

Yağmurlama Sistemi İle Yapılan Sulamada, Su Erozyonu ve Temel Bitki Besin Maddelerinin Taşınması ve Çevre Sularına Etkisiyle İlgili Bir Araştırma

Ahmet Nedim Yüksel (1)

ÖZET

Tarım ürünlerine olan ihtiyaç, hızlı bir şekilde dünya nüfusuna paralel olarak atmaktadır. Tarım arazilerinin sınırlı olması nedeniyle, bu ihtiyacın karşılanması ancak birim alandan elde edilen verimin yükeltmesi ile mümkündür. Bu amaçla çeşitli tedbirler alınmaktadır. Bunlardan bir tanesi de yeterli gübrenin toprağa verilmesidir.

Tarım ve ormancılıkta 20. yüzyılın başından beri devamlı olarak kullanılan gübre miktarının artırılması, bir kısım araştırmacılar için çevre sularının kirlenmesinde en büyük etken olarak görülmüş ve görülmektedir. Bu şekildeki bir teorinin geçerliliğini araştırmak için, Batı Almanya'nın Schleswig-Holstein eyaleti Hügellandschaft bölgesi tarım arazilerindeki yüzey akışları, miktar kalite ve çevre sularına etkisi yönünden incelenmiştir.

GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ

Tarım yapılan her yerde özellikle meyilli arazilerde, toprak taşınma olayı olmaktadır. Zira arazinin yanlış kullanılması, daimi bitki örtüsünün yıpranmasına veya ortadan kaldırılmasına sebep olmaktadır.

1930 ve 1940 lara kadar yayınlanan toprak erozyonu ile ilgili literatürlerde, taşınan topraklar ve bunlarla ilgili verim düşmesinden bahsedilmek-

tedir. Amerika'da Bennett ve Lowdermilk (1938). Almanya'da Kuron ve arkadaşları 1942, 1948, 1956 v.s. belirtilebilir. Özellikle Streumann ve Richter'in (1966) bütün Avrupa'yı kapsayan literatür çalışması önemli bir yer tutmaktadır.

Toprak taşınması ve yıkanması ile ilgili literatürlerde, suların bitki besin maddesi ile yüklenmesi (primer

1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Dr. Asistanı

kirlenme) öncelikle son yıllarda sık sık değinilen bir konu olmuştur.

Czeratzki 1973 suların temel kirleticisi olarak nitrat ve fosfatı görmektir. Zira bu iki bitki besin maddesi erozyonla çevre sularına taşınabilmekte ve su florasının gelişmesinde ana rolü oynamaktadırlar.

Tarım sahalarının gübrenmesiyle ilgili olarak, drenaj sularındaki fosfor miktarının önemli derecede arttığını Ohle (1952) tesbit etmiştir. Ohle'nin Ostholstein'deki araştırmalarına göre; az gübrelenen tarım arazisi drenaj sularının (15-18 $\mu\text{g}/\text{l}$) ve toplam fosforu (30-60 $\mu\text{g}/\text{l}$) arasında; fazla gübre verilen sahalarda bu değer fosfatta (200 $\mu\text{g}/\text{l}$) ve toplam fosforda (300 $\mu\text{g}/\text{l}$) değerine ulaşmaktadır. Ohle 1965 te şiddetli yağmurlardan sonraki araştırmalarında, aynı bölgenin derelerindeki fosfat miktarını 15-18 $\mu\text{g}/\text{l}$ ve toplam fosfor miktarını da bunun iki katı olarak tesbit etmiştir. Bu çalışmaların neticesinde Ohle, gübrelemenin Kuzey Almanya'daki göl ve diğer suların kirlenmesinde önemli rol oynadığı kanaatinde dir.

Thomas 1954 ve 1968 Züriç gölü ve havzasında yaptığı araştırma ve hesaplamalarda tarımsal gübrelerin erozyon ve yıkanma yoluyla Züriç gölü sularına etki edemeyeceğini tesbit etmiştir. Bu civarda çeşitli nedenlerle, tarım sahalarının azalmasına mukabil, 1945 ten 1964 e kadar göl sularındaki fosfor miktarında 5 misline çıktığını tesbit etmiştir.

Thomas'ta Ohle gibi suların kirlenmesinde fosforu esas minimum faktör olarak görmektedir.

Sprenger'in (1968) yaptığı bitki besin maddesi araştırmalarına göre; kirli sulardaki fosfor yükünün, % 35 ve azot yükünün de % 15 i evlerden gelen kirli sularla olmaktadır. Yine Sprenger'e göre tarım alanlarından taşınan fosfor miktarı yağış intensitesine (şiddetine), buna mukabil taşınan azot ise yağış miktarına bağlıdır.

