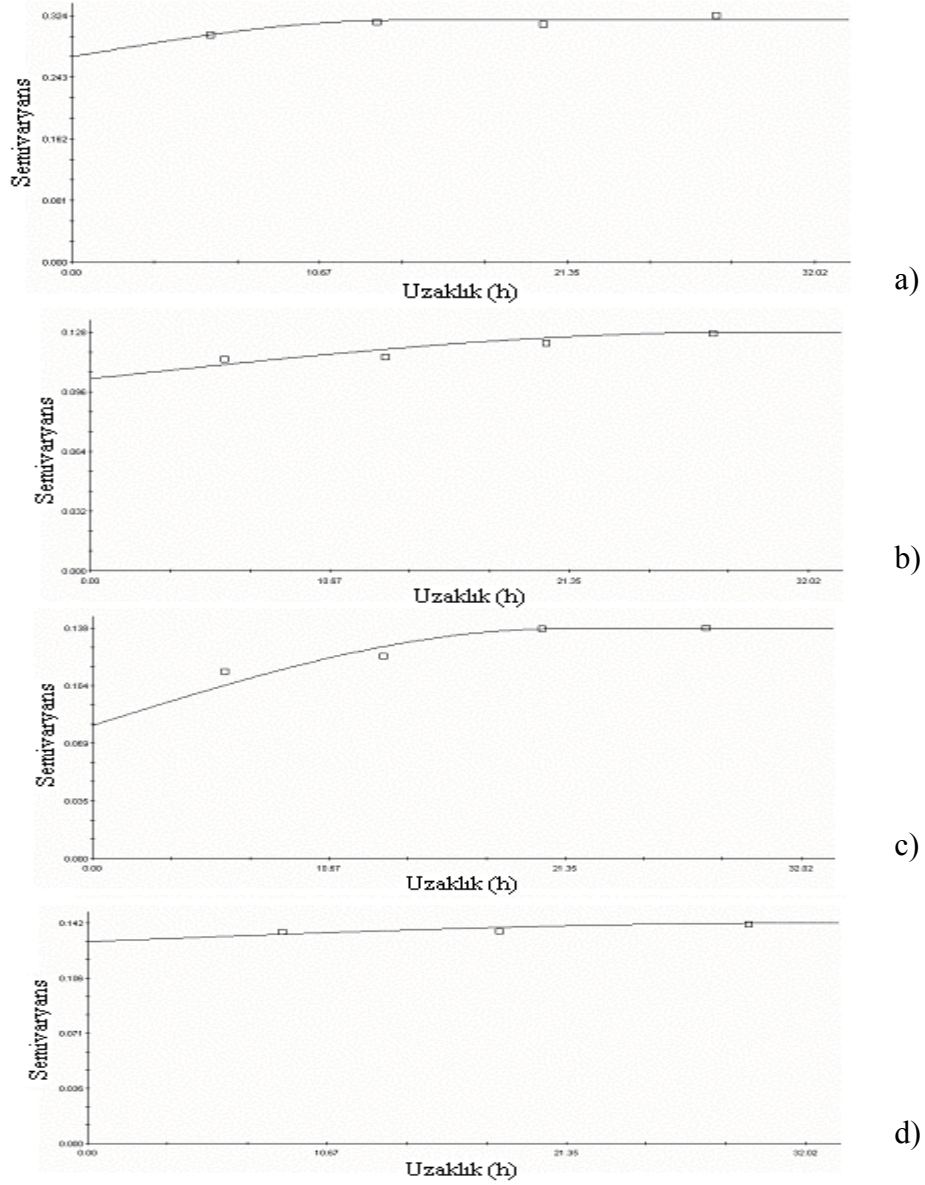
P1-EC_e; 1 Mayıs-Elektriksel iletkenlik, P2-EC_e; 15 Haziran-Elektriksel iletkenlik, P3-EC_e; 1 Ağustos-Elektriksel iletkenlik, P4-EC_e; 15 Eylül-Elektriksel iletkenlik, Co; Külçe etkisi, C= Partial sill, Co+C1; Sill değeri, a; Konumsal uzaklık

