

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Araştırma Yeri Hakkında Genel Bilgiler	17
3.1.1. Coğrafik Konum ve Fizyografya	17
3.1.2. Jeoloji	17
3.1.3. İklim	18
3.1.4. Doğal Bitki Örtüsü	18
3.2. Materyal	19
3.3. Yöntem	19
3.3.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Uygulanan Yöntemler	19
3.3.2. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler	21
3.3.3. Toprak Örneklerinin Laboratuvar Denemesine Hazırlanmasında Uygulanan Yöntemler	24
3.3.4. Yapay Yağmurlayıcının Yapısı	26
3.3.5. Yapay Yağmurlamanın Uygulanması	26

3.3.6. Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Saptanmasında Uygulanan Yöntemler.....	28
3.3.7. İstatistik Analizde Kullanılan Yöntemler.....	29
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	30
4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	30
4.2. Topraklara Farklı Dozlarda Uygulanan Polivinil Alkol'ün (PVA) Toprak Kaybı, Yüzey Akış ve Drene Olan Su Miktarı Üzerine Etkisi.....	34
KAYNAKLAR	43
TEŞEKKÜR	
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1.	Erozyon Parselinin Şematik Görünüşü.....	25
Şekil 3.2.	Toprak konulmuş erozyon parseli üzerine PVA uygulanması.....	25
Şekil 3.3.	Yapay Yağmurlayıcının Yapısı.....	26
Şekil 3.4.	PVA uygulanmış toprak örnekleri parselleri üzerine yapay yağış yağdırılması.....	27
Şekil 3.5.	PVA uygulanmış toprağın yapay yağış yağdırılması esnasındaki (28 dakika) toprak örneğinin yüzey görünüşleri.....	28
Şekil 4.1.	Toprak kaybı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.....	35
Şekil 4.2.	Yüzey akış miktarları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.....	38
Şekil 4.3.	Drenaj suyu miktarı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.....	41

ÇİZELGE DİZİNİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Bursa İli İklim Durumu	20
Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin alındığı yerler ve arazinin bazı özellikleri.....	21
Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	30
Çizelge 4.2. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen toprak kayıpları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 4.3. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen toprak kayıpları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler.....	35
Çizelge 4.4. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen yüzey akış miktarı bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.5. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen yüzey akış miktarı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bu iki faktörün kombinasyonuna ait ortalama değerler.....	38
Çizelge 4.6. Yapay yağış uygulaması sonucunda drenaj suyu miktarları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.7. Yapay yağış uygulaması sonucunda drenaj suyu miktarları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler.....	40

1. GİRİŞ

Dünyada çok hızlı bir nüfus artışı olmaktadır. Bu hızlı nüfus artışına paralel olarak insanların gıda ve diğer tarımsal ürünlere olan gereksinimleri de giderek artmaktadır. İnsanların beslenmelerini sağlamak ve besin gereksinimlerini karşılayabilmek için birim alandan en yüksek ve kaliteli ürün elde edilmesi ve bu verimliliğin sürdürülmesi gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için dünya yüzeyinde doğal olarak bulunan toprak ve su kaynaklarının en iyi biçimde korunması, yönetilmesi ve geliştirilmesi zorunludur.

Günümüzde yaşanan uluslararası huzursuzlukların temelinde, diğer birçok nedenler yanında beslenme sorunu, dolayısıyla verimli topraklara sahip olma arzusu yatmaktadır. Dünya nüfusu, bütün önlemlere rağmen hızla artmaya devam etmektedir. Çoğu ülkelerde artan nüfusun gereksinimlerini karşılamak amacıyla topraklar artan bir yoğunlukta kullanılmaktadır. Besin maddesine olan yüksek gereksinim ve ürün artışı beklentisi, doğal kaynakların optimum bir biçimde kullanılmasını ve kaynakların daha eşit paylaşımını zorunlu kılmaktadır.

Arazi ve ürün artışı arasındaki ilişkiler yalnız besin üretimi ve açlık üzerine değil aynı zamanda araziler için rekabet, yanlış yönetim, çevresel bozulmalar, kitlesel göçler ve politik istikrarsızlık üzerine de etkilidir. 1995 yılı itibariyle dünyada meydana gelen arazilerde nitelik kaybı ve toprak kayıpları toplam 1,966 milyar ha' dır. Bu kayıpların 580 milyon ha'ı ormansızlaşma, 680 milyon ha'nın aşırı otlatma, 137 milyon ha'nın yakacak temini amaçlı ağaç kesimi, 550 milyon ha'nın tarımsal yanlış uygulamalar ve 19 milyon ha'nın ise sanayileşme ve kentleşmeden kaynaklandığı, dünya nüfusunun ise 1900 yılında 1,65 milyar, 1970 yılında 3,6 milyar, 1990 yılında 5,3 milyar, 1995 yılında 5,7 milyar iken 2050 yılında ise 10 milyar olacağı belirtilmiştir (Anonim 1991, Anonim 1995b, Anonim 1995c, Anonim 1997). Bu durum, halen petrolden sonra en önemli maddeler olarak görünen besin maddelerinin çok yakın bir gelecekte petrolün de önüne geçeceğini göstermektedir.

Oluşumu çok uzun bir zaman süreci gösteren ve bütün canlıların yaşamlarını sürdürülmesini sağlayan en önemli doğal kaynak olan toprağın, yanlış kullanımı sonucunda çok kısa sürede verimlilikleri azalmakta ve sonuçta topraklar tamamen elden çıkmaktadır. Çağımızda hızlı kentleşme ve sanayileşmenin yanı sıra, amaç dışı arazi kullanımı, yanlış toprak işleme, toprakların arazi kullanım yetenek sınıfına uygun

kullanılmaması, çoraklaşma, toprak kirliliği ve erozyon v.b. nedenlerle tarımsal alanların sınırları giderek daralmaktadır. Ülkemizde özellikle su ve rüzgar erozyonu ile meydana gelen toprak kayıplarının çok fazla miktarda olması, bir çok sorunu da beraberinde getirmektedir (Uysal ve ark. 1995). Türkiye genel alanının % 89.77'inde su ve rüzgar erozyonu sorunu vardır (Taysun 1984). Alan büyüklüğü ve etki bakımından düşünüldüğünde Türkiye'nin en önemli tarımsal sorunu erozyondur. Erozyon sonucunda her yıl 500 milyon ton toprak taşınarak kaybolmaktadır (Doğan 1991). Bu olay sonucunda bir taraftan toprak kaybı meydana gelirken, diğer taraftan toprakların verimlilikleri azalmaktadır.

Toprakların erozyona karşı dirençleri ve verimlilikleri toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere göre değişmekte ve fiziksel özellikler arasında agregat stabilitesi toprakların erozyona karşı dirençlerinin ve verimliliğinin bir göstergesi olmaktadır. Bu kadar önem taşıyan agregatlaşmanın artırılması ve stabilitelerinin sağlanması için bir çok doğal ve yapay maddeler kullanılmaktadır. Son yıllarda bu konuda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Agregat stabilitesini artırmak ve kil dispersiyonunu önlemek, ancak, toprak stabilizerlerinin toprağa eklenmesiyle sağlanabilmektedir (Levy 1996). Yapay olarak toprağı ıslah ediciler genellikle yüksek molekül ağırlıklı organik polimerler veya inorganik tuzlardır (Rewitz ve Hazan 1978). Yapay polimerler toprak organik maddesinin mikrobiyolojik olarak ayrışmasıyla ortaya çıkan poliüronoid ve polisakkaridlere benzemektedirler. Polisakkaridler toprakta bulunan doğal polimerlerin en geniş grubu olup toprak organik maddesinin % 10-30'unu oluşturmaktadırlar (Hepper 1975). Doğal polimerlerden özellikle humik maddeler ve polisakkaridler toprak strüktürünü sağlamada ve sürdürmede önemli rol oynamaktadırlar (Shainberg ve ark., 1990). Ancak yalnızca birkaç hafta ile birkaç ay gibi kısa bir süre içinde etkili olduklarından toprakların fiziksel özelliklerini geliştirmek amaçlandığında sentetik organik polimerler tercih edilmektedir (Levy 1996).

Yapılan bir çok araştırma sonucunda, toprağı ıslah edici yapay stabilizatörlerinin veya polimerlerin suya dayanıklı agregat oluşumunu ve havalanmayı artırdığı, yüzey kaymak tabakasının oluşumunu önlediği ve suyun infiltrasyonunu kolaylaştırdığı, buharlaşma, yüzey akış ve su erozyonunu azalttığı, tuzlu ve alkali toprakların ıslahında etkili olduğu saptanmıştır (Smith ve ark., 1990; Wallace and Wallace 1986, Mitchell 1986, Zang and Miller 1996).

Bu araştırma, Bursa ili tarım topraklarına Polivinilalkol (PVA) uygulamalarının erozyon üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Stefanson (1974), yaptığı bir çalışmada polivinil alkolün (PVA) 6 farklı düzeyi ve azotlu gübrenin 5 farklı düzeyi kullanılarak serada faktöriyel bir deneme yürütmüştür. 3 kg'lık her bir parsel (saksı) düşük verimliliğe sahip bir alandan alınan URRBRAE ince kumlu tın topraktan 3 kg toprak doldurulmuştur. PVA eklenmediğinde buğday tohumları yalnızca % 35 oranında çıkış sağlarken, 0-2cm toprak tabakasına kütlece % 0.05 oranında yapılan PVA'un en düşük uygulama oranı, buğday çıkış oranını % 90 düzeyinde olmasını sağladığını belirlemiştir. PVA, bitki gelişimini veya azot alımını etkilememiştir. Daha önceki inanışların aksine PVA'ün uygulanmasıyla yapay yağış (simulated rain) yağdırılması sonucu toprak kaybını artırmadığı, ancak toprak kayıpları da belirgin bir biçimde azaltmadığını belirtmiştir.

Oades (1976), adlı araştırmacı, 70.000'e yakın bir molekül ağırlığına sahip PVA'ün yardımıyla bir tohum yatağının başarılı bir arazi stabilizasyonunu açıklamaktadır. Tohum yatağının 0-2 cm tabakasının, PVA 8-10 g/m² olacak biçimde sulu çözeltinin püskürtülmesiyle stabilize edilmesi sonucu, tohum çıkışını, düşen yağışın infiltrasyonunu ve su kapasitesini artırdığını belirlemiştir. PVA'nın kabuk oluşumunu önlediğini, bundan dolayı yüzey akış ve toprak erozyonunun % 50'ye varan oranda (kontrolle oranla) azaldığını bildirmiştir. Artan infiltrasyon, toprak profilinin aşağısına mineral azotun yıkanmasını artırmıştır. PVA uygulamasının deneme alanlarının, çim alanının hazırlanmasında ve yoğun tarım yapılan alanlarının stabilizasyonunda kullanışlı olabildiğini belirtmiştir.

Page ve Quick (1979), belirli hava koşullarında kaymak tabakası oluşturan bir toprağı kullanarak bazı organik polimerlerin toprak düzenleyici özelliklerini denemişlerdir. Laboratuvarında yapay yağış ve güneşlenme koşullarında oluşan kaymak tabakasının sertliğini ölçmek için penotrometre yöntemi kullanılmıştır. Organik polimer materyalleri toprağı düzenleyici özelliği bilinen ve molekül ağırlığı 80.000 olan toprak düzenleyici ile karşılaştırılmıştır. % 1'lik çözeltisi hazırlanmış Polivenil alkol'ün (PVA) 54 kg/ha olacak biçimde Bridgnorth toprağına püskürtüldüğünde oluşan kabuk sertliği, kontrol toprağın oluşan kabuk sertliğinin % 21'i kadar olmuştur. Molekül ağırlığı 22.000 olan PVA aynı oranda uygulandığında kabuk sertliğini % 142 artırmıştır, Ancak 216 kg/ha PVA uygulandığında kontrol toprağına göre kabuk sertliği % 46 azalmıştır. Hidroksil etil selüloz (Natrosol 250 HHR) 54 kg/ha uygulandığında % 18 oranında

kabuk sertliğini azaltmıştır. Araştırmacılar bazı poliakrilamidler en az bunlar kadar etkili olmasına rağmen çözeltilerinin viskozitesinin fazla olması kullanımlarını zorlaştırdığını belirtmişlerdir. Denenmiş olan Karboksimetil selüloz preparatlarının zayıf bir toprak düzenleyicileri olduğu, en iyi 54 kg/ha olarak kullanıldığında sadece kabuk sertliğini %43 azalttığı, etkinin molekül ağırlığından kaynaklanmadığını belirtmişlerdir. Doğal ürün olarak denenen “Guar gum”ın kabuk oluşumunu azaltma özelliğinin çok olduğu ve bunun 2 hidroksietil türevleri de kabuk oluşumunu çok az azalttığını belirlemişlerdir.

Carr ve Greenland’in bildirdiği biçimde PVA’nın molekül ağırlığı arttıkça toprak agregat stabilitesinin de arttığını ancak, daha uzun zincirli moleküllerin çok fazla toprak keseklerinin içerisine giremediğini, 100.000 mollekül ağırlıklı PVA’ün ağır killi toprak içerisine nüfuz etme sınırının yaklaşık 20 mm olduğunu belirtmişlerdir (Page ve Quick 1979).

Sadones, Barnaert ve Schamp’ın bildirdiğine göre 40.000, 80.000 ve 120.000 mollekül ağırlıklı kullanılan PVA’lerin toprağın hidrolik iletkenliğini artırmada, farklı mollekül ağırlıklı PVA’lar arasında daha çok etkili olan materyalin, yüksek molekül ağırlığına sahip PVA’lerin olduğunu bulmuşlardır (Page ve Quick 1979).

Gabriels, Moldenhauer ve Kirkham’ın bildirdiğine göre poliakrilamidlerin, Polivenil alkollerin (PVA) yaptığı gibi yağış sırasında erozyonu önlediğini ancak, tüm bu materyallerin, yağışın infiltrasyonunu artırmaya karşın polivinilasetat ve bitümen ya da kauçuk emülsiyonlarının bu işlevi yerine getirmediğini belirtmektedirler (Page ve Quick 1979).

Polyakova’nın bildirdiğine göre Poliakrilamid, HPAN’dan daha az etkili olmasına rağmen agregatların suya dayanıklılığını artırmaktadır (Page ve Quick 1979).

Taysun ve ark. (1984), tarafından farklı özelliğe sahip üç toprak örneğinde PVA (polyvinilalkol) uygulamalarının agregatlaşmaya etkisi araştırılmışlardır. Polimer verilmemiş, polimer verildikten sonra karıştırılmış toprak örneklerinde şu sonuçlar elde edilmiştir.

1-PVA uygulamaları agregatlaşmayı önemli ölçüde arttırmıştır.

2- PVA uygulamalarıyla killi tın bünyeli topraklarda küçük çaplı agregatlar daha fazla artarken, tınlı kumlu toprakta ise büyük çaplı agregatların miktarı artmaktadır. Tınlı bünyeli toprakta ise orta çaplı agregatlar daha fazla artmıştır.

3-Karıştırma işlemi kaba bünyeli topraklarda agregatlaşmayı karıştırmama işlemine göre biraz azaltmaktadır.

Çanga (1989), poliakrilamid ve urealformaldehid adlı iki farklı toprak düzenleyici, kum ve siltli tın tekstüre sahip materyallere uygulanmış ve 20 °C ile 40 °C'de kurutulmuştur. Toprak düzenleyicilerin katı –sıvı temas açıları üzerine etkileri toprakların hidrofilik veya hidrofobik özelliklerinin göstergesi olarak alınmıştır. Poliakrilamid uygulaması agregasyon yüzdesi ve stabilitesinde kumda 20 °C ve siltli tında 40 °C de daha fazla artış sağlanmış, ayrıca kum için 20 °C deki uygulaması dışında diğer uygulamaları hidrofilik karakter kazanmasına yol açmıştır. Urealformaldehid uygulaması erozyon yüzdesinde kumda çok az ve siltli tında ise önemli bir artış oluşturmuş ancak stabilitede olumlu bir etkisi görülmemiştir. Kumda oldukça yüksek bir hidrofobik özellik sağlarken siltli tında 20 °C de uygulaması ile hidrofobik ve 40 °C'deki uygulaması ile farklı olmamıştır. Siltli tınlı toprakta her iki uygulama sıcaklığında polyacrylamid penetrabiliteyi artırmış ve urealformaldehid ise düşürmüştür.