Klett (1965), Numann (1968) ve ve Wistinghausen (1971) Bodensee akarsularından Schussen'de yaptıkları araştırmalarda şu sonuca varmışlardır: Tarım alanlarından taşınan fosfor miktarını, önemsiz olmasına karşılık; taşınan azot bileşiklerinin hiçte küçümsenecek oranda olmadığıdır. Zira tarım alanlarından azot, fosfordan daha kolay taşınabilmektedir.

Gad ve Naumann (1956), Czeratzki (1973) ve Schmid (1974) eserlerinde nitrat miktarı, içme suları için insan sağlığı yönünden esas faktör olarak ele almışlardır. Ancak, zararlı nitrat konsantrasyonunun tesbitte görüş birliğine varılamamaktadır. Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından kabul edilen üst sınır 50 m g/l dir.

Bitki besin elementlerinin tarım alanlarından taşınma ve yıkanmasını önlemek için Löwe (1964 ve 1968) çeşitli tavsiyelerde bulunmaktadır. Meyilli ve su baskımına maruz kalabilecek yerlerin çayır ve mera olacak ve çok dik yerlerinde orman olarak kullanılması örnek olarak verilebilir. Bunun yanında diğer alınabilecek tarımsal tedbirleri de önermektedir (meyile dik ekim şeritvari ekim v.s.).

Schmid ve Weigelt (1971) Yukarı Bayern göllerinde yaptıkları araştırmalarda, gübrelemenin suların kirlen-

mesinde herhangi bir etkisi olmadığını tesbit etmelerine karşılık, Ohle'nin (1965) Erzgebirge bölgesinde yaptığı araştırmalarda; çevre sularındaki fosforda, evlerden gelen suların yanında, erozyonla taşınan toprak zerreciklerine bağlı fosforunda önemli derecede rol oynadığıda tesbit edilmiştir.

DENEME YERİNİN ÖZELLİKLERİ

Deneme Almanya'nın kuzeyindeki Schleswig-Holstein eyaletinin Hügellandschaft bölgesinde yapılmıştır. Schleswig-Holstein eyaleti batısında Kuzey Denizi, doğusundan Baltık Denizi ve Kuzeyinden de Danimarka ile sınırlanmış olup; araştırma bölgesi Baltık Denizi boyunca uzanmaktadır.

Toprak yapısı olarak dördüncü zaman toprakları olup, çok genç ya-

Literatür neticelerinde görüldüğü gibi, çeşitli yörelerdeki araştırmaların neticeleri birbirlerine ters düşmektedir. Bu bakımdan tarımın gübre kayıplarının önlenmesi yanında, suların da kirlenmesini engellemek için, her bölge şartlarında araştırmaların yapılarak neticelere göre yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.

yaşa sahiptir. Toprak tipi ise kahverengi topraklardır. İklim yönünden, yağışların yarısından biraz azı kış aylarında düşmektedir. Bölgenin uzun yıllar (1891-1950) yağış ortalaması 700-725 mm civarında olup, en az yağış Şubat-Mayıs kadar olmaktadır. Mayıs'tan sonra yükselmeye başlayan yağış Ağustos'ta en yüksek seviyesini bulmaktadır. Ağustos ayından Eylül'e kadar hızlı, Eylül'den Aralık ayına kadar ise yavaş bir düşme takip eder.

MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme için parseller 5 X 20 m boyutlarında olup, uzun kenarı meyil yönünde olmak üzere, ikisi tarla tarım sahalarına (meyiller % 15 ve % 16), biri de çayır ve mera parsellerine kurulmuştur (meyili % 24). Parselin alt kısmında kazılan çukurda (derinliği 0,75 m ve eni 1.00 m) yüzey akış sularını toplamak için tertibatla birlikte, ölçme kapları da bulunmaktaydı.

Erozyon çalışmaları tabii yağışlarla incelenmesi halinde uzun zamana ihtiyaç göstereceğinden, denemeler bir yağmurlama sisteminin yardımı ile yapılmıştır. Deneme için kurulan yağmurlama sisteminin yağış şiddeti saatte

100 mm. ye kadar çıkabilmekte ve başlıklar sabit olup, deneme parsellerinin 2 uzun kenarı boyunca dizilmiştir.

Deneme dizisine başlamadan önce, deneme süresince toprak rutubetinin sabit kalmasını temin etmek için, parseller 2-3 gün yağmurlama ile ıslatılmıştır.

Birbirini takip eden deneme günlerinde yağmurlama miktarındaki artış, ortalama 5 mm kadar olup; en yüksek yağmurlama miktarı da 40 mm kadar çıkmıştır.

Yağmurlama esnasında, devamlı olarak her 100 l lik yüzey akışından

1 l su örneği alınmıştır. Bunun yanında yağmurlamadan önce ve sonra, toprak

rutubetini tesbit etmek için; toprak numuneleri de alınmıştır.

NETİCELER

A. Yüzey akışları ve toprak erozyonu:

Parsel büyüklüğünün ve parsel meylinin sabit olması nedeniyle denemede meyil tipinin ve parsel uzunluğunun su erozyonuna etkisi araştırılmamıştır.