Cambardella et. al. 1994 ve daha sonra Bo Sun, et. al. 2003, kısa mesafeler için toprak özelliklerinin konumsal bağımlılıklarını külçe etkisi/sill oranı ile

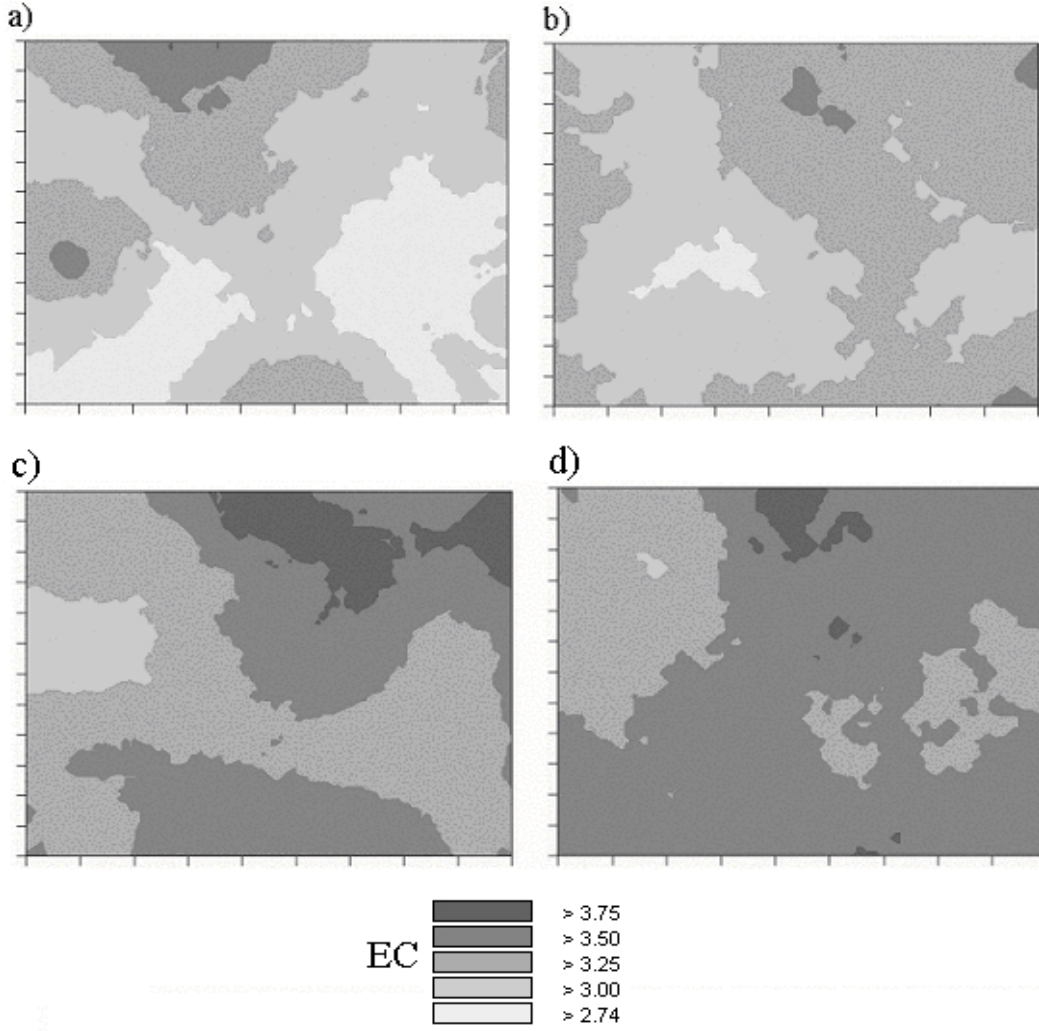
belirlemişlerdir. Eğer külçe etkisi-sill oranı %25'den küçük ise kuvvetli konumsal bağımlılık, %25 ile %75 arasında ise orta ve %75'den büyük ise zayıf konumsal bağımlılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu ilişki doğrultusunda yakın mesafeler için P4-EC_e, P1-EC_e zayıf P2-EC_e ve P3-EC_e dönemleri ise orta derecede konumsal bağımlılık göstermiştir.

