

Aydın-Bozdoğan-Alamut Teraslama Alanında İleri Eğimli Basamak Seki Terasların Toprak Korunumu Yönünden Etkinliğinin Belirlenmesi*

Alaettin TAYSUN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 35100-Bornova, İzmir -TÜRKİYE

Halil Baki ÜNAL, Altan ŞAHİN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 35100-Bornova, İzmir -TÜRKİYE

Hasan Zafer VURGUN

Köy Hizmetleri Aydın İl Müdürlüğü, Aydın -TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 26.01.2000

Özet : Bu çalışma, Aydın-Bozdoğan-Alamut Teras Projesi alanındaki ileri eğimli basamak seki terasların toprak korunumu yönünden etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, proje alanında örnek olarak seçilen terasların şekil özellikleri ile bu teraslara ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş ve Genel Toprak Kayıp Eşitliği yardımıyla toprak kayıplarının hesaplanabileceği K ve LS faktörleri saptanmıştır. Yapılan değerlendirmede, saptanan K ve LS faktörleri özellikle çiftçiler tarafından şekil özelliklerine müdahale edilen örnek teraslarda yüksek çıkmış, bu durum ise söz konusu teraslarda olası toprak erozyonunun artacağını göstermiştir. Çalışmada aynı zamanda, belirlenen bu toprak özelliklerinin birbirleriyle ve bu özelliklerin K değerleriyle olan istatistiksel ilişkileri saptanmıştır. Bu ilişkilerden önemli bulunanlar, etkin bir toprak korunumu için teras aralıklarının projelendirilmesinde kriter olarak verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: erozyon, seki teras, toprak koruma

Determining the Efficiency of Forward-Sloped Bench Terraces on Soil Conservation: The Case of the Aydın-Bozdoğan-Alamut Terracing Area

Abstract : The study was carried out to determine the efficiency of forward-sloped bench terraces on soil conservation in the Aydın-Bozdoğan-Alamut terracing area. For this purpose, the shape specifications, and physical and chemical properties of the soil that belong to the sample terraces in the project area were determined and the factors of K and LS that are needed for calculating soil losses were found through the Universal Soil Losses Equation. According to the evaluation, especially the determined factors of K and LS were higher for the sample terraces interfered with by farmers and this result shows that the probable soil erosion will increase in these terraces. The statistical relationships among the soil properties as well as the relationships between the soil properties and the factor K were determined. The relationships which were found to be significant pointed out the criteria for effective soil conservation in terracing projects.

Key Words: erosion, bench terrace, soil conservation

Giriş

Bitki-toprak-su arasındaki dengenin çeşitli nedenlerle bozulması sonucu toprakların su ve rüzgar gibi iklimsel etmenlerle aşınıp taşınmaları olarak tanımlanan erozyon olayı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli tarımsal sorunların başında gelir.

Tarımda kullanılan alanların en son düzeye ulaşması, buna karşılık üretimin arzulanan düzeye ulaşmaması, bir tarım ülkesi olan ülkemizde gerekli toprak ve su koruma önlemlerinin yeterince alınamadığı gerçeğini ortaya koymaktadır. Nitekim, Türkiye'de genel alanının

%89,77'si su erozyonunun etkisi altında bulunmaktadır. Ege Bölgesi topraklarında da en önemli sorun su erozyonudur. Bölgede hafif, orta ve çok şiddetli su erozyonu etkisi altındaki alanın genel il alanlarına göre oranı; Aydın'da %84,13, Balıkesir'de %91,91, Denizli'de %90,94, İzmir'de ise %84,99'dur (1).

Suyun meydana getirdiği az yada orta derecede erozyon tehlikesinin bulunduğu durumlarda, genelde tarla tarımında alınacak kültürel önlemler yeterli olmaktadır. Ancak şiddetli derecede su erozyonu söz konusu olduğunda, tarla bitkileri yetiştirilmesi ile ilgili bu

* Bu çalışma Ege Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (92/ZRF/014).

önlemler yetersiz kalmaktadır. Yüzeysel akışının oluşturduğu zararları önlemek için ilave kültürel teknik önlemlere gereksinim duyulur. Bunların başlıcaları; teraslar, taş eşikler, setler, hendekler, kuşak yollar ve mol drenajı gibi yapılarıdır (2). Özellikle eğimli arazilerde, eğim uzunluğunu azaltan ve yüzeysel akışları erozyona yol açmadan kanallarında tutan veya korunmuş tahliye ayaklarına boşaltan, uygun aralıklarla inşaa edilmiş seddeler, kanallar yada sedde ve kanalların bir kombinasyonu olarak tanımlanan teraslar, en etkin fiziksel toprak koruma yöntemlerinin başında yer alır (3, 4). Hazırlanan Toprak Koruma Ana Planı'nda da, Türkiye genelinde 10,7x10⁶ ha'lık bir alanda teraslama yapılması öngörülmektedir (5).