Bitkisiz toprak yüzeyinde bitkilerin toprak için koruyucu etkisi sonbahar ve kışın anız veya kışlayan bitkilerle çok azalmakta veya sürülmüş tarlalarda hiç kalmamaktadır. Böylece toprak doğrudan doğruya yağmur damlalarının etkisine maruz kalmaktadır.

Bazı uygun toprak işleme usulleri (meyile dik sürüm gibi) ve toprak yüzeyinin pürüzlülüğünün attırılması (toprak yüzünün kesekli bırakılması) ile toprağın taşınması azaltılmış olur.

Meyile dik sürülmüş parselde yağmurlama denemesinde, yağmurlama miktarının 18,0 m den 38,1 mm ye kadar çıkarılmış olmasına ve toprak rutubetinin 30,7-37,0 hacim yüzdesi (veya pF değeri olarak 2,5 ve 0,8 den küçük) olmasına rağmen; herhangi bir yüzey akışı tesbit edilememiştir. Bilindiği gibi toprak rutubetinin yüksekliği suların derine sızma hızını yavaşlattığından, yüzey akışlarını arttırıcı bir rol oynar. Deneme sahasında, pulluk çizileri arasında 1 m uzunluğuna yaklaşan su birikintileri meydana gelmiştir.

Araştırma bölgesi yüzey şekillerinin dalgalı oluşu ve devamlı değişmesi dolayısıyla, meyile dik sürüm; bazı yer-

lerde toprağın taşınmasını önlemeye yeterli olmamaktadır.

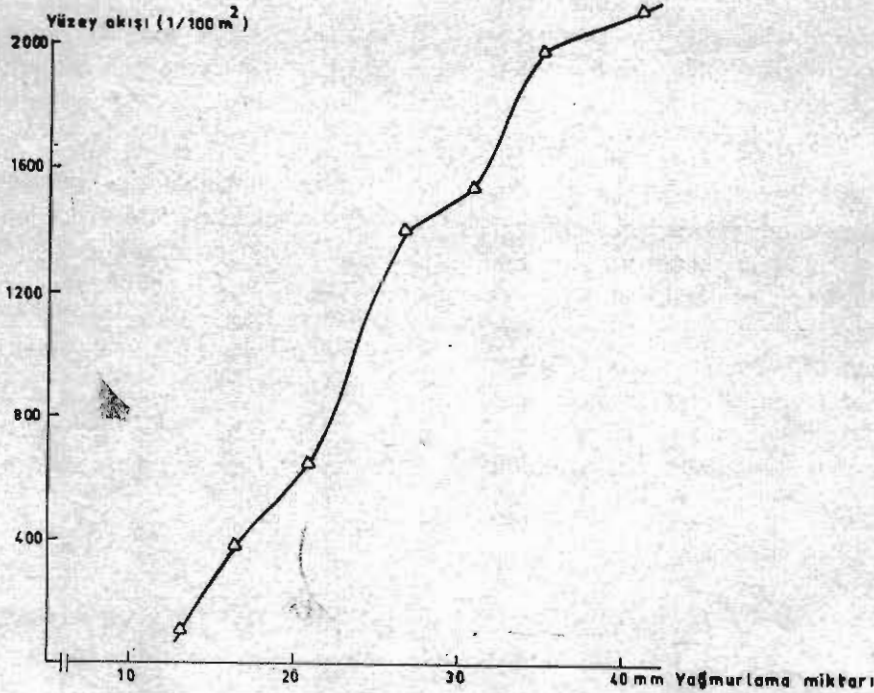
b. Tohum yatağı ve toprak erozyonu:

İlkbaharda toprağın kabartılması ve bunu takip eden tohum yatağının hazırlanması ile erozyon tehlikesi artmaktadır. Bu zamanda bitkilerin toprağı koruma etkisi ile toprak yüzeyinin pürüzlülüğü tamamen ortadan kalkmakta ve toprak doğrudan doğruya yağmur damlalarının darbe etkisine maruz kalmaktadır. Bu da toprak yüzeyinin çamurlaşmasına ve toprağın su alma hızının düşmesine sebep olmaktadır.