EC_e değerleri için elde edilen deneysel variogramlar küresel model ile değerlendirilmiştir ve örnekleme dönemlerine göre farklı uzaklığa bağlı ilişkiler göstermişlerdir (Şekil 5). Maksimum ilişkili uzaklık P1-EC_e döneminde 14 m iken sulama sezonunun sonu olan P4-EC_e döneminde 32 m olarak belirlenmiştir. Cetin ve Kirda, (2003) yürüttükleri bir çalışmada 5 m grid örnekleme ile tuzluluğun drenajlı koşullarda 21.5 m ve drenajsız koşullarda 85 m arasında ilişki gösterdiğini belirlemişlerdir. Agrawal ve ark., (1995) değişen grid aralıkları ile birlikte konumsal bağımlılığın 46-119 m arasında oluştuğunu bildirmişlerdir. Hajrasuliha ve ark., (1980) 80 m grid aralığında 800 m ve Utset ve ark., (1998) 50 m grid aralığında 500 m konumsal bağımlılık belirlemişlerdir. Miyamoto ve ark., (2005) ise 7.5 m aralıklarla yürüttükleri bir çalışmada 35-95 m, 9 m aralıklarla yürüttükleri bir diğer çalışmada ise 100-125 m ilişkili uzaklık elde etmişlerdir. Örnekleme aralıklarındaki değişim mikrotopoğrafya ve toprak tekstüründeki değişimle birlikte semivariogramın ulaştığı maksimum uzaklığı etkilemektedir (Gajem ve ark., 1981). Bu çalışmada da örnekleme aralığı ile ilişkili uzaklık daha önce yapılmış çalışmalarla benzerlik gösterse de, sulama döneminin başlaması ile ilişkili uzaklıklarda önemli miktarda artış olduğu gözlenmektedir.

Farklı örnekleme dönemlere ait EC_e verileri için oluşturulan kriging haritaları, variogram modelleri ve ham veriler kullanılarak, 8736 noktada, grid sisteminde (104 x 84) ve GS⁺ 7 jeostatistik paket programı ile (Gamma Design, 2004) oluşturulmuştur. P1-EC_e dönemine ait kriging haritasının kuzey ve batı bölümlerinde küçük bloklar halinde yüksek tuz yoğunluğu belirlenmiştir. Araştırma alanının bu bölümlerinde yükselti farklılıkları, tekstürel değişim ve farklı infiltrasyon koşulları tuzluluğun dağılımında belirleyici faktörler olabilir (Cetin ve Kirda, 2003; Panagopoulos ve ark., 2005). Farklı dönemlere ait kriging haritaları incelendiğinde, sulama döneminin başlaması ile tuz yoğunluğunun artmaya başladığı ve dağılımında farklılıklar ortaya çıktığı görülmektedir. Özellikle P4-EC_e dönemine gelindiğinde yüzey toprağında daha önce birikmiş, sulama suyu veya taban suyundan kaynaklanan tuzlar, suyun topraktaki dikey ve yatay hareketleri ile yükseltinin azaldığı yöne doğru yani araştırma alanının doğu bölümlerinde yoğunlaşmaya başlamıştır (Şekil 6d).



Şekil 5. Variogram model ve parametreleri
a) P1-EC_e b) P2-EC_e c) P3-EC_e d) P4-EC_e



Şekil 6. Kriging haritaları, a) P1-EC_e b) P2-EC_e c) P3-EC_e d) P4-EC_e

Araştırma alanının kuzeybatı ve doğu yönleri arasındaki yükselti farklılığı Şekil 1'de rahatlıkla görülmektedir. Anapalı ve ark (2001), laboratuvar şartlarında yürüttükleri bir çalışmada tuzların hem yatay hem de dikey yönde yıkıldığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda topoğrafik özellikler, tekstürel değişim, hidrolik

iletkenlik, yağmurlama sulamada hakim rüzgar yönü ve özellikle eğimin fazla olduğu alanlarda oluşabilecek yüzey akışı tuz birikimini etkilemektedir (Miyamoto ve ark., 2005; Panagopoulos ve ark., 2005).