Teraslar; düzenlenme şekli, enkesit, eğim ve tahliye sistemlerine (3), işlevleri ve inşaat şekillerine (6) göre farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır. Taysun (7) ise terasları, 1) Tarla Terasları, 2) Seki Teraslar olmak üzere iki grupta toplayarak, ileri eğimli basamak seki terasları Seki Teraslar grubu altında vermiştir.

İleri eğimli basamak seki teraslarda şekil özellikleri; teras aralıkları (yatay ve düşey aralık), teras eğimleri (enine ve boyuna eğim), teras uzunluğu, teras enkesiti (sedde yüksekliği, kazı ve dolgu şevleri) olarak tanımlanmıştır (8, 9, 10).

Ülkemiz eğimli tarım alanlarında, 1980'li yıllardan sonra gerek sulu ve gerekse kuru tarım koşullarında İleri Eğimli Basamak Seki Teraslar yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Yeni bir uygulama olan bu tip teraslarda erozyon kontrolünün etkin bir şekilde sağlanabilmesi için teras şekil özelliklerinin, iklim, toprak ve tarım koşulları dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir. Ancak, özellikle Ege Bölgesi'nde uygulanmakta olan bu tip seki teras projelerinde, teras aralıklarının projelendirilirken daha çok maliyet faktörü dikkate alınmakta, değişik toprak koşullarında oluşturulan teras aralıklarında meydana gelebilecek toprak kayıpları üzerinde durulmamaktadır. Bu nedenle, bu tip teras uygulamalarında, oluşacak toprak kayıplarını da dikkate alarak, erozyon kontrolündeki etkinliklerinin artırılması yönünde önlemlerin alınması gerekmektedir. (11).

Birçok ülkede teras yapımı, hidrolojisi, teras-verim ilişkileri konularında sayısız çalışmalar vardır. Fakat, ülkemizde bu tip çalışmalar yeterince ele alınmamıştır. Bir teras sisteminin tesisinde veya yapılmış olan bir tesisin etkinliğinin saptanmasında gerekli olan verileri tespit

etmek ve bu yönde önerilerde bulunabilmek için araştırmalara gereksinim duyulmaktadır (4).

Ülkemiz Orta Anadolu Bölgesi iklim, toprak ve topografik koşullarında yürütülen araştırmalarda; aralıklı basamak seki teraslarda en uygun dikey ve yatay aralıklar saptanmış (12), aynı bölgede yüksek eğimli arazilerde ağaç yetiştiriciliği için en uygun fiziksel önlemin hendek terasların olduğu belirlenmiş ve bu tip teraslar için uygun dikey aralık eşitliği önerilmiştir (13). Ancak Ege Bölgesi koşullarında, özellikle seki teras uygulamaları ile ilgili bu tip çalışmalar yapılmamıştır.

Terasların etkinliğinin araştırılması ve artırılması üzerine yapılan çalışmalarda, USLE olarak bilinen Genel Toprak Kayıp Eşitliği'nden yararlanılmaktadır (4, 14, 15). USLE eşitliği, son yapılan değerlendirmelerle bazı değişikliklere uğrayarak RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) olarak yeniden düzenlenmiştir (16).

Genel Toprak Kayıp Eşitliği'ndeki K (Toprak Aşınabilirlik) faktörü üzerinde, toprakların bünyesi, yapısı, organik madde miktarı ve nem gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkili olduğu ifade edilmiş ve bu faktöre göre toprakların aşınabilirlik dereceleri ; çok az aşınabilir (0,00<K<0,05), az aşınabilir (0,05<K<0,10), orta derecede aşınabilir (0,10<K<0,20), kuvvetli derecede aşınabilir (0,20<K<0,60) ile çok kuvvetli derecede aşınabilir (0,40<K<0,60) olmak üzere beş grup altında değerlendirilmiştir (6, 14).

Bu çalışmada, Aydın-Bozdoğan-Alamut Teras Projesi alanında ileri eğimli basamak seki terasların toprak korunumu yönünden etkinliği, arazi koşullarında saptanan K ve LS faktörleri yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların ışığında, bu tip teraslar için yöre koşullarında uygulanabilecek bazı projelendirme kriterleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma, Aydın'ın Bozdoğan ilçesi Alamut ve Osmaniye köyünün 3700 da'lık arazisinde, Köy Hizmetleri Aydın İl Müdürlüğü tarafından 1986-1988 yılları arasında uygulanmış olan "Aydın-Bozdoğan-Alamut Teras Projesi" alanında, örnek olarak seçilen ileri eğimli basamak seki teraslar üzerinde yürütülmüştür. Bu proje, kuru tarım koşullarına göre projelendirilmiş olup, proje alanındaki örnek teraslar akıntılı olarak yapılmış ve boyuna eğim tek yönde homojen olarak verilmiştir. Teras

üst genişliğindeki eğim ise seddeye doğru ileri yöndedir. Örnek olarak seçilen ileri eğimli basamak seki terasların enkesiti Şekil 1'de verilmiştir.