Şekil (1) de görüldüğü gibi yüzey akışları tohum yatağında yağmurlama miktarı ve şiddetine bağlı olarak hızla yükselmektedir. Başlangıç safhasındaki 13,2 mm lik yağmurlama miktarının % 8,2 si (veya 108 l.) Yüzey akış olarak tesbit edilmesine rağmen, 35 mm ve üzerindeki yağmurlama miktarında; yüzey akışları yağmurlamanın % 50 sinin üzerine çıkmaktadır. 41,0 mm yağmurlamada 2115 l veya (21,15 mm) lik yüzey akışı tesbit edilmiştir. Yüzey akışlarının katı madde konsantrasyonu devamlı olarak değişmekte ve Feldmann (1953), Kuron, Jung ve Schreiber'in (1956) tesbit ettikleri gibi yüzey akışları ve toprak erozyonu paralel gitmemektedir. Bu değişiklik şekil 2 de görülmektedir.

c. Bitki örtüsü ve toprak erozyonu:

Bitki örtüsü toprağı yaprakları ve kökleri vasıtası ile erozyona karşı



Şekil 1 Yağmurlama miktarına bağımlı olarak yüzey akışları (tohum yatağında).

korur. Yapraklar yağmur damlalarının darbe kuvvetini azaltır ve damlaların bir kısmını tutarak, bunların tekrar yaprak üstünden buharlaşmasını sağlıyarak; yüzey akışın miktarını azaltır. Köklerle ise toprak sıkı bir şekilde tutulmaktadır. Bu koruma etkisi sonbahar ve kışta; anızlı tarlalarla veya kışlayan bitkilerle çok azalır.

10-18 cm yükseklikte ve meyile dik olarak ekilmiş yulaf parselinde toprak erozyonu; Şekil (3) te açıkça görüldüğü gibi, yüzey akışlarının miktarı; yağmurlama miktarına bağlı olarak, bitki örtüsüz toprak yüzeyinden pek farklı değildir. 11,3 mm lik yağmurlamanın % 12,9 u ve 39,0 mm lik yağmurlamanın da % 49 , 1 i; yüzey suları olarak parselin altında toplanmıştır.

Yüksek toprak neminin, toprağın su alma hızını azalttığı bu deney serisi sonucunda açıkça görülmektedir. Bu hususu yine Kuron, Jung ve Schreiber (1956) ve Richter (1965) in çalışmalarında da görebiliriz. Bitki örtüsünün esas etkisi yüzey sularıyla taşınan katı maddelerin konsantrasyonu üzerinde olmuş ve taşınan madde miktarı 1/7 nisbetinde azalmıştır (Şekil 4).

Colman'ın (1954) denemelerine göre 20-25 cm yükselen hububat, toprağı yeteri kadar erozyondan korumaktadır. 40 cm yüksekliğin üzerinde gelişmiş ve meyile dik yönde ekilmiş yulaf parseli üzerinde yapılan denemede, 39,4 ve 40,0 mm lik yağmurlama günleri hariç tutulursa; yüzey akışları ve toprak erozyonu tespit edilmemiştir.

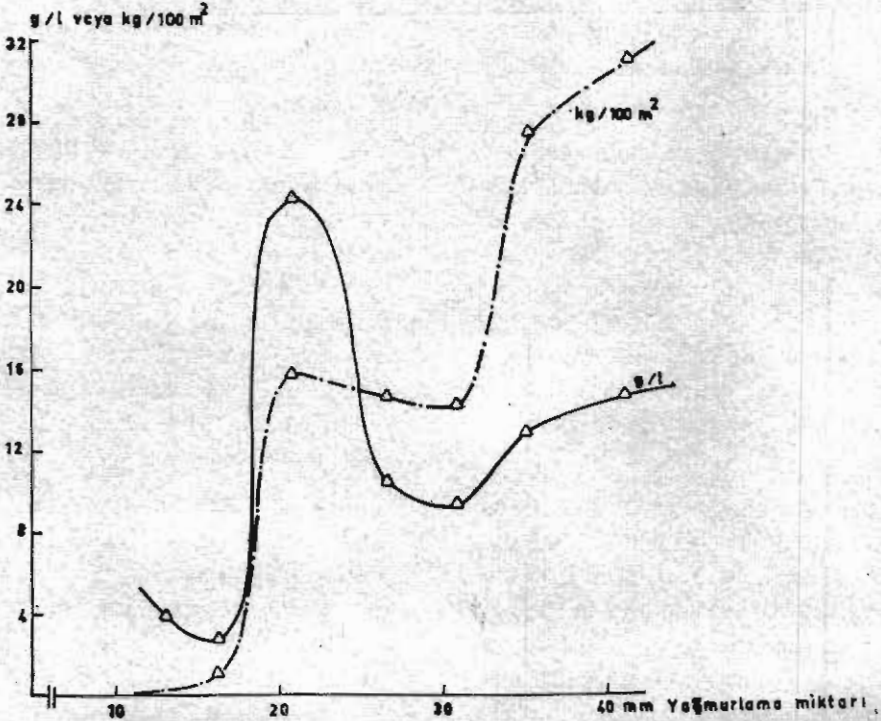
39,4 ve 40,0 mm lik yağmurlamalarda, yüzey akışı yağmurlama miktarının % 1 nin altında kalmıştır. Sonuç olarak meyile dik yönde ekilmiş yulaf, yüzey akışları ve toprak erozyonuna imkân vermemiştir.

