

Harran Ovasındaki Bazı Toprak Serilerinin Sulama Sonrası Agregat Stabilitesinin Değişimi

Ali Rıza ÖZTÜRKMEN^{1*}, Yasemin SAVAŞ²

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa¹

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa²

*İletişim: arozturkmen@harran.edu.tr

Özet

Toprak agregatları suda dağıldıkları zaman çözülmeden ne kadar uzun süre kalabilirlerse, bu agregatlardan oluşan topraklar da erozyona o kadar dayanıklı ve dirençli olurlar. Bu çalışmada Harran Ovası' nın önemli ve yaygın olan altı toprak serisinden alınan 36 adet toprak örneğinin ıslak eleme metodu ile agregat stabilitesi belirlenerek ova topraklarında sulu tarıma geçilmeden önce aynı toprak serilerinden alınan toprak örneklerinin yine aynı metot ile belirlenen agregat stabilitesi değerleri arasında bir değerlendirme yapılmıştır. 1994 yılında sulama öncesi bulunan en yüksek agregat dayanıklılığı Sırrın serisi olup, en düşük agregat stabilitesine sahip toprak serisi Cepkenli serisi olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ise en yüksek agregat dayanıklılığı Kısa serisinde, en düşük agregat dayanıklılığı ise yine Cepkenli serisinde elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Harran Ovası, agregat stabilitesi, sulama

After Irrigation The Changes On Aggregate Stabilities Of Some Soil Series In Harran Plain

Abstract

In this study, a total of 36 soil samples from the most common soil series of the Harran Plain were taken and analyzed for agregat stabilities using wet sieving method. The results were compared with the finding obtained from the same soil series using the same methodology prior to irrigation. In 1994, prior to irrigation, the largest AS value was obtained for Sırrın series while the lowest one was for Cepkenli series. According to study findings, the largest agregat stability was obtained for Kısa series the lowest was for Cepkenli series as in the case of 1994 year.

Key words: Harran plain, agregat stability, irrigation

Giriş

Toprak yaşamın kaynağını oluşturması bakımından ekosistemin en önemli öğelerinden biridir. İnsan beslenmesindeki ve ekolojik denge içerisindeki yeri dikkate alındığında toprakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bir toprağın erozyon eğilimi, toprağın kendine özgü nitelikleri ile erozyona karşı göstermiş olduğu direnç

olarak tanımlanabilir. Doğal durumda açıkça izlenebileceği gibi aynı koşullar altında farklı toprak serilerinden alınan topraklar farklı derecelerde erozyona uğramaktadırlar.

Sulu tarım yapılması Harran Ovası topraklarında üretimi arttırma ve bitkisel verim açısından önemli olmakla birlikte, topraklar açısından bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Özellikle sulama suyunun içerdiği iyonlar uygun drenaj sistemiyle toprak profilinden

uzaklaştırılmadığı takdirde toprakta birikmeye başlarlar. Toprakta biriken bu iyonlar toprakta tuzluluk ve bazı alkalilik sorunları ortaya çıkarabilmektedir.

Bu çalışma ile Harran Ovası'nda sulamadan sonra derinlik esasına göre 6 toprak serisinden alınan toprakların strüktür özelliklerinden biri olan agregat stabilitesinin ıslak eleme metodu kullanılarak belirlenmesi ile sulama başlamadan önce 1994 yılında aynı seri topraklarının bulunan agregat stabilitesi arasında bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır.

Agregat stabilitesini belirlediği ve toprakların erozyona mukavemetlerini etkilediği için önemlidir. Ancak agregat stabilitesi ile strüktür stabilitesi ve bitki büyümesi arasındaki ilişkiler henüz tam olarak aydınlatılmış değildir. Bununla beraber, bazı toprak özellikleri ile agregat stabilitesi arasında doğrudan doğruya ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır (Akalın, 1969; Aksoy, 1973; Baver, 1935; Kemper ve Koch, 1966; Rost ve Rowles, 1940).