Teras proje alanı toprakları, kolüviyal topraklar ile kahverengi orman toprakları olup, orta şiddetli erozyona maruz, derin (>90 cm), orta bünyeli, %3-%15 eğimli kuru tarım arazilerinden oluşmaktadır. Ancak, düşük eğimli arazilerde teraslama sonrası sulu tarım yapılmaktadır. Proje alanı, Batıdan Doğuya bir çok dereciklerle kesilmiş olduğundan dalgalı bir topografyaya sahiptir. Bu alan içerisinde III., IV. ve V. sınıftan araziler yer almaktadır.

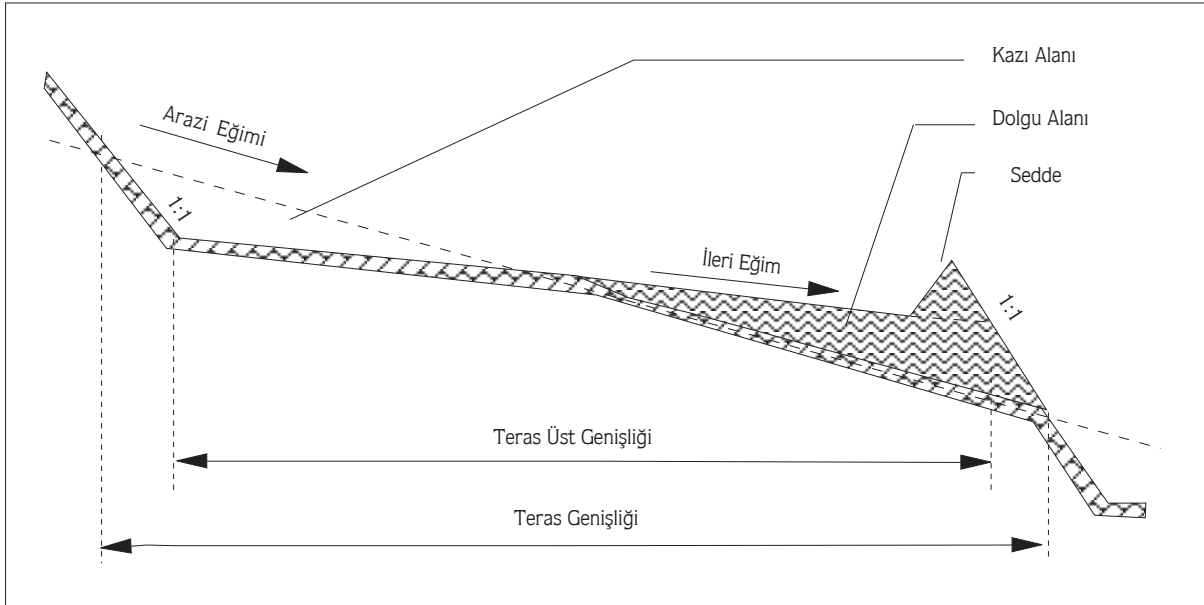
Araştırma alanının yer aldığı Ege Bölgesinde genel olarak Akdeniz ikliminin karasal karakteri hakimdir. Yağışlar en çok kış aylarında meydana gelmekte, yaz aylarında ise kuraklık hüküm sürmektedir.

Metot

Araştırmanın yürütüldüğü teras projesinde parsel sayısının çok oluşu, buna karşın olanakların sınırlı olması nedeniyle, Gayeli Örneklem Yöntemiyle (17), proje alanındaki toprak özelliklerini temsil edebilecek şekilde teraslı parsellerden toplam 7 adet seçilmiştir. Yine aynı örneklem yöntemiyle, örnek parsellerin her birinden birer tane olmak üzere toplam 7 adet örnek ileri eğimli basamak seki teras seçilmiştir. Örnek teraslar, teras

boyutlarıyla ilgisi nedeniyle, her bir parselin orta kesiminde bulunan kademeler dikkate alınarak, parsel ortalama eğimini temsil edebilecek şekilde belirlenmiştir.

Örnek olarak seçilen terasların teras üst genişliği (TÜG)'ne ait yatay uzunluk ölçmeleri, Aydın (18) tarafından verilen esaslara göre yapılmıştır. Örnek teraslarda teras üstü eğimi (TÜE = ileri eğim) değerleri ise, bileşik kaplar esasına dayalı olarak çalışan bir düzenek yardımıyla belirlenmiştir (19, 20). Arazide belirlenen bu özelliklerin projedeki değerleri ile karşılaştırılarak çiftçi müdahalesi olup olmadığı saptanmış ve teraslarda uygulanan tarımsal işlemler etüt edilmiştir. Örnek teraslarda, teras yüzeyindeki taş örtüsü; kuadrat yöntemiyle arazide belirlenmiştir (19). Örnek teraslara ait toprakların iskelet yapısı; 2 mm'lik elek üstü materyal yıkanarak ağırlık oranında hesaplanmıştır (19). Bünye özelliği; hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (21). Tane iriliği dağılımı; Atterberg silindirleri ile saptanmıştır (22, 23). Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri; basınçlı membran cihazıyla bulunmuştur (21). Permeabilite (6.saatte ölçülen) değerleri; sabit seviyeli permeabilite setindeki silindirlerle alınan bozulmamış toprak örneklerinde belirlenmiştir (21). Organik madde miktarı yaş yakma ve strüktür özelliği ise ıslak eleme yöntemiyle belirlenmiştir (24).