Yine hububatla kaplı parselde yapılan başka bir yağmurlama denemesinde şu sonuçlar alınmıştır: 10,1 mm ile başlayan yağmurlamadan 22,6 mm ye kadar yüzey akışı elde edilememiş ve 29,7 mm de, yağmurlamanın % 4,3 ü yüzey akışı olarak tutulmuştur. 38,4 mm lik yağmurlamada, ancak % 0,7 lik bir yüzey akışı tesbit edilmiştir. Bu

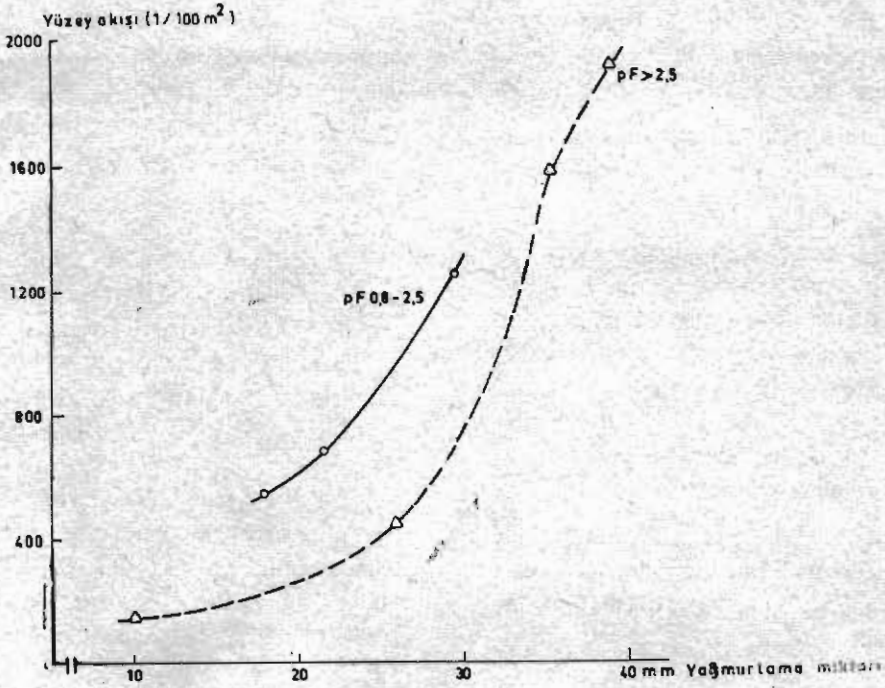
parselde yüzey akışın, diğer parsellere kıyasla farklı oluşunun nedeni deneme başlanıcında motopomptaki arıza nedeniyle, denemeye 8 gün ara verilmesi ve bu arada bitki örtüsünün gelişmesidir.

Deneme serilerinin neticelerini kısaca özetlersek; meyile dik ekilen hububat çeşitleri, bitki örtüsüz toprak yüzeyine nazaran toprak taşınmasını önemli ölçüde azaltmaktadırlar. Bitkilerin fide devresinde bile bu koruma etkisi görülmektedir.

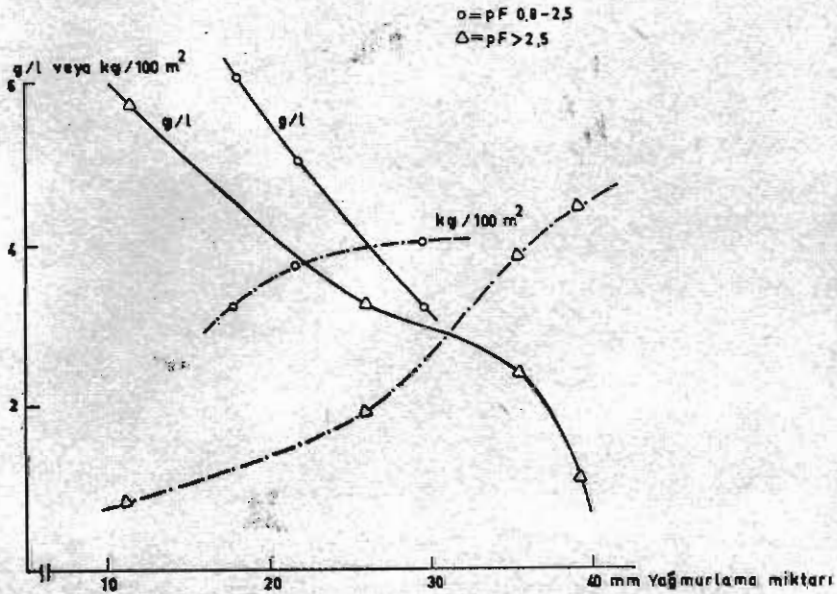
İlkbaharda sürüm çalışmaları ve tohum yatağının hazırlanmasından son-



Şekil 2 : Yağmurlama miktarına bağımlı olarak, yüzey akışları ile taşınan katı madde konsantrasyonu ve miktarı (tohum yatağında).