Toprakların kil miktarı ile agregat stabilitesi arasında yüksek seviyede pozitif ilişki bulunmuştur (Baver, 1935; Chester ve ark, 1957; Noori, 1969; Rost ve Rowles, 1940). Baver, aynı zamanda, kilin bağlayıcı etkisinin küçük agregatlarda daha belirgin olduğunu, organik madde miktarı azaldıkça kil miktarı ile agregasyon arasındaki ilişkinin arttığı tespit edilmiştir.

Kil danelerinin diğer kaba toprak danelerinin agregatlaşmasını sağlamaktan ziyade kendi aralarında bağlayıcı rol oynadıklarına inanılmaktadır.

Peterson, 1946 ve Mazurak, 1950' ye göre, agregatların stabilizasyonunda yüksek spesifik yüzey alana sahip killer daha etkindirler.

Toprak strüktürü primer toprak parçacıklarının (kil, silt, kum) bileşik tanecikler oluşturarak birleşmeleri ve gruplaşmalarıdır. Primer toprak parçacıkları birbirleriyle birleşerek veya birbirine yapışarak agregatları veya strüktür ünitelerini oluştururlar.

Toprak strüktürünün ortaya çıkmasına neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Toprak parçacıklarının agregasyonu, toprak çözeltisinde dissosiyeye olmuş katyonlar ile kil parçacıklarının yüzeyindeki negatif yük arasında oriyente olmuş su molekülleri aracılığıyla meydana gelebilecekleri kabul edilmektedir.

Buradaki su molekülleri toprak parçacıklarına kuvvetle bağlanmışlardır. Toprağın su kaybetmesiyle kil parçacıkları birbirlerine yaklaşarak kümeler oluştururlar. Su kaybı daha da fazla olup, kolloidler dehidrate olmaya devam ederlerse parçacıklar birbirlerine tamamen yapışırlar. Çözünebilir tuzların bir çoğu kolloidler üzerinde çöktürücü etki yaparak flokülasyonu sağlarlar. Sodyumla doymuş olan topraklar, kalsiyumla doymuş topraklardan daha fazla hidrate ve disperse olurlar. Bu nedenle sodyumla doymuş topraklar şişer ve geçirgenlikleri azalır. Sodyum, flokülasyona aksi yönde etki yapar. Oysa kalsiyum sodyumun tersine toprakların flokülasyonunu sağlar. Katyonların bu etkisi agregat oluşumunun başlangıç safhasıdır. Toprakta yapıştırıcı etkiyi esas olarak inorganik ve organik kolloidler sağlamaktadır (İnce F, 2000).

Harran Ovası'nda tuzluluğun yayılma olasılığının belirlenmesi amacı ile yapılan diğer bir çalışmada, söz konusu serilerin kapladığı alanların önemli bir bölümünün tuzdan etkilendiği saptanmıştır. Bu serilerden özellikle Akçakale, Ekinyazı ve Gürgelen serilerinin en çok etkilenen

seriler olduğu gözlenmiştir. Çalışmada, 1995 yılında yapılan sulamanın tuzlu taban sularını yüzeye daha fazla yaklaştırmasından dolayı tuzlulukta artışların meydana geldiği ifade edilmiştir. Söz konusu alanda yapılan analizler sonucunda toprakların kireç içerikleri % 13.39-48.97, KDK 17.65-46.39 me /100 g, pH 7.67-8.40, EC 0.316-19.15 dS/m, % çözünebilir tuz 0.01-1.14 ve ESP'leri ise 0.05-39.12 değerleri arasında olukları ölçülmüştür (Çullu ve ark., 2000).