Şekil 1. İleri eğimli basamak seki terasların enkesiti

Toprak Aşınabilirlik (K) faktörü değerleri, örnek teras topraklarının 2-0,1 mm ve 0,1-0,002 mm çaplı tane iriliği dağılımları, toprak strüktürü, organik madde ve permeabilite değerlerinden faydalanarak Wischmeier and Smith (25) tarafından geliştirilen nomogram yardımıyla hesaplanmıştır. RUSLE eşitliğinde yer alan Eğim Uzunluğu (L), Eğim Dikliği (S) faktörleri ise, taş örtü değerleri dikkate alınarak Scwettmann at al. (26) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Örnek Teraslarda Belirlenen Teras Şekil Özellikleri ve Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırmada örnek olarak seçilen teraslarda arazi ölçüm ve etüt çalışmalarına ait sonuçlar Tablo 1'de, bu teraslardan alınan toprak örnekleri üzerinde laboratuvarda yapılan analizlerin sonuçları ise Tablo 2'de toplu olarak verilmiştir.

Örnek terasların arazide belirlenen TÜG değerleri 15,10-54,00 m arasında değişmektedir. Ancak, 5 ve 6 nolu örnek teraslarda ölçülen TÜG değerlerinin, çiftçinin iki teras kademesini birleştirmesi sonucunda, proje değerine göre iki katına çıkarılmış olduğu belirlenmiştir. Çiftçinin bu müdahalesi sonucunda terasların TÜE'nin uzunluğu (ileri eğim uzunluğu) da arttırılmıştır. Örnek terasların TÜE değerleri %0,8-%7,5 arasında değişmektedir. Teras yüzeylerinde belirlenen taş örtü oranları ise %1-%12 arasında belirlenmiştir. Etüt edilen tarımsal işlemlerden, kuru seki olarak projelenmiş olmasına karşın bu teraslarda sulu tarımın (mısır ve pamuk tarımının) da yapıldığı saptanmıştır (Tablo 1).

Örnek teraslarda toprak strüktürünün, ince granüler ile kaba granüler yapıda olduğu belirlenmiştir. Alınan toprak örneklerinde ise iskelet yapısı %4,14-12,21; kum değerleri %26-%73,61; mil değerleri %18,52-%28,61; kil değerleri ise %7,87-%44,96 arasında bulunmuştur. Bu değerler yardımıyla bünye analiz üçgeninden, 2, 4, 5 ve 7 nolu örneklerin bünyesi milli-tın (SiL); 1 ve 6 nolu örneklerin milli-killi-tın (SiCL); 3 nolu örneğin ise kil (C) bünyede olduğu saptanmıştır. Örnek terasların topraklarında tane iriliği değerleri incelendiğinde; 2-0,1 mm çaplı taneler %22,98-%67,72; 0,1-0,02 mm çaplı tanelerin ise %26,44-%61,17 arasında olduğu görülmektedir. Tarla kapasitesi değerleri, bünye değerlerine paralel olarak en fazla kil içeriğine sahip örnekte (3 nolu) en düşük (%11,43) olarak bulunmuştur. Permeabilite değerleri ise 4,01 cm/h-13,30 cm/h arasında değişmektedir. Bu örneklerde organik madde genel olarak düşük olup %1,04-%1,90 arasında değişmektedir (Tablo 2).

Örnek Teraslarda Hesaplanan K ve LS Faktörleri Değerleri

Örnek teraslar için hesaplanan K ve LS faktörlerine ait değerler Tablo 3'de verilmiştir. Örnek teraslarda K değerleri; taş örtüsüz durumda 0,16-0,37, taş örtülü durumda ise 0,15-0,34 arasında değişmektedir. Taş örtüsüz durumdaki K değerleri incelendiğinde, teras topraklarının aşınabilirlik derecelerinin, 5 nolu örnek terasın "orta derecede aşınabilir", diğer örneklerin ise "kuvvetli derecede aşınabilir" sınırları içinde olduğu anlaşılmaktadır. Taş örtülü durumdaki K değerleri dikkate alındığında, 5 ve 6 nolu örnek teras toprakları "orta derecede aşınabilir", diğer örnek terasların toprakları ise