Şekil 3 : Yağmurlama miktarı ve toprak rutubetine bağımlı olarak yüzey akışları (yulafla örtüsü parselde).



Şekil 4 : Yağmurlama miktarı ve toprak rutubetine bağımlı olarak, yüzey akışları ile taşınan katı madde konsantrasyonu ve miktarı (yulafla kaplı parselde).

ra; erozyon tehlikesi oldukça artmaktadır. Zira yaş, bitki örtüsüz ve kabartılmış toprak, erozyona karşı koyamamaktadır.

Toprak yüzü 25 cm ve daha yüksek hububatla kaplıysa, toprak erozyonu etkisini kaybetmektedir.

İlkbaharın sonundan, hasada kadar, bitki miktarındaki ve su ihtiyacındaki artıştan dolayı, deneme bölgesinde, toprak erozyonu hemen hemen meydana gelmemiştir.

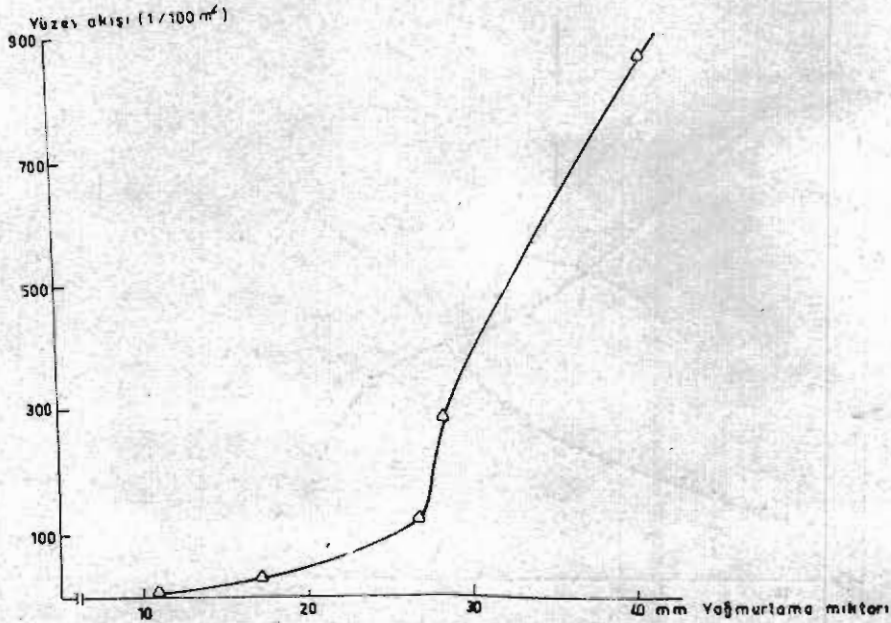
d. Çayır ve meranın toprak erozyonuna etkisi:

Löwe (1964) ve (1968) çayır ve merayı, meyilli sahalar için; erozyona karşı en iyi koruyucu olarak göstermektedir.

Şekil (5) te de görüldüğü gibi, çayır-mera parsel meyilinin (% 24); öbür parsellere göre (% 15 ve % 16) daha fazla olmasına rağmen, yüzey akışları daha düşük seviyede kalmaktadır.

Denemenin ilk gününde 11,0 mm lik yağmurlama ile yüzey akışı meydana gelmemiştir. 17,2 mm den itibaren 32 l ile başlayan yüzey akışları, 41,2 mm lik yağmurlamada 850 l veya yağmurlama miktarının % 20,6 sı olabilmmiştir.

Çayır-meranın değerlerini, daha önceki neticelerle mukayese edersek; tohum yatağında, 41,0 mm lik yağmurlamada bu oran % 51,6 ve fide safhasındaki yulafda da % 41,9 olmuştur.



Şekil 5 : Yağmurlama miktarına bağlı olarak Yüzey akışları (çayır ve merada).

Çayır ve meranın esas etkisi toprak taşınması üzerinde olmuştur. Burada değil toprak erozyonundan bahsetmek, yağmurlama sisteminin suyu ile verilen katı maddelerin bile % 81,5 dan fazlası deneme parselinde tutulmuştur.

Yine aynı parselerde yaz başlangıcında, 10,7 mm den başlayıp 31,0mm ye kadar ulaşan yağmurlama denemesinde herhangi bir yüzey akışı ve toprak taşınması tesbit edilememiştir.

Deneme sonuçlarına göre, kısa meyilli arazilere sahip olan araştırmanın yapıldığı Hügellandschaft bölgesinde; çayır ve meralar toprak erozyonunu engelleyebilirler. Bitkilerin su ihtiyacının ve hava ısısının en yüksek olduğu yaz mevsiminde, meyilli çayır ve mera arazilerinde yüzey akışları bile meydana gelmemiştir.