Toprakların özelliklerindeki farklılık, alkalileşmeye karşı eğilimlerinin farklı olmasını sonuçlamaktadır. Harran Ovası topraklarında yapılan bir çalışmada, yüzey altı horizonlarında, gerek Kg değerlerinden, gerekse regresyon denklemlerinden hesaplanan ESR (ESP) değerlerine göre alkalileşme olasılığı sıralamaları benzer olup, bu sıralama Gürgelen> Akçakale> Cepkenli> Harran> Sırrın> Kısas şeklinde olduğu ortaya konmuştur. Bu sıralamadan da görüldüğü gibi yüzey altı horizonları bakımından alkalileşme olasılığı en yüksek olan Gürgelen, en düşük olan ise Kısas serisidir. Bu çalışmada toprakların alkalileşme eğilimlerinin yüksek olduğu serilerde infiltrasyon hızının göreceli olarak düşük bulunması ilginç bir rastlantı olabileceği gibi, uygulamada dikkatli olunması gerektiğini ortaya koyan, uyarı niteliğinde bir ipucu da olabilir. Diğer bir deyişle, şu anda bölge topraklarının büyük bir bölümünde alkalileşme gerçekleşmiş olmasa bile alkalileşme eğiliminin yüksek olduğu serilerde infiltrasyon hızının düşük olması toprak yönetiminde çok dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Bu topraklarda kötü bir yönetim altında başlayacak alkalileşmenin, göreceli olarak infiltrasyon hızını azaltacağı ve sorunun

boyutlarının daha fazla arttırılabileceği belirlenmiştir (Ağca ve Ark., 1998).

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma materyali olarak Harran Ovası'ndaki sınıflandırma ve haritalama ile saptanan ovanın yaygın ve önemli olan Harran, Sırrın, Gürgelen, Cepkenli, Akçakale, Kısas serileri seçilmiştir. Bu toprak serilerinin seçiminde daha önce tuz izlemesi yapılmış olması önemli bir etken olmuştur.

Yöntem

Araştırma bölgesi olarak seçilen Harran Ovası'nı temsilen toprak serilerinde açılan profillerden 0-30 cm derinlikten 36 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilmiş ve serilerek kurutulmaya bırakılmıştır.

Kuruma işlemi gerçekleştirildikten sonra alınan örnekler her birinden 200'er gram olacak şekilde poşetlenmiş ve etiketlenmiştir. Toprak tarla kapasitesi ile solma noktası arasında bir neme sahip iken bir kürek vasıtasıyla toprak örneği alınır. Toprak örneği oda sıcaklığında kurutulur.

Alınan toprak örneği bir mukavva veya metal kutu içerisinde laboratuvara taşınır. Taş, çakıl ve bitki artıkları ayıklanır. Ele gelebilecek büyüklükteki kesekler parmaklar arasında hafif darbeler yapılarak parçalanır ve ince bir tabaka halinde yayılarak kurutulur. Kurutma sırasında birkaç defa el ile karıştırılarak kuruma hızlandırılır.

Islak eleme metoduyla agregat stabilitesi tayini için önce toprakların konulacağı beherlerin ve alet içerisinde bulunan 8 adet küçük eleklerin daraları boş iken alınarak not edilmiştir. Daha sonra hazırlanan kaplara sırasıyla kalgon, hidroklorik asit ve sodyum hidroksit çözeltisi konulmuştur. Toprak örnekleri elenerek küçük eleklerle konulmak üzere hazırlanmıştır. Islak Eleme Metodunun uygulanacağı aletin alt kısmında bulunan metal kaplara su konulmuştur. Hazırlanan topraklardan 4 gram alınarak küçük eleklerle konulmuştur.

Daha sonra agregat stabilitesi ölçümleri için alet çalıştırılmış ve 3 dk sonra aletin kendiliğinden durması beklenmiştir. Alet durduktan sonra her bir elek farklı bir beherin üstünde tutularak piset yardımıyla filtrelerdeki toprak örnekleri saf su ile yıkanmıştır. Böylece beherde kalan toprak kil olup, eleklerde yağmurlama sonucunda geriye kalan ise kum olarak gözlenmiştir. Beherlerdeki sular dibe çökene kadar bekletilmiştir. Elekler bir peçetenin üzerinde bekletilerek neminin alınması sağlanmıştır. Daha eleklerdeki toprak 0.001 g hassasiyetteki teraziyle ölçülmüştür. Alınan ağırlıklar not edilerek kimyasal öncesi ve sonrasında ortaya çıkan ağırlık sonuçları hesaplanmıştır. Daha sonra nemi alınan toprak örnekleri etüvde bekletilerek kurumaları sağlanmıştır (Savaş, Y. 2011).

