

ŞIRNAK KÖMÜR MADENİ ATIK MARN-ŞEYL YIĞINLARININ ZİRAİ TARIM ALANI OLARAK REKÜLTİVASYONU VE ÇEVRE ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

AGRICULTURAL RECULTIVATION FOR ŞIRNAK COAL MINE MARN-SHALE FILL DUMPS AND ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Y. İ. Tosun

Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Müh. Böl.

ÖZET Şırnak atık yığın etek şevlerinin üzerine, kömür madenciliği devam ederken toprak örtü kaplanarak tarım arazisine dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Yöre toprağı ve humus (organik zemin) ile Şırnak kazan taban külü malzemeyi kapsayan üst zemin toprak oluşturularak bir arazi iyileştirme uygulaması yapılmıştır. İki farklı doğal humus ve kül karışımı alanlar toprak özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Doğal toprak ve humus belirli oranlarda karıştırılarak toprağın organik karbon içeriği artırılmış ve genellikle topraklarda yetersiz miktarda bulunan kullanılabilir fosfor içeriği geliştirilmiştir. Mevcut potasyum ve magnezyum muhtevası kazan külü ile iyileştirilmiştir. Toprağın besin içeriği hem organik karbon hem de K ve Mg içeriği ile iyileştirilmiştir. pH 7,1 ile 8,2 arasında değişmiştir. Ortalama P and K içerikleri Avgamasya S3 and S4 şevlerinde sırasıyla 20 and 40 mg/kg olmuştur. Sonuç olarak, humus ve kazan külü ile ıslah toprak kalitesi geliştirilebilmektedir. Erozyon toprağın organik karbon ve azot içeriğini düşürmüştür.

ABSTRACT During coal mining the agricultural recultivation with the landfill cover over waste dump slopes was aimed. The local earth soil, Şırnak boiler bottom ash and humous (as organic soil) were used. Two different organic soil mixture in the study field were compared. Natural soil and humous were mixed at certain levels in order to improve the organic carbon and the phosphorous contents. Available potasium and magnezium contents were improved by the bottom ash. The average pH ranges from 7.1 to 8.2 at the dumping slope sites. Average available P and K levels were over 20 and 40 mg/kg, respectively at both Avgamasya S3 and S4 sites. Finally, the quality of the recultivated land soil was developed with the bottom ash and humuous. The organic carbon and nitrogen levels at the tailings site were low due to topsoil loss.

1 GİRİŞ

Kömür Madencilik faaliyetlerinde oluşan atıklar çevreyi hem doğal hem de ekonomik olarak tehdit etmektedir. Diğer endüstriyel üretim faaliyetleri gibi kömür madenciliğın de atıklar için eğer gerekli önlemler alınmaz ise çevre açısından olumsuz sonuçlar doğabilmektedir. Kömür madenciliğinde

çıkarılan atık malzemenin genelde çok büyük bir kısmı ekonomik değer taşımamaktadır. Özellikle açık ocaklarda çıkan hafriyat şeyl geride çevreye ve doğal yaşamı tehdit eden sahalar oluşturmaktadır. Sahada depolanması ve tehdit oluşturmadan çevreye kazandırılması gerekmektedir. Şırnak ili kömür ocaklarının atıl olarak bırakılan şeyl ve marn yığınları 20-30 m yükseklikte, şehir yerleşimine hatta Üniversite kampüsü ne 1,2

km yakın bir konumda bulunmaktadır. Kötü yönetilmesi durumunda önemli çevresel ve ekolojik tehdit oluşturma riski vardır. Kayaç dokusundaki sülfürlü mineraller suyun asidik karakterli biyolojik dere ve göl besin zincirini tehdit oluşturur (Vadillo vd., 1999, Wu ve Hilger, 1984). Kömür madeni atık yığınları ve bozulmuş topografya günümüzde iyi değerlendirilerek tarıma kazandırılabilir.

Maden atık yönetiminde birincil amaç, maden atık alanlarının toprak örtüsü ile çöp sahalarının gömülmesi gibi örtülmesi olmaktadır (Mc Bean vd., 1995, Tchobanoglous vd., 1977, Tchobanoglous 1993). Fizibilite olarak Şırnak Avgamasya yöresi toprak örtüsü veya humuslu toprak örtüsü belirli derinlikte ve sulama sistemi ile çevreye çok yararlı hale getirilmektedir. Ancak kömür ocağı işletmeciliğinde açığa çıkan asidik maden sularının nötralize edilerek sulama sisteminde değerlendirilmesi gerekmektedir (Kumar vd, 2006, Kjeldsen vd. 1998).

Günümüzde, kömür maden atık sahaları için, duraylılık ve çevresel performans kriterlerini sağlayabilecek şekilde toprak örtülmesi ve ileri mühendislik tasarımları oluşturulması gerekmektedir (Mallı vd., 2011, Delibalta, 2012). Maden atıkları ile ilgili küresel ve Avrupa Birliği (AB) düzeyinde yapılan sıkı yasal düzenlemeler neticesinde kömür madenciliğinde "Atık Yönetim İşletmeciliği" gerekir (Ünal vd., 1996, Şimşir vd. 2007).