Bir diğer çalışmada, bir yaşındaki yeni dünya ağaçları (fidanları) dikimi yapılırken her bir dikim çukuru içerisine, 10 kg toprakla % 0,2 veya % 0,4 oranında (10 kg toprakla orantılı olarak) 4 farklı polimer karıştırılmış ve polimerlerin etkileri karşılaştırılmıştır. Bütün polimerler, köklenme ile bitki gelişmesinin artırılmasında benzer etkiler yapmıştır ve daha yüksek polimer konsantrasyonlarında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Buğday anızıyla malçlama ve sulama, KI-201K polimerinin % 0,4 veya % 0,6 oranında birlikte kullanılması (uygulanması), polimerin tek başına uygulanmasına nazaran, daha iyi bir köklenme ve gelişmeyi sağlamıştır. Ayrıca polimerlerin daha düşük konsantrasyonları daha etkili olmuştur (Takase ve Honmi 1990).

Mirzakeyev (1992), yaptığı çalışmada, K-4 ve PGK+ AA polimer uygulanmış sulama karıkları boyunca toprakların erozyona dirençlerini artırdığını belirtmiştir.

Gal ve ark. (1992), düşük bir yüke sahip polisakkarid'in Güney Afrika'daki iki kırmızı apedal toprağın infiltrasyon oranı ve yüzey akış üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla bir sulama simülasyonu kullanarak çalışmışlardır. Kontrol (tanık) denemesini 0.4 dS/m elektriksel iletkenliğe (EC) sahip yerel musluk suyu uygulaması temsil etmektedir. Polimer, yerel musluk suyuna katılarak süspansiyon şeklinde uygulanmıştır. Toprak 72 saat kurutulmuş ve ondan sonra yerel musluk suyu ve süspansiyon şeklindeki

polimer uygulanmıştır. Farklı değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) düzeylerindeki iki toprağa polimer uygulamasının, uygulanan yerel musluk suyu uygulamasına oranla daha düşük miktarda toprak kaybına neden olduğunu ve daha yüksek bir infiltrasyon oranının sürdürülmesini sağladığını belirlemişlerdir. Her iki toprakta da polimerin en büyük etkisi, en düşük değişebilir sodyum yüzdesine (ESP) sahip toprakta görüldüğünü, ancak yerel musluk suyunun ikinci uygulaması sırasında polimerin arta kalan etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Bununla beraber, her zaman polimer uygulanmasından dolayı daha yüksek infiltrasyon oranı oluşturduğundan, daha düşük toprak kayıplarının meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmada son infiltrasyon oranı ve toprak kaybı arasında üssel bir regresyon ilişkisi ortaya konulmuştur.

Zahow ve Amrhein (1992), yaptıkları çalışmada, suyun çözücülüğünü belirlemek için bir toprak kolonu yıkama çalışması yürütmüşlerdir. Sentetik polimerlerin hidrolik geçirgenliği geliştirebilir ve tuzdan etkilenmiş ağır tekstürlü bir toprağın ıslahına yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. Amerika'nın California bölgesinde değişebilir sodyum yüzdesi 8, 12, 20, 25, 32 ve 35 olan bir alandan şişen bir topraktan toprak örnekleri toplamışlardır. Polyakrilamid polimerleri (biri iyonik olmayan ve iki tanesi anyonik) ve 50 mg/kg oranında bir katyonik Quar türevi polimer, hava kurusu toprak örneklerine uygulanmıştır. Polimer uygulamaları, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 15'den düşük olan toprak örneklerinin doygun hidrolik geçirgenliğini arttırılması üzerine oldukça önemli oranda etkilemiş, ancak değişebilir sodyum yüzdesi 15'den büyük olan örneklerde önemli bir etki yaratmamıştır. Jips'in eklenmesi, değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) 32 olan bir toprağın hidrolik geçirgenliğini 0 mm/h'dan 0.063 mm/h'e yükseltmiştir. Polimerler, jips ile birlikte kullanıldığında, hidrolik geçirgenliği 0,28 mm/h'e yükselmiştir.

Barvenic (1994), suda çözünebilen poliakrilamidlerin (PAM_s), değişik tarımsal amaçlar için toprak düzenleyicileri olarak gösterildiklerini, son zamanlardaki dikkatlerin çok yüksek moleküller ağırlığa sahip (10-20g/mol) olanlar üzerinde toplandığını bildirmektedir. Sulama yapılan tarlalardan silt kayıplarını önlemek için sulama suyuna düşük ile orta yüklü (10-20 gr/mol) anyonik materyaller katıldığını, düşük ile orta arasında yüke sahip bu PAM'lar, diğer endüstrilerde çeşitli uygulamalar için kullanılan, ticari olarak geniş bir alanda kullanılan bileşikler içerisinde olduklarını belirtmiş ve bunların, kozmetik sanayinde, kişisel bakım ürünlerinde sürtünmeyi azaltmada katkı

maddeleri olarak tekstilde, petrolün kalitesinin artırmada kullanılmasının yanısıra, kağıt yapımında, gıda işlemede, cevher ayrıştırılmasında, içme ve atık suyun temizlenmesindeki katı-sıvı ayrıştırmasında kullanıldığını vurgulamıştır. Araştırmacının yaptığı bu çalışma, PAM özelliklerini (kimyası, sentezlenmesi, moleküler ağırlığı, ürün biçimi) ve toprak ile bitki sistemindeki etkileri ve toprak ile bitki sistemindeki geleceği üzerinde durmaktadır. Toprak sistemleri için (topraklar için) anyonik PAMs'lar % 0.05'den düşük kalıntı (artık) akrilamid (AMD) bulundurmaktadır. Toprak ve sucul (aquatic) ortamlarda akrilamid (AMD) biyolojik ayrıştırılmaya hazır halde olduğu bulunmuştur. Anyonik PAM'lar memeli sistemlere ağızdan ve deriden LD₅₀ (lethal doses = öldürücü doz) > 5 mg /kg olduğunu, balıklarda ise LC₅₀ (lethal concentration = öldürücü konsantrasyon) >100 mg/litre olduğunu belirtmiştir.

Tawiah ve ark.'nın (1994) yaptıkları çalışmada; GH-2, CS-7L, CN-1 ve CS-6L isimli, suyu absorbe eden 4 sentetik polimerin nem depolama kapasiteleri araştırılmıştır. GH-2 ve CS-7L polimerlerin kumlu bir toprağın (kumlu tınlı toprak ve standart kumlu toprak) fiziksel özellikleri üzerine olan etkisi tanımlanmıştır. GH-2, CS-6L, CS-7L ve CN-1 polimerlerinin şişme kapasiteleri sırasıyla 200 kat, 200 kat, 135 kat ve 170 kattır. Nem karakteristik eğrileri, polimerlerin pF=0'dan absorbe edilmiş suyun % 80-85'ni serbest bıraktığını göstermiştir (Suyun bu şekilde yavaş bırakılması, sınırlı olan sulama alanlarında yararlanılabilmir). GH -2 ve CS-7L polimerlerinin eklenmesi, kili tınlı toprak hariç toprağın su tutma kapasitelerini arttırmıştır. Ayrıca su tutma kapasitesinin artması toprağın mekaniksel özelliklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Eğer gözenek büyüklük çapı yeterli büyüklükte olsaydı, polimerler hidrate olmada iç bölgede genişleme yapacağını, böylece toplam toprak hacmini artıracığını belirtmektedirler. En yüksek nem tutma seviyeleri, 2-8 mm parçacık büyüklük aralığındaki GH karıştırılmış kumlu topraktan elde edildiğini belirlemişlerdir.

Tawiah ve ark. (1994), yüksek miktarda su absorbe eden GH-2 ve CS-7L adlı iki sentetik polimerin (HWASP), her birinde yetiştirilmekte olan süs bitkili kumlu bir toprağın (kumlu tınlı toprak ve standart kumlu toprak) nem karakteristikleri üzerine etkilerini belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Polimer uygulaması yapılmış toprakların nem tutma kapasitesi, HWASP polimerin uygulama miktarıyla orantılı olarak artmıştır. HWASP'nın etkisinin büyüklüğü kaba tekstürlü topraklarda, ince tekstürlü topraklara göre daha fazla olmuştur. Polimer uygulanmış toprağın pF'nin 2.8'e

ulaşması için geçen zaman periyodunu artırmıştır (sulama aralığını azaltmıştır). Her iki polimer de 18 aydan sonra bile etkili olmuştur ve bozulmamıştır. Toprakların su tutma kapasitesini daha iyi geliştirmesi, polimerlerin toprakta çukur açarak çukur içerisine ayrı ayrı verilmesinden çok doğrudan toprak içerisine verilerek karıştırılmasıyla sağlanmıştır. Toprakta CS-7 polimeri, GH-2 polimerinden daha fazla miktarda suyu serbest bırakmıştır. Polimerlerin saf su içerisindeki davranışlarının, toprak içerisindeki davranışlarından farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ben-Hur (1994), sulama sistemleri üretimi maksimize (maksimum) veya optimize (optimum) ederken suyun korunması, sulama girdisinin azaltılması ve çevre kirliliğinden kaçınacak biçimde düzenlenmesi gerektiğini, kendi kendine hareket eden yağmurlayıcı sulama sistemlerinin (MSİS) son zamanlarda çok popüler olduğunu, yüzey akışı ve erozyonun bu sulama sisteminde kimi durumlarda fazla miktarda olduğunu belirtmiştir. Araştırmacının bu derleme ile MSİS’le yapılan sulama ile oluşan yüzey akışı ve erozyon ilişkin 3 konuyu açıklamaktadır. Bunlar; 1- Sulama sırasında yüzey akışı ve erozyon artışına neden olan faktörler, 2- Yüzey akışın bitkisel üretime etkisi, 3- Yüzey akışın ve erozyonu azaltan ve ürün verimini artıran polimer uygulamalarının yararlı etkileridir. Bu sistemle (MSİS) hektar’a 100 mm sulama yapıldığında 3 m²’lik birbirini izleyen siltli tın ve killi vertisol toprakta yüzey akışı sırasıyla % 53 ve % 39 olduğunu, fazla miktardaki yüzey akışına toprak yüzeyindeki geçirimsiz tabakanın oluşmasının neden olduğunu belirtmiştir. Arazideki eğim boyunca yüzey akış hareketini önlemek, mevcut su dağılımının homojenliğini artırarak yer fıstığı veriminde 880 kg/ha artış sağlamıştır. 20 kg/ha poliakrilamid (PAM) ve 40 kg/ha Polisakkarid’in sulama öncesi toprak yüzeyine uygulanması yüzey akış ve erozyonu önemli ölçüde düşürmüş ve MSİS’le sulanan pamuk ve patates verimini artırmıştır. Araziye polisakkarid (PS) uygulanması suda çözünme oranının yüksek olması ve düşük viskozite özelliği sebebiyle PAM’dan daha uygun olduğunu belirtmiştir.

Öztaş ve ark. (2000), toprağın strüktürel davranışının toprağa giren ıslah maddeleri ve toprak yönetim uygulamalarıyla değiştiğini belirtmişler ve yapmış oldukları çalışmada polivinilalkol’ün (PVA) agregat stabilitesi ve diğer strüktürel özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Farklı tekstür özelliğine sahip topraklar üzerine 0.001 ve 0.005 w/w (kütlece) oranlarında PVA uygulamışlardır. Çalışmada; hacim yoğunluğu, dispersiyon oranı, ıslak agregat stabilitesi ortalama ağırlıklı çap ve

agregat direnci gibi stürüktürel parametrelerdeki değışiklikler belirlenmiştir. Toprağın gelişimi polivenilalkol uygulamalı veya polivenilalkol (PVA) uygulamaz topraklarda strüktürel parametrelerin karşılaştırılmasıyla değlendirilmiştir. Toprağa polivinil uygulaması sonucu agregat stabilitesi ve direnci üzerinde önemli bir etki gözlenmiş ve parçalanma kuvvetlerine karşı her bir agregatın direncinin arttığını ve daha yüksek bir agregat stabilitesine sahip olmasını sağladığını belirlemişlerdir.

Gren ve Stott (2001), Dünyada, toprak niteliğinin bozulmasının önemli bir sorun olduğunu, anyonik poliakrilamid'i (PAM) kapsayan toprak ıslah edici maddelerinin kullanımının toprak kaynaklarının korunmasında farklı seçeneklerden birisi olduğunu ve poliakrilamid'in 1990'lı yıllarda önemli çok sayıdaki araştırmaya konu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, PAM çalışmalarındaki ilerlemeleri ve son bulgulara ilişkin konuları derlemişlerdir. Bir toprak düzenleyici olarak PAM, süspans haldeki parçacıkların flokulasyonunun yanı sıra agregatları stabilize etmede kullanılabileceğini de belirtmişlerdir. Poliakrilamid, karık sulamada, erozyon ve yüzey akışı azaltırken, toprak ve su kalitesi ile su kullanım etkinliğini geliştirmektedir. Yağmurun yağdığı tarım alanlarında ve yağmurlama sulamada, PAM erozyonun yanı sıra yüzey geçirimsizliğini ve kabuklanmayı azaltmada kullanılır. Ayrıca PAM, yapı inşaat, otoban şevleri ve diğer doğal yapısı değiştirilmiş topraklardaki dik eğimleri stabilize etmek için kullanılmaktadır. PAM'ın ekonomik olması, onun bir çok alanda kullanımını artırmaktadır. PAM, sulama suyu içerisine düşük oranlarda uygulanabildiği karık sulama sistemlerinde ekonomik bakımdan çok uygundur. Yapı(inşaat) uygulamalarında, PAM'ın işçilik ve materyal maliyetlerini azaltmaktadır. PAM'ın uygulanabileceği koşullarda, doğal yağışın düştüğü tarım alanlarında PAM, ekonomik olabileceğini, örneğin yüksek düzeyde kaymak tabakası oluşturan topraklarda (organik artık miktarı düşük olan) bu döngüyü (kaymak tabakası bağlama döngüsü) kırmak için PAM'ın kullanıldığını belirtmişlerdir. Bir toprak düzenleyici olarak, PAM toprak kaynaklarımızın yönetiminde kullanılan bir yardımcı araç olduğunu bildirmişlerdir.

William ve ark. (2002), suda çözünebilir poliakrilamid (PAM) karık sulama suyu içerisine 1-10 gr/m³ oranında (örneğin 1-10 ppm) uygulandığında, infiltrasyonun geliştirmekte, erozyonu önlemede oldukça etkili ve çevresel olarak güvenli bir madde olarak tanımlanmaktadır. Her yıl her bir hektarlık alandaki tonlarca üst toprağı koruduğunu, erozyonun neden olduğu toprak kayıplarını % 97'ye kadar azalttığını ve su

infiltrasyonunu geliştirdiği için sulama suyu içerisine bir katkı maddesi olarak poliakrilamidin tarımsal kullanımının, 1995 yılında ticari olarak girişinden bu yana hızlı bir biçimde geliştiğini belirtmektedirler. Değişik polimerler ve biyo polimerler (Biyolojik polimerler) toprak yüzey strüktürünü ve gözenek sürekliliğini stabilize ettiği için uzun zamandan beri yardımcı toprak düzenleyicileri olarak tanımlanmaktadır. Toprak düzenleyicinin tüm toprak yüzey tabakası (15 cm derinlik) içerisine karıştırılarak geleneksel uygulama yöntemi yerine, yüksek molekül ağırlıklı anyonik PAM'ın sulamanın ilk birkaç saatinde sulama suyuna katılan toprak düzenleyicinin yeni yaklaşımı (stratejisi) polimer maliyetinde önemli bir tasarruf sağlamaktadır. Sulama suyuna PAM'ın katılmasıyla, akan su ile temasta bulunan tarla yüzeyi %25-30'nun toprak su ara yüzeyindeki katmanda 1-5 mm kalınlıktaki tamamen önemli tabakada toprak strüktürünü geliştirdiğinin belirtmektedirler. Yüklü polisakkarit olan şitosen (chitosan) gibi biyo polimerlerle ve endüstriyel selüloz türevleri PAM'a biyo polimer olarak potansiyel gözükmektedir. Bunların başarısının üretimindeki ekonomikliliğine bağlı olacağını belirtmektedirler.