Etüv sonrası beherlerde kurutulmuş olan topraklar tekrar ölçülerek çıkan sonuçlar;

$$\% A.S = W - P / 4 - P * 100$$

Formülüyle hesaplanarak agregat stabiliteyi bulunmuştur.

A.S: Agregat stabilitesi oranı

W: $(P1-P2)+(A2-A1)+(B2-B1)$ = Agregat stabilitesi

P : $(A2-A1)-(B2-B1)$ = kum oranı

A1: Etüv öncesi beher ağırlığı

A2: Etüv sonrası beherdeki toprak ağırlığı

B1: Etüv öncesi beher ağırlığı

B2: Etüv sonrası beherdeki toprak ağırlığı

P1: Kimyasal öncesi elektteki toprak ağırlığı

P2: Kimyasal sonrası elektteki toprak ağırlığı

P: Beherlerin dara ağırlıklarının farkı

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toprak Özelliklerinin Dağılımı

Toprak özelliklerinin dağılımları ve bazı istatistikleri aşağıda yer alan çizelge 2' de verilmiştir. Buna göre toprakların kireç içeriği % 19 ile 44 arasında değişim göstermiştir. Buna göre toprakların kireç içeriği oldukça yüksektir ve çok fazla kireçlidir. Kil içeriği % 40 ile 70 arasında değişim göstermektedir. Buna göre topraklar killi-tınlı bir yapıya sahiptir. Silt içeriği % 18 ile 32 arasında değişim göstermektedir. Kum içeriği % 6 ile 43 arasında değişim göstermektedir. EC' si 4 dsm' den yüksek olan topraklar tuzlu olarak sınıflandırılmaktadır. 0.3 ile 25.4 arasında olduğundan çalışma alanının toprakları tuzsuz ve çok tuzlu sınıfında yer almıştır. Toprakların pH' sı 7 ile 7.5 arasında değişim göstermiş olup alkalın özelliindedir (Eyüpoğlu, 1999).

Çizelge 3: Toprak özelliklerinin dağılımı

	Min	Ort.	Maks.	Standart Sapma
CaCO ₃ (%)	19	29.8	44	5.8
Kil (%)	40	52.08	70	8.1
Silt (%)	18	26.05	32	3.7
Kum (%)	6	21.9	43	7.8
EC ds/m	0.3	12.85	25.4	5.8
pH	7.1	7.4	7.9	0.18

Toprak Özellikleri ve Agregat Stabilitesi Arasındaki İlişkiler

Çizelge 4’de oluşturulan korelasyon tablosuna göre kireç oranı ile agregat stabilitesi arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir. Kireç miktarı arttıkça, agregat stabilitesi azalma göstermiştir. Kum oranı ile agregat stabilitesi arasında da negatif bir ilişki söz konusudur. Yine kum miktarı arttıkça agregat stabilitesi azalmıştır. Silt oranı ile agregat stabilitesi arasında da negatif bir ilişki söz konusudur. Silt miktarı arttıkça, agregat stabilitesi azalmıştır. Kil oranı ile agregat stabilitesi arasında pozitif bir ilişki vardır. Kil miktarı arttıkça, agregat stabilitesinde de artış gözlemlenmiştir. EC miktarı ile

agregat stabilitesi arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir. Topraktaki tuz miktarı arttıkça, agregat stabilitesi azalmıştır. GAP Bölgesinde yapılan toprak araştırmaları sonucu elde edilen bilgi ve verilere göre bölgede genel olarak toprağın kendi bünyesinden kaynaklanan tuzlanma olasılığının çok az olduğu belirtilmektedir. Ancak Şanlıurfa - Harran Ovalarında tarımsal faaliyetleri olumsuz bir şekilde etkileyen tuzluluk ve drenaj sorunları yaşanmaktadır. Harran Ovası’ndaki tuzlanmanın en önemli nedeni ovanın çevresine göre çukur olması ve dolayısıyla taban sularının, bu çukur alanda aşırı derecede birikmesidir. Bunun dışında iklim koşulları, toprak özellikleri, drenaj yetersizliği ve çiftçilerin aşırı-bilinçsiz sulamalar yapması ova topraklarının tuzlanmasına neden olmuştur (Çullu, M.A. 2010).