Maden atıklarının kimyasal olarak çevreyi kirlettiği ve yağmur sularının asidik sulara dönüşerek toprağın faydalı minerallerini çözerek kısırlaştırdığını tespit etmişlerdir (Singh, 2009, Eyüpoğlu vd., 1996). Ayrıca bitki büyümesini engelleyen bor flor klor gibi anyonların suya karışmasına neden olduğu belirlenmiştir (Singh, 2010, Kjeldsen vd., 1998). Bu nedenle pH gibi parametrelerin toprak oluşturulmasında önemli olduğu ve takip edilmesi gerekliliği tanımlanmıştır (Ryan, 1985, Poulsen vd., 2005). Organik karbonun varlığı da suni oluşturulan topraklarda en önemli bileşen olmuştur (Çimrin ve Boysan, 2006). Ayrıca P ve K içeren gübreler gibi bitki büyümesi

sağlayacak gübrelerle beslenmesi gerekliliği belirlenmiştir. P ve K seviyeleri 20 and 40 mg/kg üzerlerindeki değerlerde başarılı bitki büyümesi sağlamıştır. Ayrıca toprağın geçirimsizliği de önemli olduğu tanımlanmıştır (Eyüpoğlu vd., 1996).

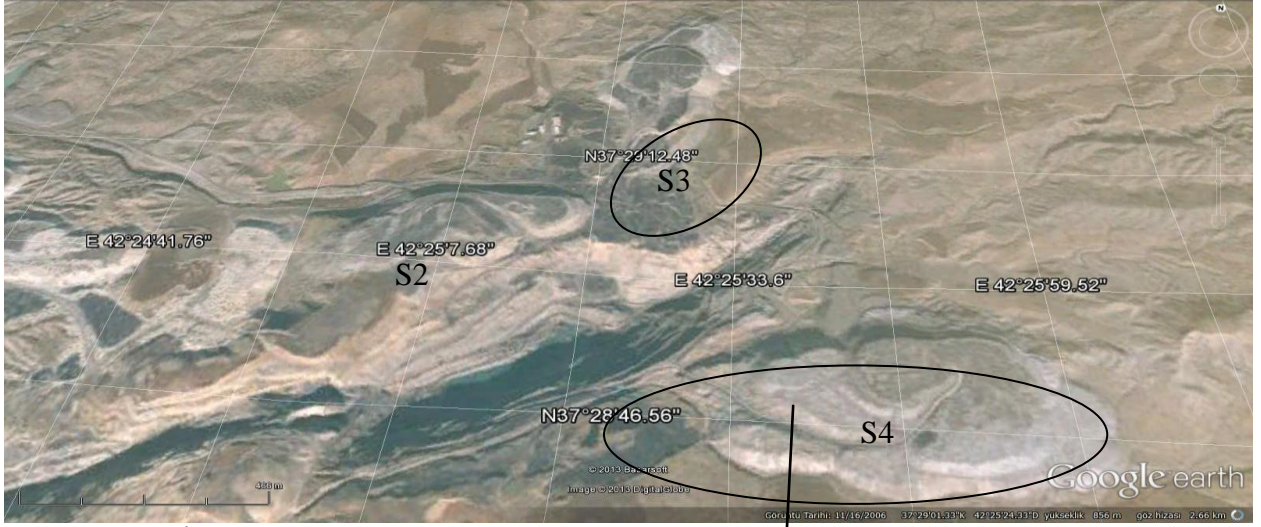
Kömür madenciliğinde ekonomik değer taşımayan yan kayacı sürekli olarak atık sahalarında istiflenmektedir. Bu yan kayaç kil minerallerini ve sülfürlü demir minerali piriti içerir ve toprağın asidikliğini su ile reaksiyona girerek artırır. Şırnak ili ocak çevresinde bu dökümler geniş bir alanı (yaklaşık 30 hektar) oluşturmaktadır. Maden işletmecilik mevzuatı ile uyumlu olarak, bir peyzaj ıslahı veya rekultivasyon istenmektedir. Arazinin bitki büyümesine izin veren en ideal ve pratik iyileştirme işlemi doğal humus ile toprak kaplama yaparak (Güçdemir ve Usul, 2004) organik madde içeriğini artırmak ve besin durumunu iyileştirmektir. Fiziksel olarak niteliği iyileştirilmiş toprak yapısı en başta sağlanmalıdır. Ayrıca, yeni suni toprakların biyolojik çeşitliliği artırmak suni organik malzemeyi örtmek gerekir (Güzel vd., 1994). Bununla birlikte, arazi iyileştirme için hayvan çiftliği atığı humus özellikle karışım olarak organik örtüde toprağı oluşturmalıdır (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Genellikle kil ile karıştırılmaktadır. Ancak iri boyutlu kumsu uçucu kül de başarılı bir karışım oluşturmaktadır.