Aksakal ve Öztaş (2004), toprağın strüktürel davranışının, toprak materyallerinin toprağa verilmesi ve toprak yönetim uygulamaları ile değiştiğini, sentetik polimerlerin, kil yüzeylerine bağlanmaları sebebiyle kararlı strüktürel stabilite (stabilize structural stability) ve toprak agregatlaşmasını geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Araştırcıların yaptıkları bu çalışma, tınlı ve kumlu tınlı tekstürlü topraklarda maksimum hacim yoğunluğu ve optimum nem içeriği ilişkileri üzerinde polivinil alkolün (PVA) etkileri araştırılmıştır. PVA, ağırlık esasına göre (w/w) 0.001 w/w, 0.003 w/w ve 0.005 w/w oranlarında uygulanmıştır. PVA uygulanmış ve uygulanmamış toprak örnekleri standart kasegrande testi kullanılarak sıkıştırılmıştır. PVA uygulama oranı artıkça kuru hacim yoğunluğunun azaldığını, fakat maksimum kuru hacim yoğunluğunda elde edilen optimum nem içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Aksakal ve Öztaş (2004), polivinil alkol'ün strüktürel stabilite üzerinde olan etkilerinden dolayı, toprak düzenleyici (stabilizer) olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Araştırcıların yaptıkları bu çalışmada, Polivinil alkol'ün (PVA) farklı tekstüre sahip toprakların sıkışabilirliği üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. PVA, toprak örnekleri üzerine 0.005 w/w bir oranda uygulanmıştır. Toprak örnekleri, 7.5 cm çapında ve 11.2 cm yüksekliğindeki bir sutun (kolon) içerisine yerleştirilmiş ve farklı nem

içeriklerinde (% 3, % 6 % 9 , % 12, % 15, % 18, % 21, ve % 24) olup 5, 10, 15, 20, ve 25 hammer blows' altında sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılmış toprak örneklerinde hidrolik iletkenlik sabit yük–permeabilite yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Hidrolik iletkenlik değerleri, toprak sıkışma düzeylerinin artmasıyla azalmış olmasına rağmen, PVA uygulaması yapılmış örneklerinin hidrolik iletkenlikleri, PVA uygulaması yapılmamış örneklerin hidrolik iletkenliklerinden önemli bir düzeyde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. PVA'ün hidrolik iletkenlik üzerindeki etkisi Tınlı tekstürlü topraklarda, kumlu tınlı tekstürlü topraklarla karşılaştırıldığında çok daha belirgin biçimde ortaya çıktığını belirlemişlerdir.

Polimerler toprak partüküllerini kümeleştirebilen adesif özelliklere sahip toprak düzenleyicileri olarak toprağa daha iyi strüktür kazandırmak için kullanılmaktadır. Toprakta killer üzerinde polimerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlanmakta, adesif özellikleri sürdüren çözünemez kompleksler oluşmaktadır (Schamp ve Huylebroeck 1973). Toprak strüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya sürdürmek için kimyasal toprak düzenleyicilerinin toprağa uygulanması yüksek su infiltrasyonu sağlamada ve yüzey akış ile erozyonu azaltmada etkili olmaktadır (Ben-Hur 1994) . Hatta polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımı ile toprak erozyonu en aza indirilebilmekte veya tamamen önlenebilmektedir(Wallace ve Wallace 1986) .

Yapay polimerler porozite ve hidrolik iletkenliği artırmada, su tutma kapasitesini geliştirmede etkili olmaktadır (Shanmuganathan ve Oades 1982).

Yapay polimerler toprak partiküllerini bağlama mekanizması ile ilgili olarak çalışan birçok araştırmacı arasında yer alan Haris ve ark. (1996), yapay polimer ile toprak partikülleri arasında oluşan bağlanma mekanizmasını;

- 1- Pozitif olarak yüklenmiş kil kenarları ile polimerlerin negatif olarak yüklenmiş karboksil grupları arasındaki bağ oluşumu,
- 2-Kil minerallerinin oksijen atomları veya serbest hidroksilleri ile polimer molekülünün karboksilleri veya hidroksilleri arasındaki hidrojen köprüsü oluşumu,
- 3-Negatif olarak yüklenmiş kil yüzeyleri ve polimer karboksilleri arasındaki katyon köprüsü oluşumu olarak açıklamışlardır.

Boodt (1979), katyonik özelliğe sahip yapay polimerlerin negatif olarak yüklenmiş kil yüzeyleriyle doğrudan elektrostatik bağ kurduklarını, anyonik özelliğe sahip polimerlerin ise kil partikülleri üzerinde adsorbe olmuş divalent veya trivalent katyonları ile elektrostatik bağ oluşturduklarını belirtmiştir. Aynı araştırmacı iyonik olmayan polimerlerin ise toprak partikülleri ile hidrojen bağları veya Vander Wals kuvvetiyle bağ kurduklarını açıklamıştır.

Pozitif yüklü polimerler (polikasyonlar), polimerin katyonik grupları ve kil üzerindeki negatif yüklü kısımlar arasında elektrostatik interaksyonlara büyük oranda adsorbe edilirler. Negatif yüklü polimerler (polianyonlar) ise polimer ve kil yüzeyleri arasında yüklerin itme gücüne bağlı olarak çok az adsorbe edilirler. Polianyonlar tutma mesafelerinin geniş olması nedeniyle flokülant olarak etkili olurken, yüksüz polimerler kil/ toprak partikül yüzeyleri arasında boya tabakası gibi yayılabildiklerinden toprak düzenleyicisi olarak daha etkili olmaktadır (Theng 1982) .

Malik ve Letey (1991) , polimerlerin adsorpsiyonu ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlara varmışlardır.

- 1-Toprak tarafından polimerlerin adsorpsiyonu, çoğunlukla dış yüzeyde olmakta ve polimerler agregatlara nüfuz etmemektedir.
- 2-Polimerin adsorpsiyonu, kil gibi yüklü yüzeylerde polimerin yük yoğunluğu belirlemektedir.
- 3-Polimerin yüksüz yüzeylerde (toprak ve kum gibi) adsorpsiyonu moleküler büyüklüğü, kıvrılma gerilme özellikleri belirlemekte, moleküller büyüklük ve zincir genişliği artmasıyla adsorpsiyon artmaktadır.

Bazı araştırmacılara göre PAM, bir solüsyon biçiminde toprak yüzeyine uygulandığında kolayca ve geri dönüşümsüz bir biçimde toprak partiküllerince adsorbe edilmektedir (Malik ve ark.,1991). Bundan dolayı 1-5 cm derinlik içinde esas etki görülmektedir (Mitchell 1986). Malik ve Letey (1991), ise uygulanan PAM'ın görünüşe göre toprak agregatlarının dış yüzeyini kuşattığını ileri sürmektedir. Levy ve ark (1992), anyonik PAM ve katyonik polisakkarid (PS) olmak üzere iki polimerin 5, 10, 20 gm⁻³ gibi düşük konsantrasyonlarının etkilerini araştırdıkları bir çalışmada toprak agregatlarını stabilize etmede her iki polimerin etkili olduğunu, fakat PAM'ın aynı zamanda daha uzun molekülleri ve sınırlı adsorpsiyon nedeniyle agregatları bir araya

getirerek çimentolamada ve erozyon dirençlerini artırarak toprak kayıplarını azaltmada daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada final infiltrasyon oranı ve toplam infiltrasyon üzerinde optimal etki için 20 gm^{-3} PS'ye oranla PAM'ın 10 gm^{-3} gibi düşük konsantrasyonunun yeterli olduğu saptanmıştır.

Toprakların fiziksel özellikleri üzerinde polimerin etkisiyle ilgili olarak birçok araştırma yürütülmüştür. Wallace ve Nelson (1986) , uygun biçimde kullanıldıklarında suda eriyebilir toprak düzenleyicilerin etkilerini şu şekilde sıralamışlardır.

- 1-Killi toprakta poroziteyi artırmakta
- 2-Killi topraklarda infiltrasyonu artırmakta
- 3-Toprakta yüzey kabuk oluşumunu önlemekte
- 4-Erozyon ve yüzey akışı önlenmekte
- 5-Toprak strüktürünü iyileştirerek toprak işlemeyi kolaylaştırmak
- 6-Yağmurdan veya sulamadan sonra toprağın daha kolay kuruması ve böylece toprağın çok geçmeden işlenebilmesi olanaklı olmakta
- 7-Toprak işlemede gerekli enerjide azalma olmakta
- 8- Toprağa verilen organik madde değerinde artış olmaktadır.

Wallace ve Wallace (1986) , yüksek kil içeriği, alkalilik ve aşırı tuzluluk gibi koşullara bağlı olarak drenajı zayıf olan topraklarda toprak düzenleyicilerinin kullanımı ile böyle topraklarda drenajın iyileştiğini belirtmişlerdir.

Toprakların fiziksel özellikleri üzerinde polimerin etkisini saptamak üzere Wallace ve Wallace (1990) yürüttükleri bir çalışmada; sulama suyuyla 2 kg ha^{-1} 'in biraz üzerinde polimer uygulandığında toprağın fiziksel özelliklerinin pulluk derinliği boyunca geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Polimer uygulamasıyla sağlanan yararların toprağın daha iyi havalanması, suyun toprakta muhafazası ve toprak erozyonunun kontrolü anlamına geldiği belirtilmiştir.

Uysal (1986); Rendzina, Kireçsiz Kahverengi ve Regosol topraklarda PVA uygulaması ile agregat stabilitesinde büyük artış sağlandığını ve oransal olarak en büyük artışın kumlu bünyeli topraklarda olduğunu saptamıştır.

Polimerin etki oranının toprağın kil içeriği ve organik madde içeriği ile değiştiğini belirten Wallace ve Wallace (1990), PAM kullanarak yaptıkları çalışmada, toprakta kil

oranının yüksek olması durumunda daha yüksek PAM konsantrasyonuna gereksinim duyulduğu sonucuna varmışlardır.

Uysal ve ark. (1995), laboratuvar koşullarında yapay yağmurlayıcı kullanarak farklı özelliklere sahip 6 adet toprak örneği üzerinde yürüttükleri bir araştırmada, yüzey akış ve toprak kaybı üzerinde bir anyonik PAM ve bir iyonik olmayan PVA polimerlerinin etkisini incelemişlerdir. 1×10^{-3} ve $5 \times 10^{-3} \text{ gL}^{-1}$ olmak üzere iki farklı konsantrasyonda uygulanan polimerlerin erozyon üzerine etkileri toprak özellikleriyle birlikte ele alınarak değerlendirilmiş ve polimerlerin etkisinin toprak özelliklerine göre değiştiği, en etkili toprak özelliklerinin bünye, organik madde ve agregat stabilitesi olduğu saptanmıştır.

Kil dispersiyonunu kontrol etmek ve göreceli yüksek infiltrasyon oranını sürdürmek için toprak yüzeyine elektrolitlerin ve toprak düzenleyicilerin uygulanması yüzey akış ve erozyonu kontrol etmede birer seçenek olarak belirtilmektedir (Agassi ve Ben- Hur 1992).

Shainberg et al (1990), toprak çözeltisindeki elektrolitlerin toprak killini floküle ederek agregat stabilitesi üzerinde polimerin yararlı etkisini artırdığını ve su erozyonun büyük oranda azalttığını belirtmişlerdir.

Wallace ve Wallace (1986) , PAM uygulamasının erozyon üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada kuru granüler toz olarak toprak yüzeyine $16,8 \text{ kg ha}^{-1}$ oranında polimer uygulamasının erozyonu tamamen önlediğini saptamışlardır. Daha düşük oranda yapılan uygulamalarında oldukça başarılı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Shainberg ve ark. (1990), PAM 'ın $10, 20$ ve 40 kg ha^{-1} gibi farklı oranlarda yüzeye uygulanan stabil olmayan topraklarda IR ve yüzey akış üzerine etkisini yapay yağış koşullarında araştırdıkları çalışmada, 20 kg ha^{-1} PAM 'ın etkisinin çok yararlı olduğunu saptamışlardır. Ayrıca optimal oranda PAM 'ı PG ile uygulanmasının topraklarda kontrolün 2-3 katı yağış girişini arttırdığını belirlemişlerdir.

Polimerlerin topraktaki etkileri üzerinde polimerin uygulanış biçiminin önemli olduğu yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkarılmıştır. Mitchell (1986), toprak erozyonunu azaltmada polimerlerin kuru granüler biçiminde toprağa karıştırılarak veya toprağa karıştırmaksızın serpme şeklinde, püskürtülerek veya sulama suyuna karıştırılarak salma sulama şeklinde uygulanabildiğini belirtmiştir. Aynı araştırmacı sözü

edilen uygulama biçimlerinin tümünün yer aldığı çalışmada PAM yapay polimerinin solüsyon şeklinde sulama suyu ile birlikte uygulanmasının toprak fiziksel özelliklerini düzeltmede en çok etkili olduğunu PAM'ın toprak partiküllerince kolay ve geri dönüşümsüz olarak adsorbe edildiğini ve bundan dolayı toprağın 1-5 cm derinliğinde esas etkinin meydana geldiğini saptamıştır.

Yapay polimerlerin toprağa uygulanışı ile yapılan diğer bir çalışmada tarla koşullarında üç yöntem denenmiştir. Bu yöntemler; 1-püskürtme, 2-toprağı karıştırma, 3-damlama biçiminde belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre tarla koşullarında suya dayanıklı agregat çaplarının artışında ve bitkilerde daha iyi kök gelişimi sağlamada en etkili yöntemin damlama olduğu saptanmıştır (Shaviv ve ark.1989).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri Hakkında Genel Bilgiler

3.1.1. Coğrafik Konum ve Fizyografya

Bursa ili Marmara Bölgesinin güneyinde, Susurluk Havzası içerisinde yer almakta olup, 39°35'-40°40' kuzey enlemleri ile 28°10'-30°00' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Kuzeyde İstanbul ve Kocaeli, doğuda Bilecik, güneyde Kütahya ve batıda Balıkesir illeri ile çevrili olan Bursa ili, 1.104.301 ha yüzölçümüne sahiptir (Anonim 1995a).

İl toprakları çukur alanlarla birbirinden ayrılmış olup, il topraklarının yaklaşık % 35'ni kaplayan dağlar genellikle doğu-batı yönünde uzanmaktadır. Kuzeyde il topraklarına sınır olan Samanlı Dağları ile bunun güneyindeki Katırlı ve Mudanya Dağları arasında, içinde İznik Gölü'nün de bulunduğu çukur alan yer alır. Doğuda İnegöl ve Yenişehir Ovaları, ortada Bursa Ovası, batıda ise Karacabey ve Mustafa Kemalpaşa Ovaları bulunmaktadır. Marmara bölgesinin en önemli yükseltisi olan Uludağ da Bursa sınırları içinde yer almaktadır (Erkuş 1982, Anonim 1995a).

Bursa ili akarsu ağı bakımından zengin sayılabilir. İlin doğu kesimlerindeki sular Kocasu'ya karışarak Sakarya'ya batı yarısındaki sular da Susurluk çayına dökülürler. Uludağ'ın güneyinden doğup bu dağı yarararak Bursa Ovasına açılan Nilüfer çayı da Susurluk çayına karışmaktadır. İl sınırları içinde yer alan İznik ve Uluabat Gölleri ilin iki önemli tatlı su gölünü oluşturmaktadırlar (Erkuş 1982).