Çizelge 4. Örnekleme dönemlerinde tuzluluğun oransal değişimi

EC	P1		P2		P3		P4	
	Alan (m ²)	%	Alan (m ²)	%	Alan (m ²)	%	Alan (m ²)	%
>3.75	0.00	0	0.00	0	170.1	8.5	57.1	2.8
>3.50	95.7	4.8	25.2	1.3	760.1	38.0	1399.3	70.0
>3.25	497.7	24.9	1043.2	52.1	948.2	47.4	539.6	27.0
>3.00	892.3	44.6	891.7	44.6	121.6	6.1	4.00	0.2
>2.74	514.3	25.7	39.9	2.00	0.00	0	0.00	0
Toplam	2000.00	100.0	2000.00	100.0	2000.00	100.0	2000.00	100.0

EC; Elektriksel iletkenlik, P1, P2, P3, P4;Örnekleme periyodları (1 Mayıs, 15 Haziran, 1 Ağustos, 15 Eylül)

Tuzluluğun farklı örnekleme dönemlerinde oransal değişimi Çizelge 4’de verilmiştir. P1-EC_e döneminde <2.74 EC_e değerleri %25.7 alan kaplarken P2-EC_e döneminde %23.2 oranında azalarak %2 olmuştur. P3-EC_e ve P4-EC_e döneminde <2.74 EC_e belirlenmemiştir. EC_e değerleri 2.74-3.00 aralığında P1-EC_e döneminde %46.6 oranında alan kaplarken P3-EC_e döneminde %38.5 azalarak %6.1, P4-EC_e döneminde ise %46.4 azalarak %0.2 olarak belirlenmiştir. P1-EC_e döneminde 3.00-3.25 aralığındaki EC_e değerleri %24.9’iken, P2-EC_e döneminde %27.2, P3-EC_e döneminde %22.5 ve P4-EC_e döneminde ise %2.1 oranında artmıştır. EC_e değerleri 3.25-3.50 aralığında P1-EC_e döneminde %4.8 oranında, P2-EC_e döneminde ise %1.3’e gerileyerek %3 oranında azalmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarındaki sıcaklık artışlarının da etkisi ile 3.25-3.50 aralığındaki EC_e değerleri, P3-EC_e döneminde %33 oranında ve P4-EC_e dönemine gelindiğinde ise %65 oranında artmıştır. Araştırma alanında P1-EC_e ve P2-EC_e döneminde 3.50’den daha büyük EC_e değerleri gözlenmemiştir. P3-EC_e döneminde 3.75’den daha büyük EC_e değerleri %8.5 alan kaplarken P4-EC_e döneminde % 2.8’e gerilemiştir. Sulama sezonu boyunca EC_e değerlerinde ki oransal artışın düşük kaliteli sulama suyunun yanı sıra aylık sıcaklık ve yağış ortalamalarının değişimi ile de ilişkili olabileceği Şekil 2’ den anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ

Kurak ve yarı kurak bölgelerde en önemli sorunlardan birisi kaliteli sulama suyu yetersizliğidir. Bu bölgelerde düşük kaliteli sulama suyu kullanımı, sıcaklığın yüksek ve yağışın düşük olduğu yaz aylarında ise kapilarite ile toprak profilinin

derin katmanlarında biriken veya taban suyu kaynaklı tuzların yüzeye çıkması toprakların tuzlulaşmasına neden olabilecektir. Özellikle bitki gelişiminin fazla olduğu yaz aylarında bitki kök bölgesinde tuz yoğunluğunun artması üretimi ve ürün kalitesini azaltabilecektir. Bu gibi alanlarda jeoistatistik teknikler ve variogram model ve parametreleri ile üretilmiş kriging haritaları yardımı ile bitki kök bölgesinde tuz birikimi takip edilerek gerek bölgesel ve gerekse bütün alanda kimyasal veya fiziksel önlemler alınabilecektir.