Suni kökenli topraklarda yerel şartlara ve erozyona bağlı heterojen birikintiler oluşmaktadır. Kömür atığı organik madde içerse de, farklı derinliklerde parça kaya dokusu ilave gerektirebilir. Doğal topraklarda olduğu gibi insan kaynaklı kirletici unsurlar oluşabilmektedir (Çimri ve Boysan, 2006, Canter, 1996). Toprak oluşturan kirletici faktörlerin tam anlaşılması için mevsimlere ve süreye bağlı incelemeler yapılmalıdır (Gregory ve Nortcliff, 2013).

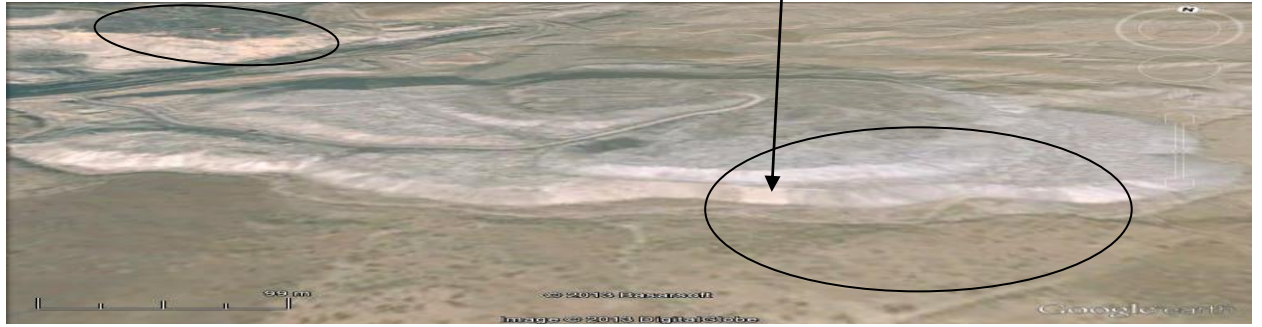
Bu çalışmanın amacı, Şırnak kömür ocağı atık şeyl yığınlarının doğal humus ve Şırnak kazan külü kullanılarak oluşturulan suni toprak örtü ile tarıma elverişli hale getirilmesidir.

Bu çalışmada, ayrıca Şırnak kömür maden atık sahalarının tasarımı, çevre toprak numunelerinin analizleri yapılarak uygun örtü toprak türünün belirlenmesi ve uygun sulama sisteminin tasarımı yapılmıştır.

Alternatif toprak örtü dolguluma sistemleri irdelenerek, Şırnak ili kömür ocağı atık yığınlarının tarım alanına dönüştürülmesi ile ilgili ÇED mevzuat üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 1. Şırnak İli Kömür Ocağı Yığınlarının Uydu Haritası ve Avgamasya S3 Çalışma Alanının Topografik Haritası 1/1000.



Şekil 2. Şırnak İli Kömür Ocağı Yığınlarının Uydu Haritası S4 Topografik Haritası 1/1000.

2 METOT

2.1 Rekültivasyon Alanı

İki atık şeyl yığma dökümü yapan madencilik şirketine ait alanda çalışmalar yapılmıştır. Avgamasya S3 (3 hektar) ve Avgamasya S4 (5 hektar) örtü oluşturulmuştur. Her iki yığma şeyl yamaçları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Doğal humus bir yıl test için önce hektar başına 10 ton yaklaşık toplam 25ton olacak miktarda yayılmıştır. Her bir örtü alanında bir kısmı yerel humus malzemesi ve özellikle yerel Şırnak kazan külü (hektar başına 30 t yaklaşık toplam 90t olacak miktarda) ve

doğal toprakla (hektar başına 40 t yaklaşık toplam 120t olacak miktarda) karıştırılıp toprak örtü teşkil edilmiştir. 1m derinliğinde ocak atığı kumsu şeyli agrega ve üzerine 30cm kalınlığında toz kül ve 20 cm kalınlığında humus, taban külü ve doğal toprak karışım örtü oluşturulmuştur. Türkiye'nin toprak örtüsü incelendiğinde Şekil 4 de görüldüğü gibi yöre toprağının orman toprağı ile kireçsiz orman toprağı olduğu (daire içinde) belirlenmiştir. Ayrıca yöre toprak analizi de bunu desteklemektedir. Türkiye'nin bitki örtüsü incelendiğinde Şekil 5 de görüldüğü gibi yöre bitki örtüsünün kırsal step bitki örtüsü olduğu görülmüştür. Yöredeki 1200m kodunun karasal iklimde aşırı erozyona

İnceleme alanının yamaç kesiti haritada ayrıca görülmektedir. Ancak yer altı su seviyesi maden atığı marn, marnlı şeyl yığıma dolguların 30-40 m altında bulunmaktadır.