3.1.2. Jeoloji

Bursa ili topraklarının yapısı çeşitli yaşlardaki kütlelerden oluşmaktadır. İl merkezinin güneydoğusunda yer alan Uludağ'ın temelini paleozoik (1. zaman) yaşlı granit (mağmatik kütle) ile gnays ve mikaşistler (başkalaşım kütleleri) oluşturmaktadır. Bu kütleler üzerindeki mermerler (başkalaşım kütlesi) dağın kuzey eteklerinde bir şerit halinde yayılmıştır.

İnegöl çevresinde geniş bir alanı kaplayan Neojen kireçtaşları (tortul kütle) granit ve gnayslardan oluşan paleozoik kütle içine sokulmuştur. Mudanya'da kumtaşı, marn, kireçtaşı gibi Neojen yaşlı tortul kütleler çok geniş bir alanı kaplamaktadır. Yenişehir

ovasının çevresi Neojen tepeleriyle kaplı olup, batı bölümünde paleozoik yaşlı şist ve kireçtaşları ile mezozoik (II. zaman) yaşlı kireçtaşları görülmektedir (Anonim 1995a).

Bursa ili topraklarının yaklaşık % 17'sini kaplayan ovalar kuvarterner (IV. zaman) yaşlı alüvyonlarla kaplıdır. Bölge çeşitli jeolojik zamanlar boyunca oluşan orojenik (Dağ oluşumu) ve epirojenik (Yer kabuğunun çok yavaş, düşey ve düşeye yakın yükselme ve alçalmaları) hareketlerden geniş çapta etkilenmiş, kıvrılmış ve kırılmıştır. Bugünkü şeklini kuvarternerden almıştır. İlin batısından başlayan doğudaki Yenişehir havzasına uzanan doğu-batı yönlü tektonik bir hat vardır (Anonim 1995a).

3.1.3. İklim

Marmara denizi kıyı şeridinde yer alan Bursa ilinde genellikle Akdeniz iklim tipi hakim olup, yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Denizden uzaklaştıkça iç kısımlarda yarı karasal iklim görülmektedir (Korukçu ve Arıcı 1986).

Bursa ovası Akdeniz ikliminin genel özelliklerini gösterse de bölgenin ortalama sıcaklığı düşük, yağış dengesi daha düzenlidir (Korukçu ve ark. 1989). Genellikle ilçeler arasında klimatolojik değerler bakımından çok önemli farklılıklar söz konusu değildir. Yıllık yağış toplamı yüksek ve aylara dağılışı da Akdeniz bölgesine kıyasla kısmen düzenlidir. De Mortonne'nin kuraklık indisi eşitliğine göre yaz ayları kurak, sonbahar ve ilkbahar ayları da az nemli iklim karakterini göstermektedir (Sefa 1983).

Bursa iline ilişkin meteorolojik değişkenlerin aylık ve yıllık ortalamaları çizelge 3.1.'de verilmiştir. Çizelge 3.1.'de görüldüğü gibi yıllık ortalama sıcaklık 14,4 °C, ortalama oransal nem % 68,6' dır. Ortalama yıllık toplam yağış 691,9 mm olup, bunun % 38'i kışın, % 26'sı ilkbahar, % 10'u yaz ve % 25,4'ü sonbaharda düşmektedir. Yılın en yağışlı geçen ayları Aralık, Ocak, Şubat en kurak ayları ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür.

3.1.4. Doğal Bitki Örtüsü

Bursa ilinin bitki örtüsü iklim özelliklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. İlin Marmara denizine olan kıyı bölümleriyle, Samanlı dağlarının güneyinde 200-250 m yüksekliğine kadar yayılmış maki toplulukları görülür. Ayrıca bu bitki topluluğuna Mudanya ilçesi dolayında alçak yerlerde de rastlanmaktadır.

Bursa iline bağlı olan ilçelerde farklı ağaç türlerine rastlanılmasına karşın, genel olarak il’de meşe, kayın, karaçam, gürgen, köknar, çınar, kocayemiş, akçağaç ve kızılğaç yaygın ağaç türlerini oluşturmaktadır. Uludağ’ın güney eteklerinde köknar, kavak ve ardıç gibi türler bulunurken, dağın 1400 metreden sonraki yüksekliklerde Uludağ köknarı, karaçam, titrek kavak, bodur ardıç gibi ağaçlar bulunmaktadır. İl’in yaz sıcaklıklarının en çok hissedildiği iç bölümlerinde de step karakterinde otsu bitkilere rastlanır (Anonim 1995a).

3.2. Materyal

Araştırmada materyal olarak, Bursa ili ve civarındaki farklı büyük toprak gruplarına ait eğimli tarım topraklarından alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. 1/100000 toprak haritasından yararlanılarak Bursa ili ve civarındaki mevcut büyük toprak gruplarının dağılım alanları incelenmiş ve 4 farklı büyük toprak grubundan (Kırmızı Kahverengi Akdeniz, Koluviyal, Kireçsiz Kahverengi Orman ve Kahverengi Orman toprağı) olmak üzere pulluk derinliğinden yaklaşık 200-250 kg toprak örneğı alınmıştır. Alınan bu örneklere Polivinil alkol (PVA) spreylenecek yağış uygulamasında ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu örneklerin alındıkları yerler ve bunlarla ilgili bazı açıklamalar çizelge 3.2.’de verilmiştir. Araziden alınarak laboratuvara getirilen toprak örneklerinin toprak hazırlığı yapıldıktan sonra PVA ve yağış uygulaması için 30 x 45 x 15 cm’lik boyutlarındaki parsellere yerleştirilmiştir. Yağış uygulaması için yüksek kinetik enerji ile çalışabilen, Veejet 80100 tipi püskürtücüye sahip olan bir yapay yağmurlayıcı (Rainfall Simulator) kullanılmıştır

3.3. Yöntem

3.3.1. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanmasında Uygulanan Yöntemler

Araştırma konusu ile ilgili olarak Bursa ili ve civarındaki mevcut büyük toprak gruplarını gösteren 1/100.000 ölçekli toprak haritası incelenmiş ve 4 farklı büyük toprak grubundan ayrı ayrı olmak üzere yaklaşık 200-250 kg toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca örnek alınan tarlaların eğimi “eğim ölçer” aletiyle belirlenerek kaydedilmiştir (Anonim 1951).

Çizelge 3.1. Bursa İli İklim Durumu (İlin Denizden Yüksekliği 100 m).

Meteorolojik Elemanlar	Gözle m Süresi (Yıl)	Yıllık Ortalama	Aylar											
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmu z	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (°C)	65	14,4	5,2	6,0	8,2	13,4	17,3	21,7	24,1	23,6	19,7	15,3	10,9	6,0
Ort. Nisbi Nem (%)	65	68,6	73,0	72,7	71,9	69,5	69,1	62,1	59,1	60,3	65,9	72,1	75,1	74,6
Ort. Yağış Miktarı (mm)	66	691,9	89,2	74,1	66,0	59,7	52,9	31,6	22,8	17,2	37,7	59,8	78,3	101,1
Ort. Karla Örtülü Gün Sayısı	65	9,3	3,4	3,3	0,9	0,0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,1	1,6
Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	53	2,5	3,1	3,0	2,7	2,3	2,0	2,2	2,6	2,5	2,3	1,9	2,1	2,9
Ort.Toprak Sıcaklığı (5 cm)	53	16,4	4,6	5,9	8,6	14,6	21,0	26,4	29,3	28,9	23,7	16,8	10,7	6,4
Ort.Toprak Sıcaklığı (10 cm)	36	16,0	4,6	6,0	8,7	14,2	20,2	25,5	28,3	27,9	23,3	16,8	10,5	6,7
Ort. Donlu Gün Sayısı	65	35,3	10,6	8,7	6,2	0,8	-----	-----	-----	-----	-----	0,1	2,5	6,4
Güneşlenme Süresi (Saat/Gün)	23	6,3	3,3	3,2	4,1	5,6	7,6	9,9	10,6	9,9	8,2	5,6	4,0	3,2
En Yüksek Sıcaklık (°C)	65	42,6	23,8	26,1	32,3	36,2	37,0	40,3	41,7	42,6	40,1	36,3	31,0	26,5
En Düşük Sıcaklık (°C)	65	-25,7	-20,5	-25,7	-10,5	-4,2	0,8	4,0	8,3	7,6	3,3	-1,0	-8,4	-17,9

Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin alındığı yerler ve arazinin bazı özellikleri.

Örnek No	Büyük Toprak Grubu Adı	Örneğin Alındığı İlçe	Açıklama
1	Kırmızı Kahverengi Akdeniz	İzmit	İzmit- Orhangazi Karayolu , Boyalıca beldesi, Bayındır yol kavşağından itibaren(Orhangazi ye doğru) 3,5 km uzaklıkta yolun sağında % 8 eğimli zeytin bahçesi
2	Koluviyal	İzmit	İzmit – Orhangazi karayolu , Orhaniye köyüne dönüş kavşağından itibaren 900m (Orhaniye’ ye doğru) uzaklıkta, yolun sağındaki % 4-5 eğimli zeytin bahçesi
3	Kireçsiz Kahverengi Orman	Orhangazi	Orhangazi – Yalova karayolundan, Yeni köy kavşağından yeniköy yoluna döndükten sonra yeni köy yolundan Cihan köy ve Orta köy yol ayrım kavşağından itibaren (Cihan köy ve Orta köye doğru) 4,5 km uzaklıkta yolun solundaki % 10-20 eğimli zeytin bahçesi
4	Kahverengi Orman	Gemlik	Gemlik- Orhangazi karayolundan sol tarafa Cihatlı ve Şahinyurdu köyelerine dönüş kavşağından itibaren(Bu köylere doğru) 1,6 km uzaklıkta yolun sağındaki % 8-10 eğimli zeytin bahçesi

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri plastik örtü üzerine serilerek gölgede atmosfer koşullarında hava kurusu haline gelinceye kadar kurutulmuştur. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla hava kurusu hale gelmiş toprak örneklerinin değişik yerlerinden yaklaşık 1.5-2 kg’lık bölümü alınarak tokmakla dövülmüş ve 2 mm’lik elekten geçirilerek bazı fiziksel ve kimyasal analizler için hazır duruma getirilmiştir (Richard 1954, Jackson 1958).

PVA ve yağış uygulamasında kullanılacak toprak örnekleri ise 8 mm’lik elekten geçirilmiştir (Moldenhauer ve Long 1964, Akalan 1967, Bryan 1969). Ayrıca bu örneklerden 200-300 g’lık örnekler alınarak agregat analizlerinde kullanılmıştır (Anonim 1954, Black 1965).

3.3.2. Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizlerinde Uygulanan Yöntemler

İskelet Yüzdesi: 2 mm’den büyük çaptaki fraksiyonun toprak örneğinin ağırlık olarak yüzdesinden hesaplanmıştır (Anonim 1951).

Bünye Analizi: Toprak örneklerinin % kum, mil ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1962) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenerek bünye üçgeni yardımıyla bünye sınıfları saptanmıştır (Black 1957).

Kil Oranı: Bouyoucos'un kil oranı formülünden hesaplanmıştır (Neal 1938, Taysun 1981).

$$\text{Kil Oranı} = \frac{\% \text{ Kum} + \% \text{ Mil}}{\% \text{ Kil}}$$

Mil Oranı: Bünye analizinde elde edilen % mil değerinin % kil değerine bölünmesiyle hesaplanmıştır (Chakrabarti 1971, Taysun 1977).

Tarla Kapasitesi: 1/3 atmosfer basınç altında Pressure-Plate aleti ile belirlenmiştir (Anonim 1954).

Solma Noktası: 15 Atmosfer basınç altında, Pressure-Plate aleti ile saptanmıştır (Anonim 1954).

Süspansiyon Yüzdesi: Disperse edilmemiş toprak örneğinin sedimentasyon silindirinde 20 defa alt üst edilmesinden sonra 40. sn'deki hidrometre değeri okunarak hesaplanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formül yardımıyla yapılmıştır (Anonim 1954).

$$\text{Süspansiyon yüzdesi (\%)} = \frac{40. \text{ sn'deki düzeltilmiş hid. okunması}}{\text{Etüv kurusu toprak ağırlığı (g)}} \times 100$$

Dispersiyon Oranı: Disperse edilmemiş toprak örneğinde okunan 40 sn'deki hidrometre değerinden yararlanılarak hesaplanan Bağlanmamış (Mil + Kil) miktarından ve Kalgon çözeltisi ile disperse edilen toprak örneğinde 40. sn'deki hidrometre değerinden yararlanılarak hesaplanan Toplam (Mil + Kil) miktarları dikkate alınarak aşağıdaki formül yardımıyla dispersiyon oranı belirlenmiştir (Anonim 1954, Taysun 1981).

$$\text{Dispersiyon oranı (\%)} = \frac{\text{Disperse edilmemiş örnekteki (Mil + Kil)}}{\text{Toplam (Mil +Kil)}} \times 100$$

Agregasyon Yüzdesi: Disperse edilmiş ve disperse edilmemiş toprak örneklerindeki toplam (mil + kil) miktarı hidrometre okumaları ile belirlenip, formül aracılığıyla agregasyon yüzdesi hesaplanmıştır (Anonim 1954).

$$\text{Agregasyon Yüzdesi(\%)} = \frac{\text{Disp. Edilmiş örnekteki (mil+kil)} - \text{Disp. Edilmemiş örnekteki (mil+kil)}}{\text{Disperse edilmiş örnekteki (mil+kil)}} \times 100$$

Strüktür Stabillite İndeksi veya Ölçütü: 8 mm elekten elenmiş toprağın mekanik analizinde ölçülen (mil+kil) fraksiyonlar toplamından, agregatlardan süspansiyona dispers olan veya dispers halde bulunan (mil+kil) fraksiyonlarının toplamı çıkarılarak belirlenmiştir(Sönmez, 1994).

$$\text{Strüktür Stabillite İndeksi} = \text{Toplam (mil+kil)} - \text{Süspansiyonda dispers olan (mil+kil)}$$

Agregat Stabillitesi: 5; 3,15; 2; 1 ve 0,2 mm çaplı beşli elek takımı kullanılarak Yoder'in ıslak eleme yöntemi ile tayin edilmiştir (Anonim 1954). Agregat Stabillitesi Kemper'in formülü yardımıyla hesaplanmıştır (Black 1965).

Erozyon Oranı: Akalan'ın modifiye ettiği aşağıdaki erozyon oranı formülünden hesaplanmıştır (Akalan 1967).

$$\text{Erozyon Oranı} = \frac{\text{Süspansiyon \% 'si}}{\text{Toplam (Mil + Kil)}} \times \frac{1/3 \text{ Atm. \% 'si}}{\% \text{ Kil}} \times 100$$

Toprak Reaksiyonu (pH) : Toprak örneklerinin pH değeri 1: 2.5 oranında toprak:su süspansiyonunda cam elektrotlu Orion 720 A model pH/iyonometre'sinde belirlenmiştir (Grewelling ve Peech 1960).

Elektriksel İletkenlik(EC): 1:2.5 oranında hazırlanan toprak:su süspansiyonunun elektriksel iletkenliği ölçülerek belirlenmiştir(Anonim 1954).

Kireç (CaCO₃) : Toprak örneklerinin CaCO₃ kapsamaları, Hızalan ve Ünal (1966) tarafından bildirildiği şekilde, Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir.

Organik Madde: Toprak organik maddesi Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde, modifiye edilmiş Walkley Black yöntemine göre belirlenmiştir.

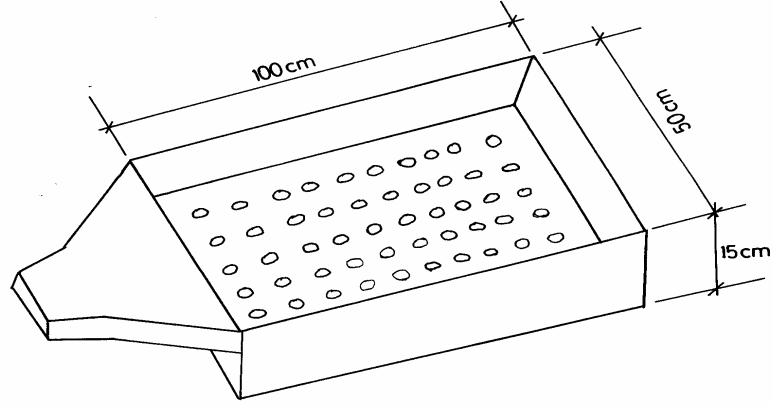
Toplam Azot: Modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar,1972).