KAYNAKLAR

- Agrawal, O.P., Rao, K.V.G.K., Chauhan, H.S., Khandelwal, M.K., 1995. Geostatistical analysis of soil salinity improvement with subsurface drainage system. *Trans. ASAE* 38: 1427-1433.
- Anapalı, Ö., Şain, Ü., Öztaş, T., Hanay, A., 2001. Defining effective salt leaching regions between drains. *Türk J. Agric.For.* 25, 51-56.
- Betrao, J., Ben-Asher, J., 1997. The effect of salinity on crop yield using CERES- Maize model. *Irrigation Drainage Syst.* 11, 15-28.
- Bo, S., Shenglu, Z., Qiguo, Z., 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. *Geoderma*, 115: 85-99.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. *Agron. J. No: 43: 434-438.*
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil. Sc. Am: J.* 58: 1501-1511.
- Cetin, M., Kirda, C., 2003. Spatial and temporal changes of soil salinity in a cotton field irrigated with low-quality water. *Journal of Hydrology*, 272, 238-249.
- Clerc, W.P., Meirvenne, M.V., 2005. Effect of long term irrigation application on the variation of soil electrical conductivity in vineyards. *Geoderma*, 128, 221-233.
- Cuenca, R.H., Amegge, K.Y., 1987. Analysis of evapotranspiration as a regionalized variable. In: Hillel, D., (Ed.), *Advances in Irrigation*, vol, 4, Academic Pres, New York, p. 182-220.
- Gamma Design Software, 2004. *GS⁺ 7 Geostatistical Software for the Environmental Science.*
- Gajem, Y.M., Warrick, A.W., Myers, D.E., 1981. Spadial dependence of physical properties of a Typic torrifluent soil. *Soil Scie. Soc. Am. J.* 46, 709-715.

- Hajrasuliha, S., Baniabbassi, N., Metthey, J., Nielsen, D.R., 1980. Spatial variability of soil sampling for salinity studies in southwest Iran. *Irrig. Sci.* 1, 197-208.
- Journal, A.G., Huijbregts, C.S., 1978. *Mining Geostatistics*. Academic Press, New York, p.600.
- Letey, J., Dinar, A., Knapp, C.K., 1985. Crop water production function model for saline irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 1005-1009.
- Miyamoto, S., Cruz, I., 1987. Spatial variability of soil salinity in irrigated Torrifluvents. *Soil Sci. Soc. AM. J.* 51, 1019-1025.
- Miyamoto, S., Chacon, A., Hossain, M., Martinez, I., 2005. Soil salinity of turf areas irrigated with saline water I. Spatial variability. *Landscape and Urban Planning*, 71, 233-241.
- Panagopoulos, T., Jesus, J., Antunes, M.D.C., Beltrao, J., 2005. Analysis of spatial interpolation for optimising management of a salinezed field cultivated with lettuce. *Europ. J. Agronomy*.(In Pres).
- Pannatier, Y., 1996. *VARIOWIN: Software for Spatial Data Analysis in 2D*. Springer, New York, p.91.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils: Agricultural Handbook*, vol. 60. U.S. Government Printing Office, Washington.
- Samra, J.S., Singh, V.P., Sharma, K.N.S., 1988. Analysis of spatial variability in sodic soils. 2. Point and block -kriging. *J. Soil Sci.* 145: 250-256.
- Trangmar, B.B., Yost, R.S., Uehara, G., 1985. Application of geostatistic to spatial studies of soil properties. *Adv. Agron.* 38: 45-94.
- Utset, A., Ruiz, M.E., Herrera, J., de Leon, D.P., 1998. A geostatistical method for soil salinity sample site spacing. *Geoderma*, 86, 143-151.
- Vauclin, M., Vieira, S.R., Vachaud, G., Nielsen, D.R., 1983. The Use of cokriging with limited field soil observations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 175-184.
- Vieira, S.R., Hatfield, J.L., Nielsen, D.R., Biggar, J.W., 1983. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia* 51: 1-75.