Tablo 1. Örnek teraslarda arazi ölçüm ve etüt sonuçları

Örn. Ter. No	Teras Üst Genişliği (m)	Teras Üstü Eğimi (%)	Taş Örtüsü (%)	Teras Aralıklarının Projeye Uygunluğu ve Tarımsal İşlemler
1	26,60	4,8	12	Projeye Uygun / Anızlı, Sürülmemiş
2	32,40	1,1	7	Projeye Uygun / Mısır Ekili, Yeni Sulanmış
3	15,10	7,5	4	Projeye Uygun / Anızlı, Sürülmüş
4	31,30	1,8	5	Projeye Uygun / Mısır Ekili, Yeni Sulanmış
5	54,00	0,8	1	Projeye Uygun Değil* / Pamuk Ekili
6	43,50	1,5	4	Projeye Uygun Değil* / Tütün Ekili
7	17,30	4,3	4	Projeye Uygun / Anızlı, Sürülmemiş

*)Teras aralıkları, çiftçi tarafından teras kademeleri birleştirilerek proje değerinin iki katına çıkartılmıştır.

Tablo 2. Örnek teraslardan alınan toprak örneklerinde laboratuvar ve analiz sonuçları

Örn Ter No	Strüktür	İskelet (%)	Toprak Fraksiyonları				Tane İriliği		Tar. Kap. (%)	Sol.Nok. (%)	Permeabilite (cm/saat)	Organik Madde
			Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye	2-0.1 mm (%)	0.1-0.002 mm (%)				
1	İri Granüler	7,94	56,77	22,93	20,30	SiCL(SiL)	46,87	45,68	18,70	10,16	13,30	1,64
2	İri Granüler	7,26	65,27	20,70	14,03	SiL	43,61	48,73	14,92	8,11	9,13	1,46
3	İri Granüler	4,14	26,43	28,61	44,96	C	22,98	61,17	26,78	14,56	8,06	1,46
4	İri Granüler	6,88	59,13	24,79	16,03	SiL	47,22	45,21	17,26	9,38	7,86	1,90
5	İnce Granüler	8,55	67,54	24,59	7,87	SiL	67,72	26,44	13,97	7,05	8,87	1,04
6	İnce Granüler	3,90	51,28	26,39	22,33	SiCL	62,48	32,04	19,61	10,66	4,01	1,64
7	İri Granüler	12,21	73,61	18,52	7,87	SiL	46,40	44,33	11,42	6,21	6,51	1,52

"kuvvetli derecede aşınabilir" sınıfında yer almaktadır (Tablo 3) (14). Bu K değerleri, teraslanan araziye ait toprakların erozyona oldukça duyarlı olduğunu, bu arazilerde terasların çok dikkatli bir şekilde izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Örnek teraslarda hesaplanan LS faktörü değerleri ise 0,18 - 0,65 arasında değişmektedir. 5 ve 6 nolu teraslarda hesaplanan LS değerleri sırasıyla; projede öngörülen (müdahalesiz) durumdaki teras aralıkları için 0,10 ve 0,14 iken, mevcut (müdahaleli) durumdaki teras aralıkları için ise 0,14 ve 0,18 olmuştur. Yani, çiftçiler tarafından teras aralıklarına yapılan müdahale LS faktörü değerlerini arttırmıştır (Tablo 3).

Genel Toprak Kayıp Eşitliğinde LS faktörü değerinin artması toprak kayıplarının da artmasını ifade ettiği için, söz konusu örnek teraslarda su erozyonu ile oluşacak toprak kayıplarının da arttığı anlaşılmaktadır.

Örnek Teraslarda Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri ile K Faktörü Değerleri Arasında Elde Edilen İstatistiksel İlişkiler

Araştırma alanında örnek teraslardan alınan toprak örneklerinin analizlenen toprağın fiziksel özellikleri arasında, elde edilen verilerin sınır aralıklarına bağlı olarak yapılan istatistiksel değerlendirmelerde önemli bulunan ($\alpha = 0,05$ ve $\alpha = 0,01$ düzeyinde) doğrusal ve eğrisel ilişkilere ait değişkenler, denklemler, korelasyon katsayıları ve önem düzeyleri Tablo 4'de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerden elde edilen sonuçlara göre iskelet ile kum arasında doğrusal pozitif ($r=0,802^*$) ilişki saptanmıştır. Teraslanan arazideki topraklarda iskelet değerlerinin artmasına paralel olarak kum değerleri de artmaktadır. Bunun nedeni, hatalı kullanım ve erozyon sonucunda kaybolan ince fraksiyonun yerine kaba fraksiyonların artmasıdır. Taysun ve ark. (19) yaptıkları çalışmada, tarım alanlarında da benzer sonuçlar

Tablo 3. Örnek teraslarda hesaplanan K ve LS faktörü değerleri

Örnek Teras No	K Faktörü		LS Faktörü	
	Taş Örtüsüz	Taş Örtülü	Müdahalesiz	Müdahaleli
1	0,29	0,22	0,48	-
2	0,31	0,26	0,14	-
3	0,37	0,34	0,65	-
4	0,24	0,22	0,18	-
5	0,16	0,15	0,10	0,14
6	0,22	0,19	0,14	0,18
7	0,23	0,21	0,34	-

elde etmişlerdir. Yine iskelet ile; mil ($r = 0,981^{**}$), tarla kapasitesi ($r = 0,975^{**}$) ve solma noktası ($r = 0,974^{**}$) arasında önemli eğrisel ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkilere ait eğriler çizildiğinde, iskelet miktarındaki artışa paralel olarak mil, tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri önce çok fazla azalmakta ve daha sonra bu azalma miktarının düşmekte olduğu görülmektedir.