Zemindeki su içeriği, kil oranından önemli ölçüde etkilenecektir. Zeminin içindeki kil yüzdesine göre değerlendirildiğinde zemin örnekleri kohezyonsuz veya az kohezyonlu özellik göstermektedir.

Yığınların bulunduğu sahalardan alınan örnekler üzerinde yapılan deneylerle elde edilen tane birim hacim ağırlıkları Çizelge 1'de (γ_{doygun}) gösterilmiştir. Tane boyutuna göre zemin cinslerinin belirlenebilmesi için, tane dağılım deneyi gerçekleştirilmiş ve sonuçları değerlendirilerek birleştirilmiş zemin sınıflamasındaki adları kumlu zemin olarak belirlenmiş ve bileşenleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Yoğun yağışlar, sismik, yer altı su seviyesinde yaşanan değişimler, erozyon, iklim, ayrışma gibi süreçler, topografyası kritik alanlarda yamaç toprak akması 30 m aralıklı 50 cm derinliğinde marn kaya dolgusu ile engellenmiştir. Bu etkiler toprak kaymasını minimize etmiş ve yamaç malzemesinin erozyonunu düşürmüştür. (Bishop, 1955; Höek, 1970). Yamaçlarda gelişen ot büyümesi, kanal inşası, alt yapı faaliyetleri gerçekleştirilmesi gibi önlemler toprak erozyonunu gidermiştir.

2.2 Toprak analizleri

Ara zemin ve toprak özellikleri yaygın olarak kullanılan yöntemler ile belirlenmiştir. Toprak niteliği ve humus örtünün etkisi de kök toprak analizi ile değerlendirilmiştir.

Kök toprak çözelti pH'ı, damıtılmış su ve topraktan oluşan süspansiyon içinde potansiyometrik olarak ölçülmüştür. Toprak pH (pH_{KCl}) 0.2 M KCl sulu çözelti (1/2.5 ağırlık/hacim) ve okside (özellikle organik) karbon içeriği (CO_x) modifiye Tyurin yöntemi ile titrasyonla belirlenmiştir. Humus kalitesi (0,1/20 ağırlık/hacim)

sodyum pirofosfat (0.05 mol) absorbansların oranı ile değerlendirilmiştir. 400 ve 600 nm dalga boylarında absorbans (A_{400}/A_{600}) UV spektrometre ile ölçülmüştür. A_{400}/A_{600} oranı küçük değerler daha kaliteli humus temsil eder. Yörenin ve çalışmada kullanılan toprak analiz sonucu Çizelge 1 de verilmiştir. Toprağın organik C miktarı ve Fe miktarı yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca K ve P miktarları yüksektir.

Karbonatların içeriği hacimsel % 10 HCl ile reaksiyona girdikten sonra belirlenmiştir. Parçacık boyutu dağılımı, manometre ile tespit edilmiştir. Mevcut besin (Ca, Mg, K, P) Mehlich 3 çözeltisi ile tespit edilmiştir. Fiziksel özellikler (kaba yoğunluğu, γ_{doygun} , gözenek) silindirler halinde toplanan bozulmamış toprak numunelerin üzerinde hesaplama kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanında kullanılan Toprak Numunelerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Verileri (20 Numune).

| % Bileşen | Şırnak Toprak | Şırnak Kazan Taban Külü |
|---|---------------|-------------------------|
| Kum (%) | 38,51 | 63,35 |
| Silt (%) | 24,64 | 22,61 |
| Kil (%) | 36,85 | 7,04 |
| CaCO_3 (%) | 39,48 | 0,48 |
| Organik M (%) | 3,28 | 5,28 |
| Toplam Tuz(%) | 0,51 | 1,51 |
| pH | 7,35 | 8,75 |
| Alınabilir P_2O_5 mg/kg | 0,19 | 1,09 |
| Alınabilir K_2O mg/kg | 1,32 | 2,32 |
| Fe mg/kg | 115 | 2110 |
| Mn mg/kg | 74 | 376 |
| Cu mg/kg | 4 | 28 |
| Zn mg/kg | 7,6 | 341 |
| Gözenek,% | 14,7 | 36,2 |
| γ_{doygun} (g/cm^3) | 1,98 | 1,32 |

3 SONUÇLAR VE YORUM

Üst örtü olarak çalışma alanlarında %20 humuslu toprak ve %50 humuslu toprak örtü kullanılmıştır. Bunların senelik ürün durumunda, karşılaştırması Şekil 7 ve 8 de