Toprak pH’ sı ile agregat stabilitesi arasında ise pozitif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Toprak pH’sı arttıkça, agregat stabilitesi de artmıştır.

Çizelge 4: Korelasyon tablosu

	Agregat Stabilitesi	CaCO₃	Kum	Silt	Kil	Ec	pH
Agregat Stabilitesi	1	-0.06	-0.28	-0.38	0.38	-0.353*	0.63
CaCO₃	-0.06	1	0.209	1.46	-0.27	0.146	-0.293
Kum	-0.28	0.209	1	-0.161	-0.882**	0.117	-0.412*
Silt	-0.38	0.146	-0.161	1	-0.32	0.235	0.076
Kil	0.038	-0.27	-0.882**	-0.32	1	-0.226	0.35*
Ec	-0.353*	0.146	0.117	0.235	-0.226	1	-0.404*
pH	0.063	-0.293	-0.412*	0.076	0.35*	-0.404*	1

Çizelge 4’ de görülen korelasyon tablosuna göre EC ile Agregat Stabilitesi arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişkinin mevcut olduğu, diğer değerlerin

birbirleriyle ilişkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

Agregat Stabilitesinin Toprak Serilerindeki Değişimi

Çizelge 5' te görüldüğü gibi sulama sonrası 6 seriden alınan toprak örneklerinin agregat stabilitelere bakıldığında ise en yüksek agregat stabilitesine sahip olan toprak serisi Kıyas serisi olup, en düşük agregat stabilitesine sahip olan toprak serisi ise Cepkenli serisi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5: Sulama Öncesi ve sonrası A.S ort.

Seri Adı	Sulamadan önce A.S ort.(%)	Sulamadan sonra A.S ort.(%)
Akçakale	55.1	48.9
Cepkenli	54.9	34.3
Gürgelen	75.1	45.4
Harran	80.1	49.4
Kıyas	78.5	64.3
Sırrın	83.6	36.1

Çizelge 5 hazırlanırken sulama öncesi aynı toprak serilerinden alınan toprak örneklerinin ıslak eleme metoduyla bulunan agregat stabilitelere (Bilgehan, 1994) ile sulama sonrası aynı toprak serilerinden alınan toprak örneklerinin agregat stabilitelere yine ıslak eleme metoduyla bulunarak toprakların sulamayla nasıl değişikliğe uğradığı ile ilgili kıyaslama yapılması sağlanmıştır.

Buna göre çizelge 5' dan da anlaşıldığı üzere Akçakale serisi topraklarının agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 55.1 iken, sulama sonrası bu oranın % 48.9' a düştüğü görülmüştür. Yine Cepkenli serisi toprakları agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 54.9 iken, sulama sonrası % 34.3' e,

Gürgelen serisi toprakları agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 75.1 iken, sulama sonrası % 45.4' e, Harran serisi toprakları agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 80.1 iken, sulama sonrası % 49.4' e, Kıyas serisi toprakları agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 78.5 iken, sulama sonrası % 64.3' e ve son olarak Sırrın serisi toprakları agregat stabilitesi ortalaması sulama öncesi % 83.6 iken, sulama sonrası yapılan analizlerde bu oranın % 36.1' e düştüğü belirlenmiştir.