Değişebilir Katyonlar: 1 N amonyum asetat (pH:7) ile ekstraksiyon yöntemiyle belirlenmiştir (Pratt 1965).

3.3.3.Toprak Örneklerinin Laboratuvar Denemesine Hazırlanmasında Uygulanan Yöntemler

Laboratuvar koşullarında yürütülen erozyon denemesinde 30x45x15 cm boyutlarındaki erozyon parselleri kullanılmıştır. Bu tip erozyon parsellerinin benzerleri ve değişik boyutlarda olanları birçok araştırmacı tarafından da erozyon denemelerinde kullanılmıştır (Moldenhauer ve Long 1964, Bryan 1968, Karakaplan 1976). Yapay yağış uygulaması için toprak hazırlığının yapıldığı erozyon parselli Şekil 3.1'de verilmiştir.

Alt kısmında drenaj delikleri bulunan erozyon parsellerinin tabanına önce tülbent bezi serilmiş ve daha sonra tülbent bezinin üzerine 7 cm kum konularak yüzeyi düzeltilmiştir. Kum tabakası yüzeyine tekrar tülbent bezi serildikten sonra üzerine yüzey akış çıkışına kadar gelecek şekilde 5 cm kalınlıkta 8 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneği ile doldurularak üzeri dikkatli bir şekilde düzeltilmiştir (Akalan 1967, Taysun 1981). Toprak örneği üzerine 0 (tanık), 250, 500 ve 750 mg/L konsantrasyonlarında hazırlanan polivinilalkol (PVA) polimeri sırasıyla, 0, 185, 370 ve 555 g PVA/da oranlarında püskürtülerek uygulanmıştır. PVA uygulaması yapılan erozyon parseli Şekil 3.2.'de görülmektedir. Polimer uygulandıktan 24 saat sonra erozyon parseli, % 9 eğim verilmiş olan sehpa üzerine yerleştirilerek yağış uygulaması yapılmıştır.



Şekil 3.1. Erozyon Parselinin Şematik Görünüşü.

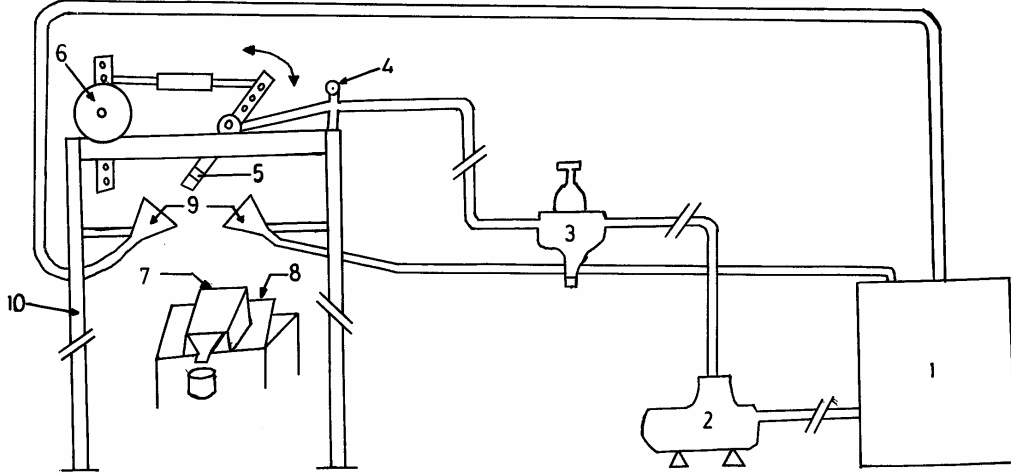


Şekil 3.2. Toprak konulmuş erozyon parseli üzerine PVA uygulanması.

Shainberg ve ark. (1990), polimer uygulanmış toprak yüzeyinin tamamen kurumasının polimerin bağlanma etkisini artırdığını belirtmişlerdir. Polivinilalkol çözeltisi, katı parçacıklar halindeki PVA polimerinin saf suda maksimum 70 °C'ye kadar su banyosu üzerinde eritilmesiyle hazırlanmıştır (Stefanson 1973; Uysal ve ark.1995, 1996). Polivinilalkol polimerinin toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak erozyona etkilerini belirlemek amacıyla her bir toprak örneği için tanık parseller (saf su uygulanmıştır) hazırlanmış ve yağış uygulamasına tabi tutulmuştur. Araştırma topraklarına yapılan her bir PVA dozu uygulaması 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.3.4. Yapay Yağmurlayıcının Yapısı

Bu araştırmada laboratuvar koşullarında çalışan bir yapay yağmurlayıcı (Rainfall Simulator) kullanılmıştır. Yapay yağmurlayıcının yapısı Şekil 3.3.'de verilmiştir.



- | | | |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Su kaynağı | 2. Su pompası (Elektropomp) | 3. Regülatör |
| 4. Manometre | 5. Püskürtücü meme | 6. Elektrik motoru ve redüktör |
| 7. Erozyon parseli | 8. Eğimi ayarlanabilir sehpa | 9. Fazla suyu toplama kapları |
| 10. Taşıyıcı ayaklar | | |

Şekil 3.3. Yapay Yağmurlayıcının Yapısı.

Kullanılan bu yapay yağmurlayıcı Bubbenzer ve Meyer tarafından geliştirilen, yüksek kinetik enerjili Veejet 80100 tipi bir püskürtücü ile çalışan modelin modifiye edilmiş bir benzeridir (Taysun 1981). Yapay yağmurlayıcıda bulunan püskürtücü, parsel yüzeyinden yaklaşık 2,5 m yükseklikte salınım yaparak yağış yağdırmaktadır. Şekil 3.3. incelendiğinde yapay yağmurlayıcıda bir su basıncı regülatörü, su çıkış basıncını ölçen manometre, salınım yapan püskürtücü meme, motor, taşıyıcı ayaklar, su toplama hunileri, erozyon parseli ve eğimi ayarlanabilir sehpa bulunmaktadır.

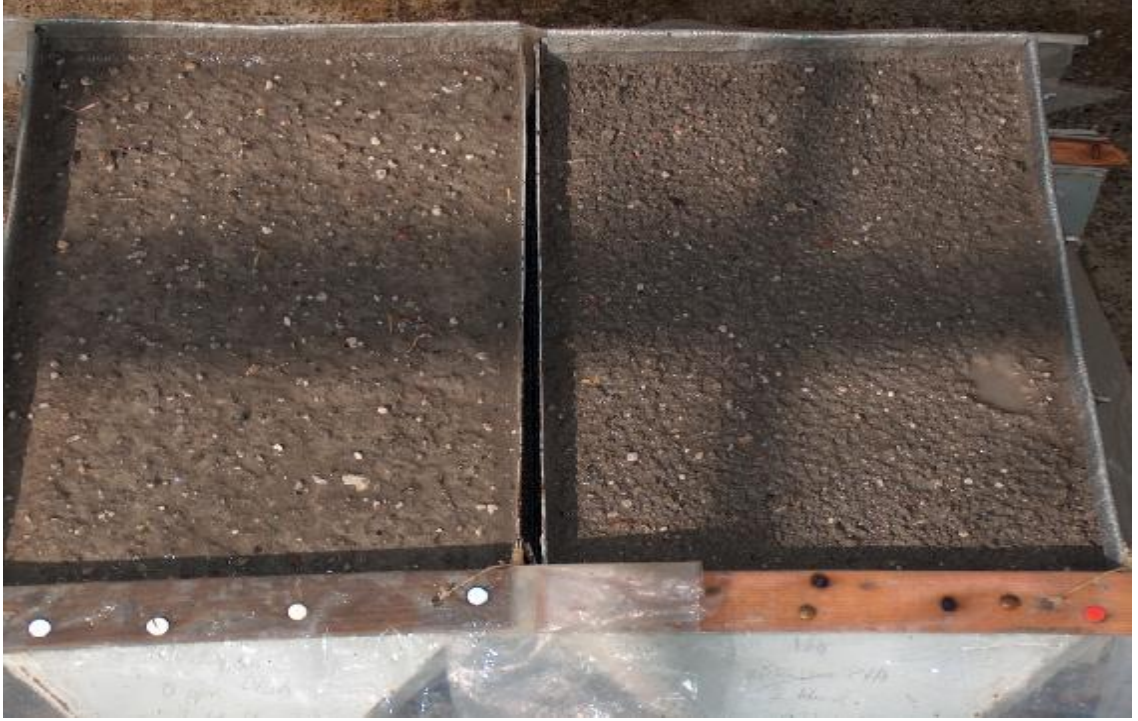
3.3.5. Yapay Yağmurlamanın Uygulanması

Yağış uygulaması 8 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak örnekleri üzerine yapılmıştır. Yağış uygulaması için toprak örneklerinin bulunduğu erozyon parselleri % 9

eğim verilmiş eğimi ayarlanabilen sehpa üzerine yerleştirilmiştir (Barnett 1977, Taysun 1981). Erozyon parsellerinin yüzey akış çıkış ağzının alt kısmına yüzey akış ve taşınan toprağın biriktiği erozyon kapları konulmuştur. Parsellerin üzeri plastik bir örtü ile kapatıldıktan sonra yapay yağmurlayıcı (Rainfall Simulator), ortalama 61.4 mm/saat yağış yoğunluğunda yağış yağdıracak biçimde ve püskürtücünün çalışma basıncı 0.50 atmosferde sabit tutularak çalıştırılmış ve parsellerin üzerindeki plastik örtü kaldırıldığı anda kronometreye basılarak zaman takip edilmiştir. Yüzey akış ve taşınan toprağın biriktiği erozyon kapların üzeri plastik bir örtü ile korunarak yağıştan ileri gelecek hatalar önlenmiştir. Yüzey akış ve taşınan toprağın biriktiği erozyon kapları 10'ar dakikalık zaman dilimleri sonunda erozyon parsellerinin altından alınarak sedimentin çökmesi için dinlendirilmeye bırakılmıştır. Yağış uygulaması bir saat sürdürülmüştür. PVA uygulanmış toprak örnekleri üzerine yapay yağış yağdırılması işlemi Şekil 3.4.'de verilmiştir. Ayrıca PVA uygulanmış toprağın yapay yağış yağdırılması sırasındaki (28 dakika) toprak örneğinin yüzey görünümü Şekil 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.4. PVA uygulanmış toprak örnekleri parselleri üzerine yapay yağış yağdırılması.



Şekil 3.5. PVA uygulanmış toprağın yapay yağış yağdırılması esnasındaki (28 dakika) toprak örneğinin yüzey görünümleri (Soldaki parsel 0mg/L dozu, sağdaki 500 mg/L dozu uygulaması).

3.3.6. Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Saptanmasında Uygulanan Yöntemler

Farklı dozlarda PVA uygulaması yapılan her bir toprak örneği için hazırlanan parseller üzerine bir saat süre ile 61,4 mm/saat yoğunlukta yapay yağış yağdırılmıştır. Yağış uygulamasına başlandığı andan itibaren 10'ar dakikalık zaman dilimlerinde elde edilen yüzey akış ve toprak kayıpları erozyon kaplarına alınmıştır. Her 10 dakika zaman dilimi sonunda meydana gelen yüzey akış ve taşınan toprağın biriktiği erozyon kapları erozyon parsellerinin altından alınarak dinlendirilmeye bırakılmıştır. Erozyon kaplarının dinlendirilmesi sonucu sedimentin dibe çökmesiyle berraklaşan yüzey akış suyu yavaşça bir kap'a sifonlandıktan sonra cam mezür yardımıyla yüzey akış miktarları ölçülmüştür. Ancak bir miktar yüzey akış suyu sedimentle birlikte kaldığından, kaplar sifonlama işleminden hemen sonra kap dibinde kalan sediment, miktarı bilinen saf su yardımıyla yıkanarak bir beher içerisine aktarılmış ve tartılmıştır. Daha sonra beher, 105 °C

ayarlanmış etüve konularak toprak kurutulmuş ve kurutma işleminden sonra tekrar tartım yapılarak ıslak ve kuru sediment miktarları arasındaki fark belirlenmiştir. Ancak bu fark'tan, kaptaki sedimentin behere aktarılması sırasında kullanılan saf su miktarı çıkarıldıktan sonra geriye kalan miktar, yüzey akış miktarına eklenmiştir. Ayrıca erozyon parsellerinin altından alınarak dinlendirilmeye bırakılan erozyon kaplarında dinlendirilme süresi boyunca buharlaşma nedeniyle meydana gelen su kaybı dikkate alınmış ve bu su kaybı da ölçülen yüzey akış miktarına eklenmiştir. Kurutulan sedimentin tartılması sonucu elde edilen değer, toprak kaybı değerleri olarak kaydedilmiştir (Taysun 1981). Sonuçta, her bir toprak örneği parselinden elde edilen yüzey akış ve toprak kaybı değerleri, birim alan olarak m^2 kabul edilerek yüzey akış ve kuru toprak kaybı değerlerine dönüştürülmüştür. Bir saat'lik yapay yağış uygulaması sonucunda toplam yüzey akış (L/m^2) ve toplam toprak kayıpları (g/m^2) dikkate alınarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.3.7. İstatistik Analizde Kullanılan Yöntemler

Tesadüf parsellerinde iki faktörlü deneme desenine göre 3 tekerürlü olarak yürütülen araştırmada söz konusu toprak örneklerine farklı dozlarda Polivinilalkol (PVA) uygulamalarından sonra, toprakların yapay yağış uygulamasına tabi tutulması sonucunda elde edilen yüzey akış, toprak kaybı ve drene olan su miktarları değerlerine ilişkin istatistiksel analizler bilgisayarda MINITAB VE MSTAT-C paket programlarından yararlanılarak yapılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bursa ili ve civarındaki eğimli tarım arazilerinden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Özellik	Örnek No				
	1	2	3	4	
İskelet (%)	21,56	19,84	10,32	17,11	
Kum (%)	36,12	53,12	46,37	43,36	
Silt (%)	22,03	26,31	20,90	28,90	
Kil (%)	41,85	20,57	32,73	27,74	
Bünye Sınıfı	Kil	Tın	Killi Tın	Killi Tın	
Kil Oranı	1,39	3,86	2,05	2,60	
Mil Oranı	0,52	1,28	0,64	1,04	
Süspansiyon Yüzdesi (%)	19,05	24,76	16,46	14,19	
Dispersiyon Yüzdesi (%)	30,23	52,99	30,60	26,73	
Agregasyon Yüzdesi (%)	69,77	47,01	69,40	73,20	
Strüktür Stabilite İndeksi	43,97	21,97	37,33	38,90	
Erozyon Oranı	16,03	38,07	19,88	20,92	
Agregat Stabilitesi (%)	70,25	15,44	28,14	29,51	
Tarla Kapasitesi (%)	22,20	14,78	21,27	21,71	
Solma Noktası (%)	17,37	9,85	16,42	15,59	
pH	7,60	7,50	8,08	7,86	
EC (μ S/cm)	270	230	190	210	
CaCO ₃ (%)	1,38	0,40	5,14	5,53	
Organik Madde (%)	0,47	1,84	1,53	4,29	
Toplam N (%)	0,235	0,122	0,098	0,207	
Değişebilir Katyonlar (me/100 g toprak)	Na	0,21	0,09	0,17	0,52
	K	1,39	0,86	0,64	0,51
	Ca	13,96	7,04	22,04	21,70
	Mg	16,66	2,50	5,38	2,64

1: Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı, 2: Koluviyal Toprağı, 3: Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı, 4: Kahverengi Orman Toprağı.