Kum ile; mil, kil, tarla kapasitesi ve solma noktası arasında önemli ilişkiler saptanmıştır. Kum ile; kil ($r = 0,989^{**}$) ve tarla kapasitesi ($r = -0,992^{**}$) arasında doğrusal ve negatif yönde gelişen önemli ilişkiler vardır. Yine kum ile mil arasında eğrisel ($r = 0,946^{**}$), kum ile solma noktası arasında doğrusal ($r = 0,988^{**}$) ve pozitif yönde önemli ilişkiler elde edilmiştir (Tablo 4). Bu sonuçlara göre, terasların bulunduğu araziye ait topraklarda kum arttıkça mil, kil, tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri azalmaktadır.

Mil ile tarla kapasitesi arasında eğrisel pozitif ($r = 0,890^{**}$), mil ile solma noktası arasında doğrusal pozitif ($r = 0,818^*$) yönde önemli ilişkiler elde edilmiştir. Yine kil ile tarla kapasitesi ($r = 0,986^{**}$) ve kil ile solma noktası arasında ($r = 0,994^{**}$) pozitif yönde eğrisel önemli ilişkiler elde edilmiştir. Aynı zamanda kil ile K değerleri arasında eğrisel ve pozitif yönde ($r = 0,911^{**}$)

önemli ilişki elde edilmiştir (Tablo 4). Bu durumun, araştırma yeri topraklarının organik maddece fakir olmasından kaynaklandığı ve su akışının erozyona daha kolay yol açması sonucunda ortaya çıktığı düşünülebilir. Ayrıca, tarla kapasitesi ile solma noktası arasında pozitif yönde ($r = 0,998^{**}$) önemli doğrusal bir ilişki elde edilmiştir (Tablo 4).

Bu açıklamaların ışığı altında, K değerleri üzerine en fazla kilin etkili olduğu, toprağın fiziksel özellikleri arasında doğrusal ve eğrisel ilişkilerin geliştiği ve bir çok özellik arasındaki ilişkinin eğrisel olarak daha iyi açıklanabildiği ortaya çıkmıştır.

Teraslanan arazilerde toprak analizlerinde kolay analizlenebilir fiziksel özellikler ile K faktörü değerleri arasında elde edilen çoklu ilişkilere ait değişkenler, denklemler ve korelasyon katsayıları Tablo 5'de verilmiştir.

Elde edilen 1 nolu denklemde kum, kil ve solma noktası; K faktörü değerlerinin %91,2'si ile ilgilidir. 2 nolu denklemde ise, yalnızca kum ve kilin, K faktörü değeri ile olan değişimlerinin %88,5'i ile ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu iki denklemdeki bağımsız değişkenlerin yöre topraklarını temsil eden değerleri kullanılmak suretiyle, bu toprakların K faktörü değerleri

Tablo 4. Örnek teraslarda toprağın bazı fiziksel özellikleri arasındaki doğrusal ve eğrisel ilişki denklemleri, korelasyon katsayıları ve önem düzeyleri

Değişkenler		Doğrusal ve Eğrisel İlişki Denklemleri	Korelasyon Katsayısı (r)
X	Y		
İskelet	Kum	$Y = 25,297 + 4,382X$	0,802* ⁽¹⁾
İskelet	Mil	$Y = X/(-0,112 + 0,060X)$	0,981** ⁽²⁾
İskelet	Tarla Kap.	$Y = X/(-0,289 + 0,105X)$	0,975** ⁽²⁾
İskelet	Solma Nok.	$Y = X/(-0,535 + 0,196X)$	0,974** ⁽²⁾
Kum	Mil	$Y = X/(-0,834 + 0,059X)$	0,946** ⁽²⁾
Kum	Kil	$Y = 65,616 - 0,815X$	-0,989** ⁽¹⁾
Kum	Tarla Kap.	$Y = 35,788 - 0,320X$	-0,992** ⁽¹⁾
Kum	Solma Nok.	$Y = 19,604 + 0,178X$	0,988** ⁽¹⁾
Mil	Tarla Kap.	$Y = 54,663 - 4,542X - 0,123 X^2$	0,890** ⁽²⁾
Mil	Solma Nok.	$Y = -6,389 + 0,666X$	0,818* ⁽¹⁾
Kil	Tarla Kap.	$Y = 8,047 - 0,610X - 0,004 X^2$	0,986** ⁽²⁾
Kil	Solma Nok.	$Y = 3,860 - 0,371X - 0,003 X^2$	0,994** ⁽²⁾
Kil	K	$Y = X/(27,535 + 2,24X)$	0,911** ⁽²⁾
Tarla Kap.	Solma Nok.	$Y = -0,308 + 0,557X$	0,998** ⁽¹⁾

*) $\alpha=0,05$ düzeyinde önemli, **) $\alpha=0,01$ düzeyinde önemli; ⁽¹⁾Doğrusal ilişki, ⁽²⁾Eğrisel ilişki.