Eğer erozyon tehlikesine maruz kalan, çevre sularına yakın meyilli araziler; çayır ve mera sahaları olarak kullanılırsa; toprak erozyonu daha da azaltılmış ve dolayısıyla çevre sularının toprak erozyonu ile kirlenmesi önlenmiş olur.

B. Bitki besin maddelerinin yüzey akışlarıyla taşınması:

Gübrelerin kullanılma miktarının son senelerde devamlı olarak artması nedeniyle, çevre sularının kirlenmesinde en büyük etken olarak görülmektedir. Bu fikrin temsilcilerinden Ohle (1965), gübre kullanımındaki artış ile toprak erozyonunu, deneme bölgesi çevre suları için en büyük tehlike olarak görmektedir. Bunun yanında çevre araştırmacıları, temel bitki besin maddelerinden fosfora özel bir itina gös-

termektedirler. Zira fosfor su florasının gelişmesi için esas rol oynamaktadır.

Almanya'da kullanılan gübrelerdeki ortalama etkili madde miktarı N: P: K = 68: 26 : 24 kg/ha olmasına rağmen; araştırma bölgesindeki değerler bunun çok üzerindedir (N: P: K = 177 : 59 : 118).

Bitki besin maddeler toprakta çeşitli formlarda bulunurlar. Bunlardan özellikle suda çözülebilir şekli, hem bitkiler tarafından alınabilmesi ve hem de toprakta taşınabilmesi bakımından önemlidir.

Fosforlu gübreler, gübrelemeden sonra kısa bir müddet suda çözülebilir durumdadır. Daha sonra suda zor çözülen veya çözülmeyen formlara dönüşmesi dolayısıyla; fosforlu gübrelerin miktarını çiftçi, bitkilerin alabileceği seviyenin üzerinde tutmak zorunda kalmaktadır.

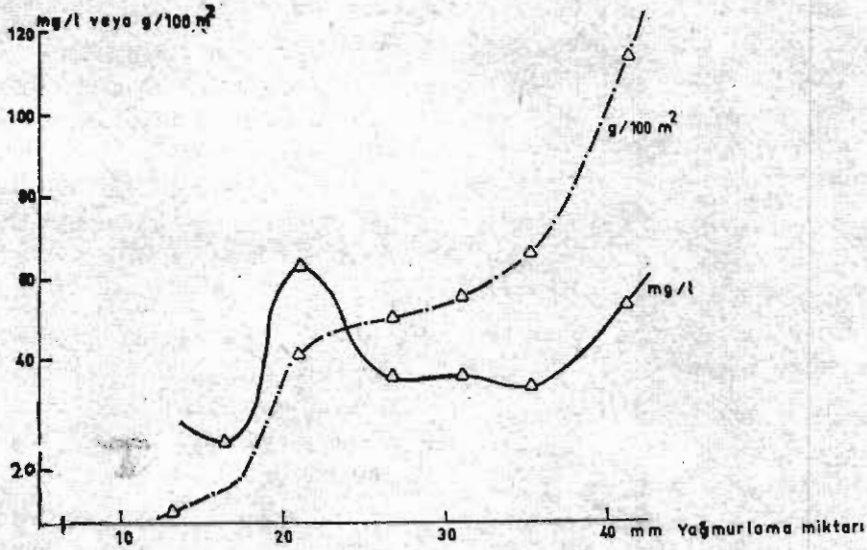
a. Bitki örtüsüz toprak yüzeyi ve bitki besin maddelerinin taşınması:

Meyile dik yönde sürülmüş parselde denemelerde yüzey akışları olmadığından; herhangi bir bitki besin maddesi taşınması da tesbit edilememiştir.

b. Tohum yatağı ve bitki besin maddesinin taşınması:

Araştırmalarda yüzey sularındaki temel bitki besin maddesi N - P - K'nın analiz ve tesbitleri yapılmıştır.

Şekil (6) da da görüldüğü gibi yüzey akışlarının toplam azot konsantrasyonu 19,5 - 63,6 mg/l arasında oynamaktadır. Yağmurlama miktarı ve intensitesinin azot konsantrasyonuna herhangi bir etkisi tesbit edilememiştir.



Şekil 6 : Yağmurlama miktarına bağımlı olarak taşınan toplam azot miktarı ve konsantrasyonu (tohum yatağında).

Sprenger (1968) in de elde ettiği neticelerde bulduğu gibi, taşınan azot miktarı, yüzey akışlarının miktarı ile orantılı olarak artmaktadır. 13,2 mm yağmurlamada taşınan azot miktarı 2,84 g/100 m² den: 41,0 mm de 114,25 g/100 m² ye çıkmıştır.