Çizelge 4.1.'in incelenmesinden görüleceği üzere toprak örneklerinin iskelet yüzdeleri 10,32 (3 nolu örnek) ile 21,56 (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Taysun (1981) toprak yüzeyinde yer alan iskelet materyalinin, yağmur damlalarının çarpma enerjilerini kırdığını ve altlarındaki toprağı taşımaktan koruduğunu belirtmiştir.

Ayrıca Deffontaines ve Montard (1968), adlı araştışıcılar da toprakların erozyona karşı dirençlerinde iskelet yüzdesinin önemli bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Toprak örneklerinde yapılan bünye analizi sonucunda kum; % 36,12 (1 nolu örnek) ile % 53,12 (2 nolu örnek) arasında değişirken, silt; % 20,90 (3 nolu örnek) ile % 28,90 (4 nolu örnek), kil ise % 20,57 (2 nolu örnek) ile 41,85 (16 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen kum, silt ve kil yüzdelere göre toprak örneklerinin bünyeleri kil, tın ve killi tın olduğu belirlenmiştir.

Araştırma konusu olan topraklarda Bouyoucus'un kil oranı formülü (Neal 1938 , Taysun 1981) yardımıyla hesaplanan kil oranı değerlerinin 1,39 (1 nolu örnek) ile 3,86 (2 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çelebi (1971) adlı araştırıcı Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği topraklarında yürüttüğu çalışmada kil oranı değerinin 1,94-4,61 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Toprak örneklerinin mil oranı değerleri 0,52 (1 nolu örnek) ile 1,28 (2 nolu örnek) arasında olduğu saptanmıştır. Toprakların stabil olup olmamaları konusundaki göstergelerden biri olan mil oranı için 2,5 sınır değerine olarak kabul edilmiştir (Taysun 1990). Bu değerin üzerindeki topraklar stabil olmayan, altındaki topraklar ise stabil toprakları ifade etmektedir. Belirtilen bu sınır değerine göre toprakların mil oranı değerleri 2,5'un altında olduğundan erozyona karşı dirençli oldukları söylenebilir.

Araştırma konusu toprak örneklerinin süspansiyon yüzdeleri 14,19 (4 nolu örnek) ile 24,76 (2 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Gediz havzasındaki bakir alanlarda yapılan bir araştırmada süspansiyon yüzdesinin 4,28 ile 24,28 arasında değiştiği saptanmıştır (Taysun 1977).

Araştırma topraklarının dispersiyon oranı değerleri % 26,73 (4 nolu örnek) ile % 52,99 (2 nolu örnek) arasında değiştiği saptanmıştır. Toprakların erozyona karşı dirençlerinin göstergelerinden biri olarak kullanılan dispersiyon oranı değerini ilk ortaya koyan Middleton (1930) adlı araştırıcı, sınır değerini 15 olarak belirlemiş olup, bu değerin altındaki toprakları erozyona karşı dirençli, üzerindeki toprakları ise erozyona uygun olarak tanımlamıştır. Bu değerlendirmeye göre araştırma konusu topraklarının tamamının erozyona eğilimli olduğu söylenebilir. Bazı araştışıcıların Erzurum dolayında yaptıkları araştırmada toprakların dispersiyon oranlarının 15'den yüksek bulmuşlardır (Çelebi 1971, Karakaplan 1976).

Araştırma konusu toprak örneklerinin agregasyon yüzdesinin 47,01 (2 nolu örnek) ile 73,20 (4 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Taysun (1989), agregasyon yüzdesinin fazla olmasının, agregatlaşmış mil+kil'in fazla olduğunu dolayısıyla toprağın iyi bir agregatlaşmaya sahip olduğunu ve erozyona karşı dayanıklılığının fazla olacağını belirtmektedir.

Toprakların strüktür stabilite indeksinin 21,97 (2 nolu örnek) ile 43,97 (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Sönmez (1994), toprakların strüktürel stabilite indeksi değerleri azaldıkça erozyona uğrama eğilimlerinin arttığını belirtmiştir.

Toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin ortaya çıkarılmasında kullanılan göstergelerden biri olan erozyon oranı ile ilgili ilk çalışmalar Middleton tarafından yapılmıştır (Akalan 1967, Taysun 1981). Erozyon oranı için 10 sınır değeri olarak kabul edilmiş olup bu değer üzerinde bulunan topraklar erozyona uygun, altındaki topraklar ise erozyona dirençli topraklar olarak tanımlanmaktadır (Taysun 1981, Sönmez 1994). Araştırma konusu toprak örneklerinin erozyon oranı değerleri 16,03 (1 nolu örnek) ile 38,07 (2 nolu örnek) arasında değişmekte olup bütün toprak örnekleri sınır değeri olarak verilen 10 değerinin üzerinde bulunduğundan erozyona uygun topraklar olarak tanımlanmaktadır. Orta Anadolu, Trakya ve Güney Anadolu Bölgelerini kapsayan bir araştırmada erozyon oranı değerlerinin % 18'inin 10'dan küçük, % 64'ünün 10-50 arasında % 18'inin ise 50'den büyük olduğu saptanmıştır (Akalan 1967).

Toprak örneklerinin agregat stabilitesi değerlerinin % 15,44 (2 nolu örnek) ile % 70,25 (1 nolu örnek) arasında değiştiği saptanmıştır. GAP Bölgesinde yapılan bir araştırmada toprakların agregat stabilite değerlerinin % 6,57-61,73 arasında değiştiği belirlenmiştir (Taysun ve Dağdeviren 1991). Luk (1977) adlı araştırmacı ise toprakların erozyona uğrama yeteneğinin değişimini önceden haber veren en önemli toprak özelliğinin agregat stabilitesi olduğunu belirtmiştir.

Toprakların tarla kapasitesinde tutulan nem miktarlarının % 14,78 (2 nolu örnek) ile % 22,20 (1 nolu örnek) arasında, solma noktasında tutulan nem miktarlarının ise % 9,85 (2 nolu örnek) ile % 17,37 (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Tarla kapasitesinde ve solma noktasında tutulan en düşük nem miktarının 2 nolu örnekte saptanmasının nedeni, toprağın kil, agregasyon yüzdesi ve agregat stabilitesinin çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bakalova ve Ovcharova (1966) adlı araştırmacılar

düşük tarla kapasitesi değerlerinin, tarıma açılan alanlarda toprak işleme ve erozyonun etkisiyle organik madde ve kilin azalması sonucu ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Araştırma topraklarının 1:2,5 toprak:su süspansiyonunda ölçülen pH değerlerinin 7,50 (2 nolu örnek) ile 8,08 (3 nolu örnek) arasında olduğu belirlenmiştir. Kellogg (1952), toprak örneklerinin pH değerlerine göre yapmış olduğu sınıflandırma sistemine göre araştırma topraklarının hafif alkalin ve orta alkalin reaksiyonlarda oldukları saptanmıştır.

Toprakların elektriksel iletkenlik değerinin 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (3 nolu örnek) ile 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlerden anlaşılacağı üzere topraklarda herhangi bir tuzluluk sorunu bulunmamaktadır (Tüzüner 1990).

Toprak örneklerinin kireç kapsamının % 0,40 (2 nolu örnek) ile % 5,53 (4 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların kireç kapsamı bakımından çok az ile orta kireçli arasında olduğu belirlenmiştir (Gedikoğlu 1990). Taysun (1990), kirecin topraklarda kümeleşme olayında etkili olduğunu ve Ca^{++} 'un kümeleştirici katyon olarak agregatlaşmayı teşvik ettiğini belirtmiştir.

Araştırma konusu toprak örneklerinin organik madde kapsamının % 0,47 (1 nolu örnek) ile % 4,29 (4 nolu örnek) arasında olduğu belirlenmiştir. Toprakların organik madde kapsamı bakımından az ve fazla humuslu sınıfına girdikleri saptanmıştır (Ünal ve Başkaya 1981). Zaslavski (1969) adlı araştırmacı bir çok toprağın erozyon derecesinin üst topraktaki humus miktarının azalması ile ölçülebileceğini belirtmiştir. Guerra (1994) isimli araştırmacı ise toprak organik madde içeriğinin agregat stabilitesini etkilemek suretiyle toprak erozyonu üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir.

Toprakların toplam azot kapsamının % 0,098 (3 nolu örnek) ile % 0,235 (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların değişebilir sodyum kapsamı 0,09 me/100 g top. (2 nolu örnek) ile 0,52 me/100 g top. (4 nolu örnek), potasyum kapsamı 0,51 me/100 g top. (4 nolu örnek) ile 1,39 me/100 g top. (1 nolu örnek), kalsiyum kapsamı 7,04 me/100 g top. (2 nolu örnek) ile 22,04 me/100 g top. (3 nolu örnek), magnezyum kapsamı ise 2,50 me/100 g top. (2 nolu örnek) ile 16,66 me/100 g top. (1 nolu örnek) arasında değiştiği belirlenmiştir.

4.2. Topraklara Farklı Dozlarda Uygulanan Polivinil Alkol'ün (PVA) Toprak Kaybı, Yüzey Akış ve Drene Olan Su Miktarı Üzerine Etkisi

Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen toprak kayıpları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen toprak kayıpları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Büyük Toprak Grubu(A)	3	1042541	347514 ^{**}	161,61
PVA Dozu(B)	3	272341	90780 ^{**}	42,22
AxB İnt.	9	50301	5589 [*]	2,60
Hatta	32	68812	2150	

^{*}, ^{**} : Sırasıyla 0,05 ve 0,01 olasılık düzeylerinde istatistiksel olarak önemli.

Çizelge 4.2.'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere büyük toprak grupları ve uygulanan PVA dozları arasındaki farklılıkların % 1 olasılık düzeyinde; büyük toprak grupları x PVA dozu interaksiyonunun ise % 5 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. İstatistiksel olarak önemli olduğu belirlenen bu faktörlerde incelemeye değer farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Toprak kaybı bakımından araştırmada incelenen büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler Çizelge 4.3.'de ve bunlar arasındaki farklılıklar Şekil 4.1.'de verilmiştir.

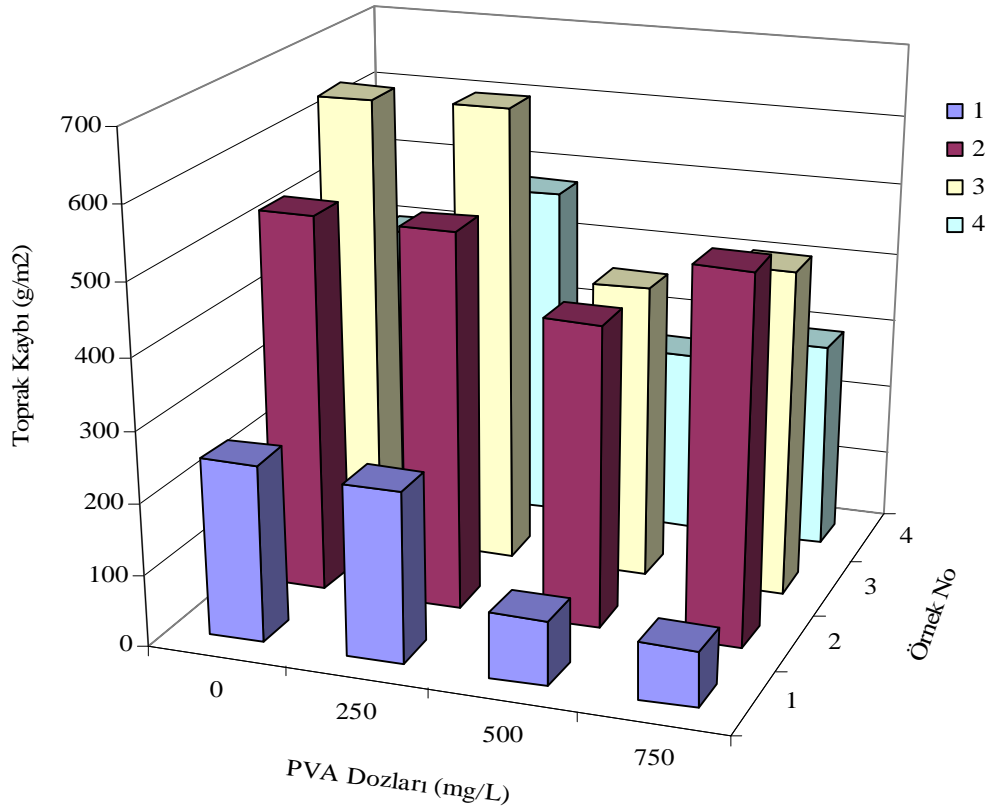
Çizelge 4.3.'ün ve şekil 4.1'in incelenmesinde görüldüğü gibi toprak kaybı bakımından büyük toprak grupları arasında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Buna göre en yüksek toprak kaybının 542,0 g/m² ile 3 nolu (Kireçsiz Kahverengi Orman) büyük toprak grubunda meydana geldiği, bunu sırasıyla 2 (Koluviyal) ve 4 nolu (Kahverengi Orman) toprakların izlediği, 164,94 g/m² ile en düşük toprak kaybının 1 nolu (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) büyük toprak grubundan elde edildiği belirlenmiştir. PVA uygulamaları sonucunda 1 nolu toprak örneğinde diğer toprak

Çizelge 4.3. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen toprak kayıpları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler(g/m^2).

Büyük Toprak Grupları	PVA Dozları (mg/L)				Toprak Gruplarının ortalaması
	0	250	500	750	
1 (E)	250,20 d	239,78 d	90,53 e	79,25 e	164,94 d
2 (K)	531,20 b	529,03 b	424,40 c	516,48 b	500,28 b
3 (N)	643,37 a	647,35 a	416,52 c	460,83 bc	542,02 a
4 (M)	402,16 c	479,15 bc	259,79 d	294,63 d	358,93 c
PVA Dozu Ortalaması	456,73 a	473,83 a	297,81 c	337,80 b	

LSD(%5) : Büyük toprak grupları ve PVA dozları için 38,56

: Büyük toprak grupları x PVA dozları int. için 77,12



Şekil 4.1. Toprak kaybı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.

örneklerine göre en düşük düzeyde toprak kaybının meydana gelmesinin nedeni killi bir bünyeye sahip olmasının yanı sıra iskelet yüzdesinin ve agregat stabilitesi değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.. Mausbach ve Shradler (1975), PVA ve PAM polimerlerin % 30 kil içeren üst topraklarda çok etkili olduğunu, % 30'dan fazla veya az kil içeren topraklarda fazla miktarda polimere gereksinim duyulduğunu belirtmişlerdir. Bir başka araştırmacı yaptığı bir çalışmada PVA'ün toprak/kil partikül yüzeyindeki adsorbsiyon davranışları nedeniyle toprak kaybında önemli azalmalara neden olduğunu belirtmiştir (Yolcu 2001). Uysal (1986), Rendzina, Kireçsiz Kahverengi ve Regosol topraklarda PVA uygulaması ile agregat stabilitesinde büyük artış sağlandığını belirlemiştir. Öztaş ve ark. (2000), toprağa polivinil uygulamasının agregat stabilitesi ve direnci üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, parçalanma kuvvetlerine karşı her bir agregatın direncini artırdığını ve daha yüksek bir agregat stabilitesine sahip olmasını sağladığını belirlemiştir. Toprak strüktürünü ve agregat stabilitesini iyileştirmek veya sürdürmek için kimyasal toprak düzenleyicilerinin toprağa uygulanmasının erozyonu azaltmada etkili olduğunu (Ben-Hur 1994), hatta polimerik toprak düzenleyicilerin kullanımı ile toprak erozyonu en aza indirilebildiğini veya tamamen önlenebildiğini belirtmişlerdir (Wallace ve Wallace 1986) .