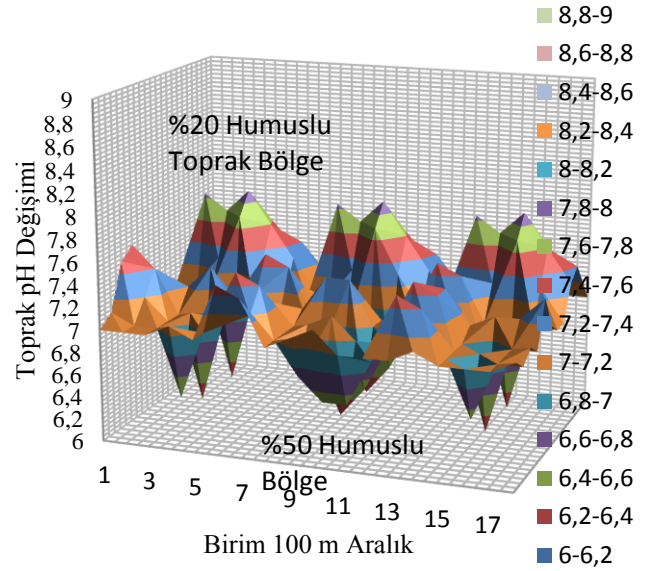
görülmektedir. Bu çalışma alanındaki Avgamasya S4 yığın yamaç numunelerinde %20 humuslu toprakta hem organik karbon içeriği yüksek, asit reaksiyon içeriği, küllü toprak olan örtü malzemedede daha yüksek kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeriğine sahiptir (1544, 16 ve 119 mg/kg). %20 humuslu toprak örtülü ve %50 humuslu toprak örtülü bu alanlar arasında okside karbon içeriği karşılaştırması yapıldığında Avgamasya S4 yamacında %20 humuslu toprakta %12 artış ve %50 humuslu toprakta %23 artış belirlenmiştir (Çizelge 2 de Organik Madde). Her iki yığın üzerindeki örtülerin toprak verileri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Avgamasya S3 yığın yamaç numunelerinin %20 humuslu toprağında karbon içeriği (42,8 mg/kg), alt A400 / A600 oranı ile gösterilen iyi humus kalitesi, yüksek pH_{H_2O} ve pH_{KCl} ($pH= 8,15$ ve $8,38$, sırasıyla) ve daha düşük K içeriği (94,1mg/kg) görülmüştür. Avgamasya S3 şev yığıması ve Avgamasya S3 yığın yamaç doymun kaba yoğunluğunun (2,1 kg/lt) yüksek olduğu ve gözenekliliğin (%12) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

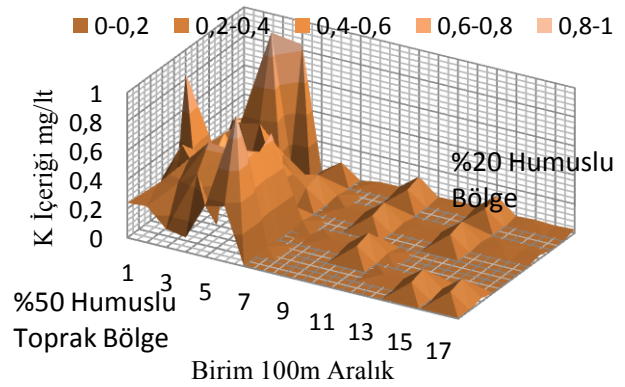
%50 humuslu toprağın pH üzerindeki etkisi incelendiğinde pH in Avgamasya S3 yığın yamacında (Şekil 7 de görüldüğü gibi) 6,4 ile 6,8 arasında değiştiği belirlenmiştir. %20 humuslu toprak bölgede pH 7,5 ve üzerinde olmuştur. Her iki örtü içinde pH değerleri bitki büyümesi için uygundur. %20 humuslu topraklarda (Avgamasya S3 yığın yamacında) örtünün kirlenmesi daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte, tüm pH değerleri nötr veya hafif asit olup değerleri, tüm topraklarda yeterli karbonat içeriği sayesinde, bitki büyüme ve daha fazla toprak ıslahı için oldukça elverişli olmuştur.

Bununla birlikte, humus örtüsüz topraklar da okside karbon önemli bir miktarda vardır. Kısmen kömür atık kalıntıları neden

olmuştur. Bitkisel toprak örtüsü de alt organik madde kalitesini artırmıştır. Avgamasya S3 yığınınındaki örtü toprağında organik madde daha fazla ve nemli olduğu gözlenmiştir.



Şekil 7 Avgamasya S3 Çalışma alanında kullanılan Toprak Numunelerinin pH Analiz Verileri.



Şekil 8 Avgamasya S3 Çalışma alanında kullanılan Toprak Numunelerinin K Analiz Verileri.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, dağlık alanlardaki arazi topolojiye uygun olarak kullanılmamakta ve yanlış arazi kullanımı toprak erozyonu olasılığını artırmaktadır.