Tablo 5. Örnek teraslarda toprağın bazı fiziksel özellikleri ile K faktörü değerleri arasındaki çoklu ilişki denklemleri

Değişkenler	Denk. No	Çoklu İlişki Denklemleri	Korel. Kats. (r)
K S (%Kum) C (%Kil)	1	$K = -1,705 + 0,022 S + 0,024 C + 0,027 SN$	0,955**
SN (Sol. Nok., %)	2	$K = -1,231 + 0,018 S^* + 0,025 C^*$	0,941**

*) $\alpha=0.05$ düzeyinde önemli, **) $\alpha=0.01$ düzeyinde önemli

hesaplanabilecektir. Böylece hesaplanacak K faktörü değerleri, yörede inşa edilecek teraslar için etkin toprak korunumu sağlayan teras aralıklarının oluşturulmasında bir kriter olarak kullanılabilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma Ege Bölgesi Aydın İli dahilinde mevcut ileri eğimli basamak seki terasların toprak korunumu yönünden etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, örnek olarak seçilen Aydın-Bozdoğan-Alamut teras projesi alanındaki 7 örnek teras üzerinde yapılan ölçüm ve etüt çalışmaları ile bu teraslardan alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar ve analiz çalışmaları, bu çalışmalardan çıkarılan sonuçlar ve geliştirilen öneriler aşağıda sunulmuştur.

- Araştırma alanında örnek teraslarda yürütülen ölçüm ve etüt çalışmalarıyla toprak korunumu yönünden önemli özellikler (TÜG ve TÜE değerleri), tarımsal işlemler ve taş örtüsü durumu belirlenmiştir. Ayrıca bu teraslardan alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar analizleriyle toprakların bazı fiziksel özellikleri saptanmıştır. Bu verilerden yararlanılarak her bir örnek terasa ait K ve LS faktörü değerleri hesaplanarak, bu terasların toprak korunumu yönünden etkinlikleri ortaya konmuştur.

- Araştırma alanındaki örnek terasların ikisinde (5 ve 6 nolu teraslarda) teras aralıklarının çiftçi tarafından müdahale edildiği belirlenmiştir. Bu müdahale ile teras üst genişliğinin proje değerine göre iki katına çıkartıldığı ve

buna bağlı olarak teras üstü eğiminin arttığı tespit edilmiştir. Sonuçta bu teraslarda erozyonun daha fazla meydana geleceği ortaya çıkmıştır.

- Araştırma alanında seçilen her bir örnek teras için hesaplanan Genel Toprak Kayıp Eşitliğindeki K faktörü değerlerine göre, teraslanan arazi topraklarının erozyona oldukça duyarlı olduğu saptanmıştır. Bu koşullarda, teras üstü eğim uzunluklarının çiftçi müdahaleleriyle artırılması durumunda, o andaki tarımsal uygulamalara bağlı olarak meydana gelecek toprak kayıpları oldukça fazla olacaktır. Bu nedenle, teraslanan arazide toprak ve su koruma önlemlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. C (Bitki Amenajman) ve P (Toprak Koruma) gibi faktörlerin uygun değerlerde tutulmasıyla meydana gelecek toprak kayıpları, tolerans değerlerinin altına çekilebilecektir.

- Araştırma alanındaki örnek teraslarda toprağın bazı fiziksel (iskelet, kum, mil, kil, tarla kapasitesi, solma noktası) özellikleri ve kimyasal (organik madde) özellikleri ile K faktörü arasında istatistiksel olarak doğrusal ve eğrisel önemli ikili ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. K faktörü değerleri üzerine en fazla kilin etkili olduğu, toprağın birçok fiziksel özellikleri arasındaki ilişkinin eğrisel olarak daha iyi açıklanabildiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, bu teraslardaki toprakların bazı fiziksel (kum, kil ve solma noktası) özellikleri ile K faktörü arasında da istatistiksel olarak önemli çoklu ilişkiler olduğu saptanmıştır. Bu çoklu ilişkiler yardımıyla, yöredeki topraklar için hesaplanacak K faktörü değerleri ile mevcut teraslarda oluşacak toprak kayıpları hesaplanabileceği gibi bu teraslar için uygun P ve C değerleri önerilebilecektir.