Araştırmada ele alınan 4 farklı PVA dozunun da toprak kaybı üzerine önemli etkide bulunduğu görülmektedir. Çizelge 4.3.'deki PVA dozuna ait ortalama değerlerin incelenmesinden de görülebileceği gibi 500 ve 750 mg/L PVA uygulamalarının 0 ve 250 mg/L dozlarına oranla toprak kaybının azaltılmasında daha etkili olduğu ve bu uygulamalardan daha düşük düzeylerde (sırasıyla 297,81 ve 337,80 g/m²) toprak kaybı meydana geldiği belirlenmiştir. Yolcu (2001), yaptığı araştırmasında PVA'nın toprak kaybını azaltmada 1000 mg/L polimer dozunun daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Büyük toprak grupları x PVA dozu interaksyonu araştırmada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu interaksyon, büyük toprak gruplarının PVA dozlarına göre toprak kaybı bakımından farklılıklar göstermesinden kaynaklanmıştır. Buna göre 3 nolu (Kireçsiz Kahverengi Orman) büyük toprak grubunda 0 ve 250 mg/L PVA uygulamaları en yüksek toprak kaybını oluştururken, 1 nolu (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) büyük toprak grubunda yine aynı PVA dozu uygulamalarından çok düşük toprak kaybı değerleri elde edilmiştir. Buna ek olarak 1 (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) ve 4 (Kahverengi Orman) nolu büyük toprak gruplarında 500 ve 750 mg/L PVA dozu

uygulamalarının diğer toprak gruplarına göre daha düşük toprak kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bütün büyük toprak grupları dikkate alındığında PVA'nın 500 ve 750 mg/L doz uygulamalarının toprak kaybının azaltılmasında daha etkili olduğu, bunun nedeninin toprak parçacıkları arasında bağ oluşumu için yeterli konsantrasyon düzeyinde olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Wallace ve Wallace (1990), suda eriyebilir ve toprakla etkileşebilir polimerlerin toprak partiküllerini bağlamak üzere killerle bağ oluşturarak toprak partiküllerini suya dayanıklı hale getirdiğini belirtmektedirler. Toprakta killer üzerinde polimerin adsorpsiyonu ile suya dayanıklılık sağlanmakta, adesif özellikleri sürdüren çözünemez kompleksler meydana gelmektedir (Schamp ve Huylebroeck 1973).

Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen yüzey akış miktarları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen yüzey akış miktarı bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Büyük Toprak Grubu(A)	3	7142,91	2380,97**	200,22
PVA Dozu(B)	3	660,38	220,13**	18,51
AxB İnt.	9	95,43	10,60	0,89
Hatta	32	380,54	11,89	

** : 0,01 olasılık düzeylerinde istatistiksel olarak önemli.

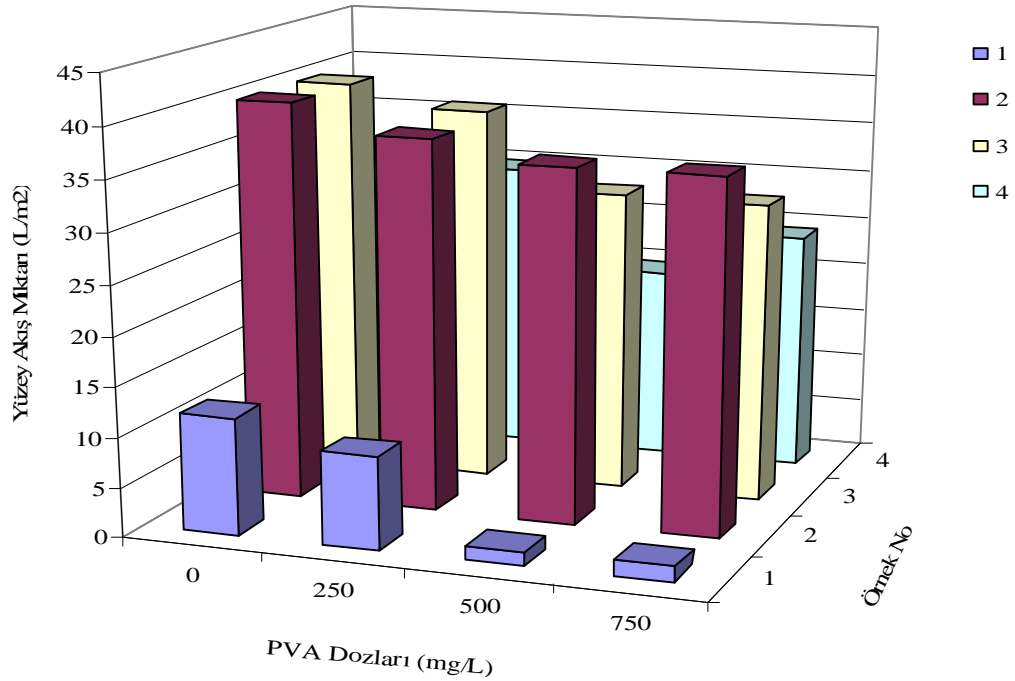
Çizelge 4.4.'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere büyük toprak grupları ve uygulanan PVA dozları arasındaki farklılıkların % 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Ancak, yüzey akış miktarları bakımından büyük toprak grupları x PVA dozu etkileşimi istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. İstatistiksel olarak önemli olduğu belirlenen bu faktörlerde incelemeye değer farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Yüzey akış miktarları bakımından araştırmada incelenen büyük toprak grupları, PVA dozları ve bu iki faktörün kombinasyonuna ait ortalama değerler Çizelge 4.5.'de ve bunlar arasındaki farklılıklar Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen yüzey akış miktarı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bu iki faktörün kombinasyonuna ait ortalama değerler(L/m²).

Büyük Toprak Grupları	PVA Dozları (mg/lt)				Toprak Gruplarının ortalaması
	0	250	500	750	
1 (E)	11,79	9,34	1,40	1,57	6,03 c
2 (K)	40,11	37,30	35,43	35,42	37,06 a
3 (N)	40,00	37,88	30,36	30,14	34,59 a
4 (M)	30,08	29,67	19,59	24,30	25,91 b
PVA Dozu Ortalaması	30,49 a	28,55 a	21,70 b	22,86 b	

LSD(%5) : Büyük toprak grupları ve PVA dozları için 2,867



Şekil 4.2. Yüzey akış miktarları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.

Çizelge 4.5. ve Şekil 4.2.'den anlaşılacağı üzere büyük toprak grupları arasında yüzey akış miktarları bakımından önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Buna göre 2 (Koluviyal) ve 3 nolu (Kireçsiz Kahverengi Orman) büyük toprak gruplarında meydana gelen yüzey akış miktarlarının (sırasıyla 37,06 L/m² ve 34,59 L/m²) diğer toprak gruplarına göre daha yüksek olduğu ve bunları sırasıyla 4 (Kahverengi Orman) ve 1 (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) nolu büyük toprak gruplarının takip ettiği belirlenmiştir. 2 ve 3 nolu toprak örneklerinde diğer topraklara oranla daha fazla miktarda yüzey akışının elde edilmesinin nedeni bu toprakların agregasyon yüzdesi ile agregat stabilite değerlerinin daha düşük, buna karşın dispersiyon oranının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu bu özellikteki topraklar üzerine düşen yağmur damlalarının çarpma etkisiyle agregatlar kolayca parçalanmakta ve dispers hale gelen parçacıklar toprak yüzeyindeki gözenekleri tıkayarak infiltrasyonu azaltmaktadır. Bunun sonucunda ise yüzey akış miktarı artmaktadır.

Araştırmada ele alınan PVA uygulamalarından 500 ve 750 mg/L dozlarının 0 ve 250 mg/L dozlarına oranla yüzey akış miktarının azaltılmasında daha fazla etkide bulunduğu görülmektedir. Çizelge 4.5.'deki PVA dozuna ait ortalama değerlerin incelenmesinde görülebileceği gibi 0 ve 250 mg/L dozlarının en fazla düzeyde (sırasıyla 30,49 ve 28,55 L/m²) yüzey akış miktarına neden olduğu ve bunu 750 ve 500 mg/L PVA uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Bir araştırmacının yapmış olduğu araştırmada PVA'nın yüzey akış miktarını azaltmada 1000 mg/L polimer dozunun daha etkili olduğunu belirlemiştir (Yolcu 2001). PVA'ün kabuk oluşumunu önlediğini, bundan dolayı yüzey akış %50'ye varan oranda (kontrole oranla) azalttığı bildirilmiştir (Oades 1976).

Yapay yağış uygulaması sonucunda meydana gelen drene olan su miktarları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6.'nın incelenmesinden anlaşılacağı üzere büyük toprak grupları, uygulanan PVA dozları ve büyük toprak grupları x PVA dozu interaksiyonu arasındaki farklılıkların % 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Bu faktörlerde incelemeye değer farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.6. Yapay yağış uygulaması sonucunda drenaj suyu miktarları bakımından büyük toprak gruplarının, uygulanan PVA dozlarının ve bunların kombinasyonuna ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Büyük Toprak Grubu(A)	3	1218,931	406,310**	293,85
PVA Dozu(B)	3	56,315	18,772**	13,58
AxB İnt.	9	196,00	21,778**	15,75
Hatta	32	44,247	1,383	

*, ** : Sırasıyla 0,05 ve 0,01 olasılık düzeylerinde istatistiksel olarak önemli.

Drenaj suyu miktarları bakımından araştırmada incelenen büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler Çizelge 4.7.'de ve bunlar arasındaki farklılıklar Şekil 4.3.'de verilmiştir.

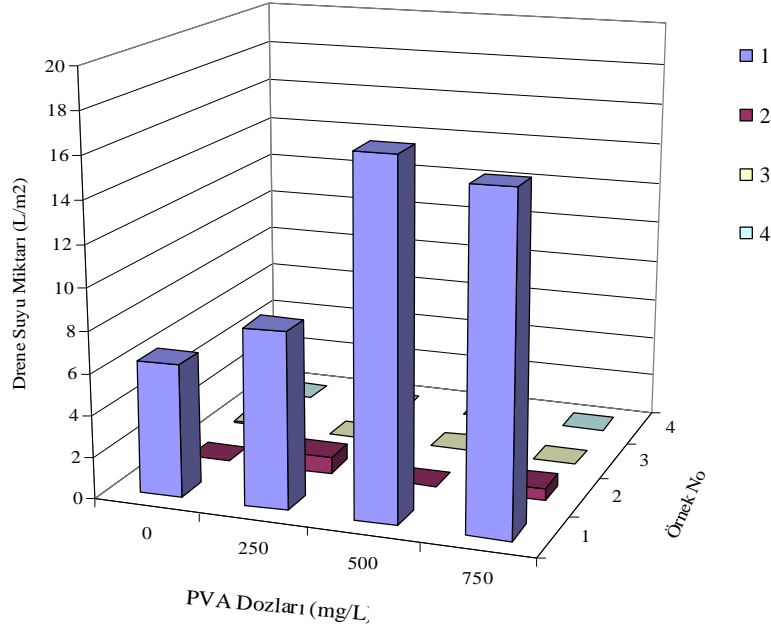
Çizelge 4.7. Yapay yağış uygulaması sonucunda drenaj suyu miktarları bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ait ortalama değerler(L/m²)

Büyük Toprak Grupları	PVA Dozları (mg/L)				Toprak Gruplarının ortalaması
	0	250	500	750	
1 (E)	6,34 c	8,44 b	16,81 a	15,77 a	11,84 a
2 (K)	0,01 d	1,81 d	0,02 d	0,54 d	0,60 b
3 (N)	0,14 d	0,00 d	0,07 d	0,00 d	0,05 b
4 (M)	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 b
PVA Dozu Ortalaması	1,62 b	2,56 b	4,23 a	4,08 a	

LSD(%5) : Büyük toprak grupları ve PVA dozları için 0,9779

:Büyük toprak grupları x PVA dozları int. için 1,956

Çizelge 4.7. ve Şekil 4.3.'ün incelenmesinde görüldüğü gibi drenaj olan su miktarları bakımından büyük toprak grupları arasında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1 nolu (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) büyük toprak grubunun diğer toprak gruplarına göre daha yüksek (11,84 L/m²) drenaj suyu miktarlarını verdiği ve diğer



Şekil 4.3. Drenaj suyu miktarı bakımından büyük toprak grupları, PVA dozları ve bunların kombinasyonuna ilişkin farklılıklar.

büyük toprak grupları arasında istatistiki olarak bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. 1 nolu toprak örneğinde en fazla miktarda drenaj suyu elde edilmesinin nedeni, toprağın iskelet yüzdesinin ve agregat stabilitesi değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu bu özellikteki toprakların su infiltrasyonu ve perkolasyon kapasiteleri yüksek, dolayısıyla meydana gelen drenaj suyu miktarları da fazla olmaktadır. Gabriels, Moldenhauer ve Kirkham'ın bildirdiğine göre Polivinil alkollerin (PVA) yağışın infiltrasyonunu artırdığı belirtilmektedir (Page ve Quick 1979).

Araştırmada ele alınan 4 farklı PVA dozunun da drenaj suyu miktarları üzerine önemli etkide bulunduğu görülmektedir. Çizelge 4.7.'deki PVA dozuna ait ortalama değerlerin incelenmesinde görülebileceği gibi 500 ve 750 mg/L dozlarından (sırasıyla 4,23 ve 4,08 L/m²) 250 ve 0 mg/L dozlarına göre daha yüksek düzeyde drenaj suyu miktarlarının elde edildiği belirlenmiştir. Wallace ve Wallace (1986) , yüksek kil içeriğini bağlı olarak drenajı zayıf olan topraklarda toprak düzenleyicilerinin kullanımı ile böyle toprakların iyi drene olmasının sağlanabildiğini belirtmişlerdir.

Büyük toprak grupları x PVA dozu interaksyonu da araştırmada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu interaksyon, büyük toprak gruplarının PVA dozlarına göre drenaj suyu miktarları bakımından farklılıklar göstermesinden kaynaklanmıştır. Buna göre 1 nolu (Kırmızı Kahverengi Akdeniz) büyük toprak grubunda 500 ve 750 mg/L PVA uygulamalarının diğerlerine göre daha yüksek drenaj suyu miktarları oluşturduğu, diğer her üç toprak örneğinde ise bütün PVA doz uygulamalarından çok düşük düzeyde drenaj suyu miktarı değerleri elde edildiği ve bu değerlerin PVA dozlarına göre önemli istatistiksel farklılıklar oluşturmadığı saptanmıştır.

Sonuç olarak laboratuvar koşullarında tarım topraklarına farklı dozlarda verilen PVA uygulamalarının konsantrasyonlarının artışıyla orantılı olarak topraklar üzerine yapay yağış yağdırılması sonucunda meydana gelen toprak kaybı ve yüzey akış miktarlarını önemli düzeylerde azalttığı, buna karşın drenaj suyu miktarını artırdığı belirlenmiştir. Yapılan PVA polimer uygulamaları arasında 500 ve 750 mg/L dozlarının daha etkili olduğu, ekonomik kriterler de göz önüne alındığında 500 mg/L dozun uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AGASSI , M. and M, BEN-HUR., 1992. Stabilizing Step Slopes With Soil Conditioners and Plants. Soil Tech.,5,249-256.
- AKALAN, İ. 1967., Toprak Fiziksel Özellikleri ve Erozyon. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı., (3-4) : 490-503.
- AKSAKAL, E.L. and T, ÖZTAŞ., 2004. Maksimum Dry-Bulk Density and Optimum Moisture Content Relations in Soils Treated with PVA. International Soil Congress(ISC) on “Natural Resource Management for Sustainable Development”, Abstract Book, June 7-10 Erzurum-Turkey.
- AKSAKAL, E.L. ve T, ÖZTAŞ., 2004. Effect of Polyvinylalcohol (PVA) on Reducing Soil Compactibility as an Indication of Hydraulic Conductivit. International Soil Congress(ISC) on “Natural Resource Management for Sustainable Development”, Abstract Book, June 7-10 Erzurum-Turkey.
- ANONİM, 1951. Soil Survey Manual. U.S. Dep. Agr. Handbook No : 18, U.S. Government Print. Office, Washington.
- ANONİM,1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Government Print. Office, Washington.
- ANONİM, 1991. World Soil Resources. An Explanatory Note on the FAO World Soil Resources Map at 1: 25.000.000 Scale. World Soil Resources Report 66, Rome, 61 pp.
- ANONİM, 1995a. Bursa İli Arazi Varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No : 16, Ankara.
- ANONİM, 1995b. Planning For Sustainable Use of Land Resources: Towards a New Approach. FAO Land and Water Bull 2, Rome, 60 pp.
- ANONİM, 1995c. World Agriculture : Towards 2010. An FAO Study, N Alexandrators (ed), Chichester.
- ANONİM, 1997. Negotiating a Sustainable Future for Land. Structural and Institutional Guidelines for Land Resources Management in the 21 st Century. FAO, Rome, 61 pp.
- BAKALOVA, V., T, OVCHAROVA., 1966. Eroded Soils in the North Westerna Parth of the Sofia Plain. Pochv. Agrokhim. 1: 397-408.
- BARNETT, A.P., 1977. A Decade of K-Factor Evaluation in The Southeast., (in Soil Erosion Prediction and Control). S.C.S.A. Spe. Publ. No : 21, 393.