Çizelge 2. Yığınların yamaçlarından senelik alınan toprak numuneler üzerinde yapılan kimyasal ve fiziksel testlerden elde edilen sonuçlar (20 Numune).

| Numune | Avgamasya S4 Toprak (%10Kül) +Humus%20 | Avgamasya S4 Toprak (%10Kül) +Humus %50 | Avgamasya S3 Toprak (%10Kül) +Humus %20 | Avgamasya S3 Toprak (%10Kül) +Humus %50 |
|--|--|---|---|---|
| Gözenek,% | 10,9 | 23,7 | 16,8 | 35,4 |
| Kum, % | 31,51 | 16,51 | 38,36 | 19,51 |
| Silt, % | 24,64 | 12,64 | 21,64 | 12,64 |
| Kil, % | 30,85 | 19,85 | 26,14 | 16,85 |
| CaCO ₃ , % (aktif Ca mg/kg) | 37,48(1544) | 19,48(471) | 39,78(1365) | 19,48(352) |
| Mg mg/kg | 16 | 22 | 14 | 19 |
| Organik Madde(Okside C) mg/kg | 51,2 | 32,8 | 42,8 | 21,8 |
| Toplam Tuz mg/kg | 61 | 21 | 41 | 21 |
| pH | 7,65 | 6,3 | 8,10 | 7,5 |
| Alınabilir P ₂ O ₅ mg/kg | 69 | 119 | 59 | 125 |
| Alınabilir K ₂ O mg/kg | 0,17 | 0,79 | 0,14 | 0,62 |
| Fe mg/kg | 88 | 45 | 115 | 45 |
| Mn mg/kg | 54 | 24 | 74 | 24 |
| Cu mg/kg | 11 | 4 | 4 | 4 |
| Zn mg/kg | 39,6 | 4,6 | 52,6 | 4,6 |
| Gözenek,% | 7,7 | 16,2 | 18,7 | 27,1 |
| γ _{dovgun} (g/cm ³) | 2,18 | 1,93 | 2,1 | 1,73 |

3.1 Nohut Ekimi ve Zeytin Dikimi

Yığınların rekültivasyonunda zirai alan oluşturulması için gerçekleştirilen örtülerde yağışlar, arazi eğimi ve yer altı su seviyesinde yaşanan değişimler toprak erozyonuna kısmen etkili olmuştur. Karasal iklim, don yörede kasım ve aralık aylarında görüldüğünden ekinlerin 1 senelik takibi esnasında etkili bir değişime neden olmayacağı düşünülmüştür.

Çizelge 2 de görüldüğü gibi doğal parametrelerin ekim için yörede avantajlı olduğu düşünülmüştür. Ancak humus kullanımı suni toprak örtü oluşmasında zaruri görülmüştür. Bir yıl sonra Avgamasya S3 ve Avgamasya S4 yığın örtü topraklar incelendiğinde, humus ve taban kül örtünün belirgin olumlu etkisi görülmüştür. %50 Humuslu bölge ile %20 humuslu, kül ve toprak karışımı bölgeler belirgin farklılık göstermiştir. %50 Humuslu bölgede 1 ay gibi sürede çimlenme görülürken, %20 humuslu bölgede 3 aylık süre sonunda belirgin bir bitki büyümesi gözlenmiştir.

Avgamasya S3 yığın yamacında fosfor içeriği biraz artmıştır. Humus artışı nohut ekimi yapılan alanda verimi arttırdığı tespit edilmiştir (Şekil 9). Bitki çeşitliliği azalmıştır.



Şekil 9. Avgamasya S3 Çalışma alanında Nohut Ekimi.

Avgamasya toprakları kil bünyeli, pH'ları nötr ve tuzsuz, organik madde bakımından yetersiz kireçlidir. P yönünden değişkenlik göstermiştir. K yönünden fakir, bitkiye yarayışlı Fe, Mn ve Cu içeriği bakımından tüm topraklarda önerilen dozun üzerinde; sırasıyla 88, 54 ve 11 mg/kg, Zn bakımından 52 mg/kg içeriğe sahiptir. Ancak yer yer Ti, Cr gibi mineral noksanlığı olan topraklardır. Topraklar organik maddece zenginleştirilmelidir. Soğuk karasal iklimte step olarak hâkim olduğundan organik madde erozyonla yok olmaktadır.

Bunun aksine, mevcut kalsiyum, magnezyum ve potasyum muhtevası

Avgamasya S3 ve Avgamasya S4 yığın yamacında ilgili reaktif Ca taban külünden dolayı, 471 mg/kg ve 352 mg/kg dır. Her iki ekili arazide K₂O değerleri 0,62 mg/kg ve 0,79mg/kg değerinde bulunmuştur. Bu da taban külünden kaynaklanmıştır. Ayrıca %20 humuslu toprakta Ca, Mg ve P içeriği hala yeterince vardır.

%20 humuslu toprak örtü ile %50 humuslu örtü deki çözülebilen içerikler farklılık oluşturmuştur. Avgamasya S3 yığın yamacında Avgamasya S4 toprak malzeme ile karşılaştırıldığında çok az kil içerdiğini göstermiştir. Kum içeriği ile taban kül örtü malzemeleri genellikle poroz daha iyi fiziksel özelliklere yol açabilmiştir. Toplam porozite Avgamasya S3 yığın yamacı için %20 humuslu toprakta % 19 (Çizelge 2) organik örtü ile üzerinde %50 humuslu toprakta %27 e yükselerek bitki büyümesinde önemli derecede etkili olmuştur.