Sonuçlar

Yapılan kıyaslamalar gösteriyor ki Harran Ovası topraklarına ait Akçakale, Cepkenli, Gürgelen, Harran, Kıyas ve Sırrın toprak serilerine ait topraklar sulama öncesinde en yüksek agregat stabilitesine sahip toprak serisi Sırrın serisi iken, sulama sonrası ise en yüksek agregat stabilitesine sahip toprak serisi Kıyas serisi olarak belirlenmiştir. Sulama öncesi en düşük agregat stabilitesine sahip toprak serisi Cepkenli serisi olup, sulamadan sonra yapılan bu çalışma sonucunda da yine en düşük agregat stabilitesine sahip toprak serisinin Cepkenli serisi olduğu belirlenmiştir. Bu da gösteriyor ki Harran Ovası' nda sulu tarım yapılmaya başlaması ile ova topraklarının agregat stabilitelere azalmıştır. Bunun nedeni sulama ile toprak agregatı suda dağılıp çözülmeden ne kadar uzun süre kalabilirse, bu agregatlardan oluşan topraklar da erozyona o kadar dayanıklı ve dirençli olmaktadır. Yapılan bu çalışma ile toprak agregat değerlerinde görülen azalmalar neticesinde çalışmanın yapılmış olduğu Harran Ovası topraklarının 6 serisinde sulu tarıma geçildikten sonra erozyona

karşı dayanıklılıklarının da azaldığı görülmüştür.

Kaynaklar

- Ağca, N., M. Aydın, M. R. Derici, M. Ş.Yeşilsoy, S. Erşahin, 1998. Alkalinization Tendency and Infiltration Rate Relationships of Widely Soil Series in Harran Plain, Turkey. M.Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, 21-24 September Menemen-İzmir.
- Akalan, İ. 1969. Kuzey – Batı Çukurova topraklarında organik madde miktarı ile suya dayanıklı agregatlar arasındaki ilişki. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül: 1-2, 170-227s.
- Aksoy, N. 1973. Mikroorganizmalarla Aşılama ve Fümigasyonun Muhtelif Rutubet Seviyelerinde İnkübasyona Tabi Tutulan Bazı Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Topraklarının Agregatlaşmalarına Olan Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.93.
- Baver, L.D. 1935. Factors contributing to the genesis of soil microstructure. Am. Soil Survey Assoc. Bull. 16: 55-56.
- Bilgehan, G., 1994. Sulama Başlamadan Önce Harran Ovası Topraklarının Strüktür Durumları.
- Chesters, G., O.J. Attoe ve O.N. Allen, 1957. Soil aggregation in relation to soil constituents. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 272-277.
- Çullu, M. A., Almaca, A., Öztürkmen, A. R., Ağca, N., İnce, F., Derici, M. R., 2000. Harran Ovası Topraklarında Tuzluluğun Yayılma Olasılığının Belirlenmesi. T. C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Çullu, M.A. 2010. Harran Ovası Tuzluluk Haritasının Oluşturulması ve Tuzlulaşmanın Bitkisel Verim Kayıplarına Etkisinin Tahmini Projesi Raporu, No: 24-25
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C.Başbakanlık Köy Hizm. Gen. Müd. Sayfa No: 13-29-65-77.
- Kemper, W.D. ve E.J. Koch, 1966. Aggregate Stability of Soils From Western United States and Canada. U.S. Dept. Agriculture Tech. Bull No. 1355.
- Mazurak, A.P. 1950. Aggregation of clay separates from bentonite, kaolinite and a hydrous mica soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15: 18-24.
- Noori, K. 1969. Ankara Çevresinde Çeşitli Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Topraklara Ait Örnek Profillerin Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bu Özelliklerin Erozyonla İlgisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi (Basılmamış).
- Peterson, J.B. 1947. Calcium linkage, a mechanism of soil granulation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12: 29-34.
- Rost, C.O. and C.A. Rowles, 1940. A study of factors affecting the stability of soil aggregates. Soil Sci. So. Amer. Proc. 5: 421-433.
- Savaş, Y. 2011. Harran Ovası Topraklarında Agregat Stabilitelerinin Sulama Öncesi Ve Sonrasındaki Durumunun Değerlendirilmesi. Sayfa No: 30-31-32-33.