- BARVENIĆ, F.W., 1994. Polyacrylamid Characteristics Related to Soil Applications. Soil Science, Vol : 158, No:4, U.S.A.
- BEN –HUR, M., 1994. Runoff, Erosion and Polymer Application in Moving Sprinkler Irrigation. Soil Science, Vol :158, 283-290.
- BEN-HUR, M. and R. KEREN., 1997. Polymer Effects on Water İnfiltration and Soil Aggregation. Soil Sci .Soc. Amer.J.,61,565-570.
- BLACK, C.A., 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons Inc., New York.
- BLACK, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. American Soc. of Agr. Inc., Part 1-2, Publisher Madison-USA.
- BOODT, M.DE., 1979. Soil Conditioning for Beter Soil Management. Reprinted from Outlook on Agriculture , 10 (2) :63-70.
- BOUYOUCOS, G.J., 1962. Hydrometer Metod Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. Agr. Jour., 54 : 464-465.
- BRYAN, R.B. 1968. Development of Laboratory Instrumentation for the Study of Soil Erodibility. Earth Sci. Jour., 2 : 38-50.
- BRYAN, R.B., 1969. The Relative Erodibility of Soil Developed in The Peak District of Derbyshire. Geogr. Anlir. 51A, 3 : 145-159.
- CHAKRABARTI, D.C., 1971. Investigation on Erodibility and Waterstable Aggregates of Certain Soils of Eastern Nepal. J. Indian Soc. Soil Sci., 19 (4): 441-446.
- ÇANGA, R.M.,1989, Toprak Düzenleyicilerin Farklı Uygulama Sıcaklıklarında Toprakların Agregat Stabilitesi ve Katı- Sıvı Temas Açıları Üzerine Etkileri. A. Ü. Z. F Yılığı cilt 40 sayı:1-2
- ÇELEBİ, H., 1971. Atatürk Üniversitesi Erzurum Çiftliği Topraklarının Agregat Stabilite ve Erozyona Mukavemetleri Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 38.
- DEFFONTAINES, J.P., F. DE, MONTARD., 1968. Assessing the Possibility of Erosion in Orchards on Steep Slopes in the Middle Vivarais. Annis Agron., 19:349-364.
- DOĞAN, O., 1991. Türkiye’de Erozyon Sorunu ve Çözümler. KHGM Teknik Bülteni Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını, Sayı :1, Ankara.
- ERKUŞ, A.,1982. Bursa İli’ nin Tarımsal Yapısı. U.U.Ziraat Fakültesi Dergisi, (1) : 1-13.
- GAL, M., R. STREN. J. LEVİN. and M BEN-HUR., 1992. Polymer Effect on İnfiltration and Erosion of Sodic Soils. South African Journal of Plant and Soil , 9(2), 108-112.

- GEDİKOĞLU, İ., 1990. Laboratuvar Analizlerinin Gübre Önerilerinde Kullanılması ve Halen Kullanılan Kriterler. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No : 57, Şanlıurfa
- GREN S.V. and D.E. STOTT., 2001. Sustaining The Global Farm. D.E. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (Eds), Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting Held May 24-29, 1999.
- GREWELLING, T. and M. PEECH., 1960. Chemical Soil Test. Cornell. Üniv. Agr. Expt. Sta. Bull. 960s.
- GUERRA, A., 1994. The Effect of Organic Matter Content on Soil Erosion in Simulated Rainfall Experiment in W. Sussex, U.K. Soil Use and Management, 10 (2) : 60-64.
- HARİS , R.F., G.CHESTERS., O.N. ALLEN., 1966. Dynamics of Soil Aggregation , Advances in Agronomy.18, 107-1
- HEPPER, C. M., 1975. Extracellular Polysaccharides of Soil Bacteria, In Soil Microbiology (ed : N. Walker). Butterworths, London pp. 93-110.
- HIZALAN, E. ve H.ÜNAL, 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 278, Ankara.
- JACKSON, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Perentice Hall Inc., Engle Wood Cliff, New Jersey.
- JACKSON, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. N.1. U.S.A.
- KACAR, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri.II. Bitki Analizleri, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 453, Uygulama Klavuzu 155, A.Ü. Basımevi, Ankara, sf :646.
- KARAKAPLAN, S., 1976. Erzurum Ovası Topraklarında Yüzey Akış ve Toprak Kaybı Üzerinde Bir Araştırma (Doçentlik Tezi).
- KELLOG, C.E., 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York
- KORUKCU, A. ve İ. ARICI., 1986. Bursa Yöresinin Kültürteknik Sorunlarının Çözümüne İlişkin Yapılan Çalışmalar ve Sonuçları. II. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 29.4 - 2.5.1986, 1, Adana.

- KORUKCU, A., S. YAZGAN, K. GÜNDOĞDU, 1989. Bursa ve Yöresinde Su Kaynaklarına İlişkin Sorunlar. Marmara Bölgesinde Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu, 25-27 Ekim 1989, Bursa, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No : 387, Ankara.
- LEVY, G.J., 1996. Soil Stabilizers, Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation (ed M. Agassi), Marcel Dekker, Inc., 12, 267-299.
- LEVY, G.J., J. LEVİN., M. GAL., M. BEN-HUR and I. SHAINBERG., 1992. Polymers Effect on İnfiltration and Soil Erosion During Consecutive Simulated Sprinkler İrrigations. Soil Sci. Soc. Amer. J., 56, 902-907.
- LUK, S.H., 1977. Rainfall Erosion of Some Alberta Soils. A Laboratory Simulation Study. Catena., 3 (3/4) : 295-309.
- MALİK , M., and J. LETEY., 1991. Adsorption of Polyacrylamide and Polysaccharide on Soil Material. Soil Sci . Soc. Amer. J., 55, -380-383.
- MALİK, M., A. NADLER and J. LETEY. 1991. Mobility of Polyacrylamide and Polysaccharide Polymer Thoug Soil Materials. Soil. Tech., 4, 255-263.
- MAUSBACH. M.J. AND SHRADER, W.D., 1975. Influence of Surface Treatment of Selected Subsoil Materials on İnfiltration and Erosion. Soil Sci. Soc. Amer. INC. Publisher Madison, Wiskonsin, USA, N:7, 83-93.
- MIDDLETON, H. E. 1930. Properties of Soil Which Influence Soil Erosion. USDA Tech. Bul. No : 178
- MİRZAKHEYEV, EK., 1992. Use of a New Polymeric Compound for Controlling The Irrigation Erosion of Soils in Southern Kazakhstan. Eurasian Soil Science . 24(10), 65-71.
- MİTCHELL, A.R ., 1986. Polyacrlamide Application in İrrigation Water to İncrease İnfiltration. Soil Sci ., 141, 353-358.
- MİTCHELL, A.R., 1986. Polyacrylamide Application in Irrigation Water to Increase İnfiltration. Soil Sci., 141, 353-358.
- MOLDENHAUER, W.C., D.C. LONG., 1964. Influence of Rainfall Energy on Soil Loss and İnfiltration Rates. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28 : 813-817.
- NEAL, J.H., 1938. The Effect of the Degree of Slope and Rainfall Characteristics on Runoff and Soil Erosion. Agr. Exp. St. Res. Bul., No : 280.

- OADES, J.M., 1976. Prevention of Crust Formation in Soils by Polyvinyl Alcohol. Australian Journal of Soil Reserach 14(2) :139-148.
- ÖZTAŞ, T., A.K. ÖZBEK ve E. L. AKSAKAL., 2000, Structural Developments in Soils Treated With Polyvinylalcohol.International Conference on Sustainable Land Use and Management. Soil Science Society of Turkey.
- PAGE, E. R. and , M. J. QUİCK., 1979. A Comparison of the Efectiveness of Organic Polimers as Soil Anti-crusting Agents. J. Sci. Food. Agric., Vol: 30, 112-118.
- PRATT, P.F., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C. A. Black, Amer. Soc. Agr. Inc. Pub. Argon. Series No:9, Madison, Wisconsin, USA.
- REWİTZ, E. and A. HAZAN., 1978. The Effect of Stabilized, Hydrophobic Aggregate Layer Properties. On Soil Water Regime and Seedling Emergence. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 42 (5):787-793.
- RICHARD, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Government Print Office, Washington.
- SCHAMP, N. and J. HUYLEBROECK., 1973. Adsorption of Polymers On Clays. J. Polym.Sci.Symp.,42,553-562.
- SEFA, S., 1983. Bilecik, Bursa, Kütahya Yöresi Kuru ve Sulanır Şartlarda Kuru Soğanın Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteği ile Olsen Fosforlu Analiz Metodunun Kalibrasyonu. Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 173, Eskişehir.
- SHAİNBERG, I., D.N. WARRİNGTON., and P. RENGASAMY., 1990. Water Quality and PAM Interactions In Reducing Surface Sealing, Soil Sci., 149, 301-307.
- SHAUNMUGANATHAN, R.T. and J. M. OADES, 1982. Effect Of Dispersible Clay On The Physical Properties of The B Horizon of A Red –Brown Earth.ust. J. Soil Res .,20,315-324.
- SHAVİV, A., I. RAVİNA. and D. ZASLAVSKY., 1989. Field Evaluation of Methods of Incorporating Soil Conditioners. Soils and Fertilizers, 52 (1) , 77.
- SMİTH, H. J. C., G. J. LEVY., and I. SHAİNBERG., 1990. Water Droplet Energy and Soil Amendments: Effect on Infiltration and Erosion, Soil Sci. Soc. Amer. J., 54, 1084-1087.
- SÖNMEZ, K., 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 169, : 74-76.
- STEFANSON, R.C., 1973. Polyvinyl Alcohol as a Stabilizer af Surface Soils. Soil Sci., 115, 420-428.

- STEFANSON, R.C., 1974. Soil Stabilization by Polyvinyl Alcohol and Its Effects on the Growth of Wheat. Australian Journal of Soil Resarch, 12 (1) 59-62.
- TAKASE, S. and Y. HONMÍ., 1990. The Effects of Water Absorbent Polymers on Rooting and Early Growth of Loquat in Shale Lithosol. Research Bulletin of the Aichiken Agricultural Research Center.1990 , No: 22, 251-258, Japan.
- TAWIAH, AJ., T. NISHIDE and M. SENGE., 1994. The Influence of Polymers on Moisture Storage in Soils. Transactions of The Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering. No:169,79-87, Japan
- TAWIAH, AJ., T. NISHIDE and M. SENGE., 1994. The Effect of Polymers on Soils with Growing Plants. Transactions of The Japanese Society of Irrigation , Drainage and Reclamation Engineering. No:169,89-99, Japan
- TAYSUN , A., F. SAATÇI ve H. UYSAL., 1984. Topraklara PVA Uygulamasının Agregatlaşmaya Etkisi Üzerine Bir Ön Çalışma E.Ü. Z..F.Dergi, 21/3:27-33.
- TAYSUN, A. 1984. Toprak ve Su Korunumu. Ege Üniv. Zir. Fak. Teksir No : 92-I.
- TAYSUN, A. ve İ. DAĞDEVİREN., 1991. GAP Bölgesi Eğimli Tarım Arazilerinin Laboratuvar Şartlarında Toprak Özellikleri ile Erozyon İlişkileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 63. Şanlıurfa.
- TAYSUN, A., 1977. Bornova ve Civarındaki Mevcut Büyük Toprak Gruplarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Bunların Erozyonla Olan İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- TAYSUN, A., 1981. Gediz Havzasının Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvenilalkolün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Doçentlik Tezi. (Yayınlanmamış).
- TAYSUN, A., 1989. Toprak ve Su Korunumu. E.Ü. Ziraat Fak. Teksir No: 92-III., İzmir
- TAYSUN, A., 1990. Toprak ve Su Korunumu. E.Ü. Ziraat Fak. Teksir No: 92-I., İzmir.
- THENG, B.K.G., 1982. Clay-Polymer Interactions : Summary and Perspectives, Clays Clay Miner.,30,1-10.
- TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 4-7, Ankara, s.374.

- UYSAL, H., 1986. Gediz Havzası Farklı Büyük Toprak Gruplarına Ait Su Erozyonu Etkisi Altındaki Eğimli Tarım Alanlarında PVA'nın Agregatlaşmaya Etkisi Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi)
- UYSAL, H., A. TAYSUN ve C. Köse. 1995. Kümeleşmeyi Sağlayan Bazı Polimerlerin Toprak Özellikleri ile Birlikte Laboratuvar Şartlarında Erozyona Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II, Yayın No:7.
- UYSAL, H., A. TAYSUN ve C. KÖSE., 1995, Kümeleşmeyi Sağlayan Bazı Polimerlerin Toprak Özellikleri ile Birlikte Laboratuvar Şartlarında Erozyon Etkileri , İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu,7 (II) ,101-111.
- UYSAL, H., A. TAYSUN., G. YÖNTER. ve G. YOLCU., 1996. Toprakların Erosif Özellikleri Üzerine Polivinilalkol'ün(PVA) Etkileri.I. Uludağ Çevre Müh. Semp., Bursa
- ÜNAL, H. ve H.S. BAŞKAYA., 1981. Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları. No: 759., 269 s. Ankara.
- WALLACE , A.and G.A. WALLACE., 1990, Soil and Crop İmprovement with Water – Soluble Polymers. Soil Tech., 3, 1-8.
- WALLACE, A. and G.A. WALLACE., 1986. Control of Soil Erosion by Polymeric Soil Conditioners. Soil Sci., 141, 363-367.
- WALLACE, A., and S.D. NELSON.,1986, Foreword. Soil Sci., 141, 311-31
- WILLIAM J.O., E. S. ROBERT., and M.G. GREGORY., 2002. Polymer Additives in Irrigation Water to Reduce Erosion and Better Manage Water Infiltration. Agro – Food- IndustryHi-Tech – July /August 2002.
- YOLCU, G., 2001. Bazı Polimerlerin Laboratuvar Koşullarında Toprak Özellikleri İle Birlikte Yüzey Akış ve Toprak Kaybı Üzerine Etkileri.Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Bornova-İzmir.
- ZAHOW, MF., C. AMRHEİN., 1992. Reclamation of a Saline Sodic Soil Using Synthetic Polymers and Gypsum. Soil Science Society of America Journal. 56 (4), 1257-1260.
- ZANG, X. C. and W. P. MİLLER., 1996. Polyacrylamide Effect on Infiltration and Erosion in Furrows. Soil. Sci. Soc. Amer. J., 60, 866-872.
- ZASLAVSKII, M. N., 1969. Some Problems in Mapping Soil Erosion. Pochvovedenie., 10 : 95-104.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin bütün süreci içerisinde bana yardımlarını esirgemedi sunan ve tez çalışmamın her aşamasında büyük katkı sağlayan ve değerlendirmeleri ile beni yönlendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Zeynal Tümsavaş'a en içten duygularıyla teşekkür ederim. Burada isimlerini anmadığım ancak bu çalışmada katkısı olan bütün kişilere ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Adıyaman'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Adıyaman'da tamamladı. 1997 yılında U. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazanarak lisans eğitimine başladı. 2001 yılında mezun oldu. 2003-2004 Eğitim-Öğretim döneminde yüksek lisans eğitimine başladı ve halen eğitime devam etmektedir.