Şekil 10. Avgamasya S4 Çalışma alanında Zeytin Ekimi.

Avgamasya S4 yığın yamacında üzerinde toplam porozite oldukça azalmıştır. Ancak, kütle yoğunluğu ($\gamma_{\text{doğgun}}$) artmıştır. Bu durum Şekil 10 da görüldüğü gibi erozyona uğrama yüzünden olmuştur. Avgamasya S3 yığın yamacında yüksek gözenek oranı daha iyi havalandırma ve kolay süzülme ve su taşıma sağlanmıştır. Genellikle, organik zemin toprak oluşturan süreçleri kolaylaştırabilir toprak kalitesinin yanı sıra bitki gelişimini başlatarak geliştirir.

Kil içeriği de doğal üst toprak örtüde azalmıştır. Ancak, toplam ve kilcal porozite killi toprak ile azalmıştır. Topraklı humus örtünün pH etkisi çalışma kapsamında iki farklı şevde farklılık göstermiştir. Organik karbon içeriği toprak gözenekliliği üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Gözeneklilik ve toprak pH arasındaki ilişki muhtemelen dolaylı olmaktadır. Artan organik madde içeriği ile topraklarda pH'ı azaltmak mümkündür. Buna karşılık, humus örtülü alanlarda, organik karbon içeriği gözeneklilik sınırlayıcı bir faktör olmuştur. Humus kaplama sırasında toprak işleme ve nem koşullarının etkisi muhtemelen önemli bir rol oynamıştır.

4 SONUÇ

Okside olabilen karbon yüksek miktarda istenir. %50 humuslu toprakta düşük pH lı topraklar olmuştur ve bulunan organik madde kalitesi düşük olduğu görülmüştür: Mevcut kalsiyum ve magnezyum içeriği olumlu etki oluşturmuştur. Yöre toprak pH 1 karbonatlar ve kil içeriği ile ilişkilidir. okside karbon içeriği ve kül içeriği ile desteklenmiştir. Yüksek kum içeriği nedeniyle çalışılan topraklarda kil içeriği önemli ölçüde düşük kalmıştır. Böylelikle doğal organik madde oluşumu artmamıştır.

Bundan dolayı her yıl çiftlik gübresi vb. organik gübreler ve azotlu gübreler uygulanmalıdır. Fosfor ve çinko noksanlığından dolayı toprak analizlerine dayanarak noksan olan topraklarda, fosfor ve çinkolu gübreleme yapılmasında fayda vardır. Gelecekte tarımsal üretimi artırmak için fosfor gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca bitki döllenmesi içinde tavsiye edilir.

Çalışma alanlarında pH 7.1 ve pH 8.2 olmuştur. Zemindeki organik azot ve karbon oranları erozyondan ötürü çok düşük olarak belirlenmiştir. P ve K oranları %20 humuslu toprak çalışma alanlarında orta seviyelerde özellikle sırasıyla yaklaşık 40 ve 20 mg/kg gibi değerlerde yeterli olmuştur.

Genelde iyi toprak özellikleri de farklılıklar göstermiştir. Humus örtünün açık bir etkisi Avgamasya S3 yığın yamacında belirgin iken, Avgamasya S4 yığın yamacında pek farklılık göstermemiştir. Örneğin pH_{KCl} , iki yığın rekültivasyon alanında farklılık arz etmiştir.

Mevcut kalsiyum ve magnezyum muhtevası kazan külü ile iyileştirilmiştir. Toprağın besin içeriği hem organik karbon hem de P ve Mg içeriği ile iyileştirilmiştir. Kil içeriği de doğal üst toprak örtüde azalmıştır. Ancak, toplam ve kılcal porozite azalmıştır. Bitkiler, yağış sularının kitle içine süzülmesini kolaylaştırmakta ve yüzeysel akışı yavaşlatmakta ve azaltmaktadır. Bu ise kütlelerin erozyona uğramasına engel olmaktadır. Kökleri derine ulaşan bitkilerin kökleri mekanik olarak kütlelerin dengesini artırır. Ayrıca yer altı sularını absorbe ederek kütlelerin kurummasına sebep olurlar bir başka deyişle kayaçların su içeriğini azaltırlar. Çalışma alanının bitki örtüsünden yoksun olması duraylılık açısından olumlu olan bu etkilerden faydalanmayı engellemekte ve dolayısıyla yamaçları dengede tutan tutucu kuvvetlerde azaltma olmaktadır. Bu sebeple bitki örtüsü bakımından zenginleştirilmesi organik örtü kalınlığı için önemli bir parametredir. Ancak derinliği 30 cm ye varan toprak akmasını önlemek için tahıl bitki örtüsü özellikle arpa ekimi etkili olacaktır. Çalışma alanında gerçekleştirilen nohut ekimi neticesinde, gelecekte çok büyük boyutlu nohut ekimi uygun rekültivasyon örtüleri belirlenmelidir. Ayrıca çalışma alanının proje kapsamında kentsel kullanıma açılacak olması sebebiyle de bölgede peyzaj yöntemleri araştırılması ve geliştirilmesi ayrı bir önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Bishop, A.W., 1955, The use of the slip circle in the stability analysis of earth slopes, *Geotechnique*, Vol. 5, 7-17.
- Canter L.W., 1996. *Environmental impact assessment*. McGraw-Hill, New York