Kaynaklar

1. Taysun, A., Uysal, H., Vurgun, H.Z., Büyük Menderes Havzasında Erozyon Tahribatının Bugünkü Durumu ve Geleceği, Söke Belediyesi Söke Tarım Çevre'97 Sempozyumu, 2-3 Eylül 1997, Söke, 109-116, 1997.
2. Orçun, E., Saatçi, F., Toprak Erozyonu ve Toprak Muhafazası (Çeviri), E.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No.257, İzmir, 80, 1976.
3. ASAE, Design, Layout, Construction and Maintenance of Terrace Systems, ASAE Standard: ASAE S.268.3, ASAE St. Joseph, MI., 449-453, 1986.

4. Doğan, O., Çelebi, D., Aybaş, M.C., Orta Anadolu İklim Koşullarında Uygulanan Yarım-Seki Terasların Toprak ve Su Muhafazasına Etkilerinin Saptanması ve Teras Standartlarının Bulunması (Ara Rapor), Merkez Topraksu Araş. Enst., Genel Yay.No.81, Ankara, 100, 1982.
5. Köy Hizmetleri, Türkiye Genel Toprak Amenajman Planlaması (Toprak Koruma Ana Planı), Köy Hizmetleri Genel Müd. Yay., Ankara, 105, 1987.
6. Akalan, İ., Toprak ve Su Muhafazası, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 238, Ankara, 404, 1983.
7. Taysun, A., Toprak ve Su Korunumu, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Teksir No.92-III, İzmir, 188, 1989.
8. Akyürek, İ., Toprak-Su Korunumu, Topraksu Eğit. Merk. Müd. Yay.,Bornova, 155, 1979.
9. FAO, Watershed Development with Special Reference to Soil and Water Conservation, FAO Soils Bulletin:44, Rome, 257, 1979.
10. Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W., Barnes, K.K., Soil and Water Conservation Engineering, The Ferguson Foundation Agricultural Engineering Series, John Wiley and Sons, Inc., USA, 683, 1966.
11. Şahin, A., Ünal, H.B., Teraslamada Yeni Bir Uygulama İleri Eğimli Basamak Seki Terasların Projelene Esasları ve Karşılaşılan Sorunlar, E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), İzmir, 73-87, 1991.
12. Doğan, O., Küçükçakar, N., Cebel, H., Akgül, S.,Sevinç, N., Denli, Ö., Orta Anadolu İklim Koşullarında Uygulanan Aralıklı Basamak Sekilerin Standartları, Köy Hizm. Genel Müd., Ankara Araş.Enst. Müd., Genel Yay. No.200, Ankara, 106, 1996.
13. Sevinç, N., Denli, Ö., Orta Anadolu Koşullarında Hendek Terasların Etkinliği, Köy Hizm. Genel Müd., Ankara Araş.Enst. Müd.,Genel Yay. No.201, Ankara, 19, 1996.
14. Doğan, O., Güçer, C., Su Erozyonunun Nedenleri-Oluşumu ve Universal Denklem ile Toprak Kayıplarının Saptanması, Topraksu Genel Müd. Yay.No.41, Ankara, 159, 1976.
15. Withmuss, H.D., Least Cost Farm Water Erosion Control Practices, Erosion Control: stay in tune, Proceeding of Conference XIX, International Erosion Control Association, 1988.
16. USDA, Predicting Soil Erosion by Water , A Guide to Conservation, Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), USDA Agricultural Research Service, Chp:3, 29, 1991.
17. Çakır, C., Tarımsal İşletmecilik Araştırmalarında Kullanılabilecek Örnekleme Metodları, Ege Tarım Ekonomisi Dergisi, 1(2), İzmir , 18-29, 1975.
18. Aydın, Ö., Ölçme Bilgisi, Kurtiş Matbaası, Ankara, 51-54, 1984.
19. Taysun, A., Uysal, H., Köse, C., Mollenhauer, K., Frede, H.G., Ege Bölgesi Toprak Aşınabilirlik Faktörünün (K) Yapay Yağmurlayıcı (=Rainfall Simulator) Yardımıyla Arazi Koşullarında Saptanması, TÜBİTAK Araştırma Proje No. TOAG-859, İzmir, 81, 1996.
20. Brouwer, C., Goffeau, A., Pleusjé, J., Heibloem, M., Elements of Topographic Surveying, Irrigation Water Management, Training Manual No.2, FAO, Rome, 53, 1985.
21. Tüzüner, A., Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Köy Hizmetleri Genel Müd. Yay., Ankara, 61-74, 1990.
22. Çağlar, K.Ö., Toprak Bilgisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını, Ankara, 1958.
23. Jackson, M.L., Soil Chemical Analysis, Prentice Hall Inc., Angle Wood Cliff, New Jersey, 1958.
24. Tuncay, H., Toprak Fiziği Uygulama Kılavuzu, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Teksir No.29, İzmir, 78, 1993.
25. Wischmeier, W.H., Smith, D.D., Predicting Rainfall-Erosion Losses Agricultural Handbook, No.537, Washington D.C., 58, 1978.
26. Scwetmann, U., Vogl, W., Kainz, M., Bodenerosion durch Wasser, Velag Eugen Ulmer, Stuttgart, 12-14, 1990.