- Çimrin KM, Boysan S. 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 16(2): s.105-111.
- Delibalta M.S., 2012, Madencilik ve çevre ilişkilerinin ekonomik boyutu, Madencilik ve çevre yönetimi semineri, Afyonkarahisar, s.21.
- Deliboran A., Coşkun M., Abrak S., Seyhanlıgil N., 2014, Şanlıurfa-Karaali yöresinde serada yetiştirilen biber ve hıyar bitkilrinin beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle değerlendirilmesi, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1, s.138-147, <http://dergi.siirt.edu.tr/>
- Eyüpoğlu F, Kurucu N, Talaz S. 1996. Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Bazı Mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. *Toprak ve Su kaynakları Araştırma Yıllığı*. Yayın No: 98, 1996, Ankara.
- Gregory, P.S., Nortcliff, S., 2013, Soil conditions and plant growth, Wiley-Blackwell Pub., ISBN 978-1-4052-9770-0
- Güçdemir İH, Usul M. 2004. Toprak Analiz Sonuçlarına Göre Gübre Tavsiyeleri. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre*, 11-13 Ekim 2004, Tokat.
- Güzel N, Ortaş İ, İbrikçi H. 1991. Harran Ovası Toprak Serilerinde Yararlı Mikroelement Düzeyleri ve Çinko Uygulamasına Karşı Bitkinin Yanıtı. *Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 15-30 Adana.
- Höek, E., 1970, *Estimating the Stability of Excavated Slopes in Opencast Mines*, Institution of Mining and Metallurgy, A105, A132
- Kjeldsen P., Grundtvig A., Winther P., Andersen J.S., 1998. Characterization of an old municipal landfill (Glindsted, Denmark) as a groundwater pollution source: landfill history and leachate composition. *Waste Management Resources*, 16, s.3-13
- Kumar M., Ramanathan A.L., Rao M.S., Kumar B., 2006. Identification and evaluation of hydrogeochemical processes in the groundwater environment of Delhi, India. *Environmental Geology*, 50, s.1025-1039
- Mallı T., Köse H., Deliormanlı A.H., Karakuş D., 2011, Linyit açığışletm madenciliğinde reklamasyon ve rekültivasyon uygulamasının teknik ve ekonomik değerlendirmesi, 4. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, TMMOB Maden Müh. Odası Yayını, ISBN 978-605-01-0113-3, İzmir, s. 103-112.
- Mc Bean A.E., Rovers A.F., Forquhar J.G., 1995. *Solid wastes landfill engineering and design*. Prentice-Hall PTR, New York, 500 pp
- Poulsen T.G., Moldrup P., Sorensen K., Hansen J.A., 2002. Linking landfill hydrology and leachate chemical composition at a controlled

- municipal landfill (Kastrup, Denmark) using state space analysis. *Waste Manag Res* 20:445–456
- Ryan C.R., 1985. Slurry cut off walls applications in control of hazardous waste. In: Johnson A.L. et al (eds) *Hydraulic barriers in soil and rock*, ASTM STP 874. American Society for Testing and Material, Philadelphia, pp 9–23
- Singh R.K., Datta M., Nema A.K., 2009. A new system for groundwater contamination hazard rating of landfills. *Journal of Environmental Management*. 91:344–357
- Singh R.K., Datta M., Nema A.K., 2010. Review of groundwater contamination hazard rating systems for old landfills. *Waste Manag Res*, 28. s.97–108
- Şimşir F., Pamukçu Ç., Özfırat M.K., 2007, Madencilikte rekültivasyon ve doğa onarımı, DEÜ Müh. Fak. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9, 2, s.39-49.
- Tchobanoglous G., Theisen H., Eliassen R., 1977. *Solid wastes: engineering principles of management issues*. McGraw-Hill, New York, 621 p. ISBN 0-07-063235-9
- Tchobanoglous G., 1993. *Integrated solid waste management, engineering principles and management issues*. McGraw-Hill, New York
- Ülgen N, Yurtsever N, 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, s.230, Ankara.
- Ünal E., Kara, D., Vatan, B., 1992, Açık ocak kömür madenciliği sırasında bozulan işletme sahalarının yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesi, *Madencilik*, 31, 1, s.5-16.
- Vadillo I., Carrasco F., Andreo B., Garcia de Torres A., Bosch C., 1999. Chemical composition of landfill leachate in a karst area with a Mediterranean climate (Marbella, Southern Spain). *Environmental Geology*, 37, s.326–332
- Wu J.S., Hilger H., 1984. Evaluation of EPA's hazard ranking system. *Journal of Environmental Eng* 110:797–807