Bu deneme serisinde yüzey akış sularındaki toplam fosfor konsantrasyonu, yağmurlama intensitesine paralel olarak gitmektedir. Yağmurlama intensitesi 27,0 mm/h dan 37,3 mm/h ve yüzey akışlarındaki fosfor konsantrasyonu da 4,27 mg/l den 11,58 mg/l ye çıkmıştır. Bernhardt, Such, Wilhelms (1968) ve Sprenger (1968) de tarım alanlarından taşınan fosfor miktarına, en büyük etkinin yağış intensitesi olduğu neticesine varmışlardır.

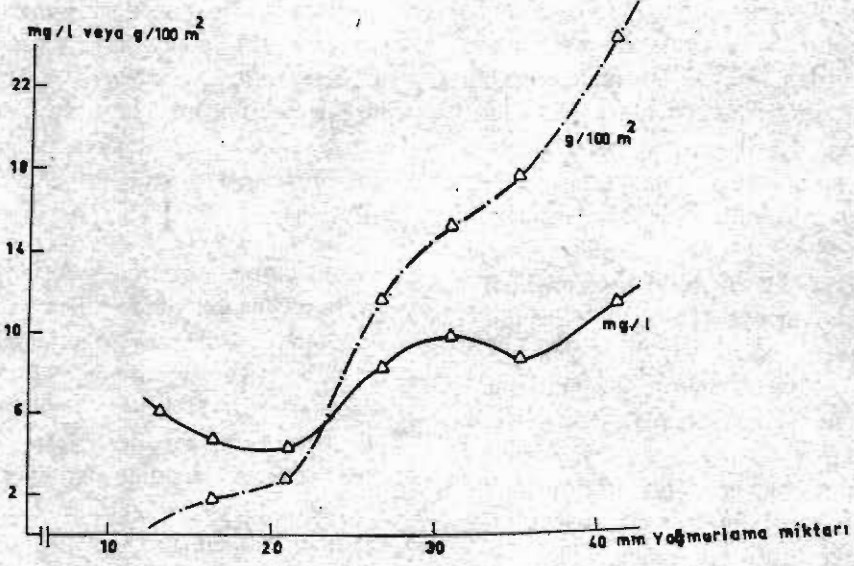
Taşınan fosfor miktarında, yağmurlama miktarının etkisi de çok büyük olmaktadır. Şekil (7) de görüldüğü gibi, yağmurlama miktarı ve intensitesine

bağlı olarak, deneme parcelinden taşınan toplam fosfor miktarı 0,65 den 24,49 g/100 m² ye çıkmaktadır.

Bu deneme serisinde potasyum özel bir yer tutmaktadır. Yağmurlama sistemine verilen sudaki ile yüzey sularındaki potasyum konsantrasyonu hemen hemen aynı olması ve yağmurlama ile verilen su miktarının yüzey sularının daima üstünde olması dolayısıyla, herhangi bir potasyum erozyonundan bahsedilemez. Deneme esnasında yağmurlama ile parcelin potasyum dengesi parcel lehine dönüşmüştür.

c. Bitki örtüsü ve bitki besin maddelerinin taşınması:

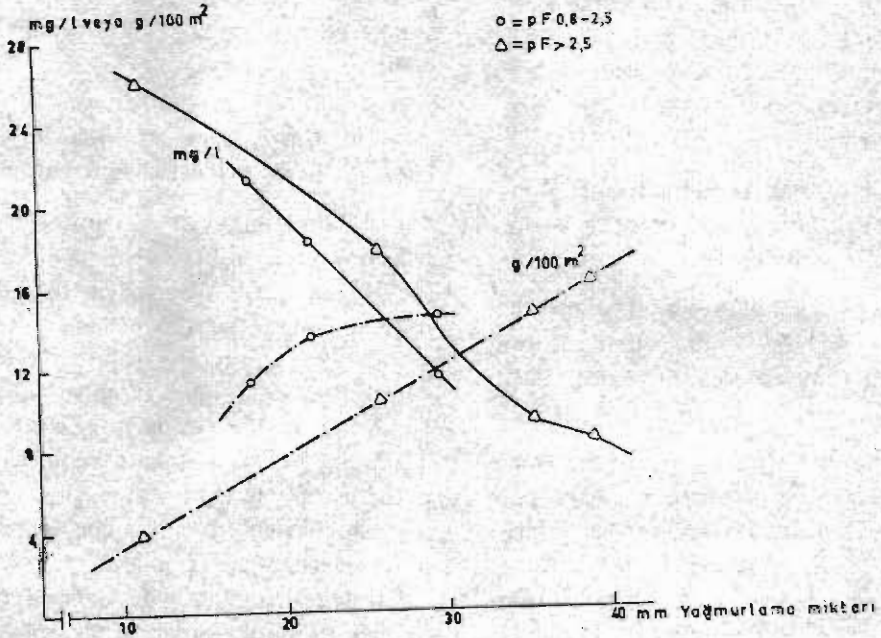
Meyile dik ekilmiş ve 10-18 cm yükseklikteki yulaf parcelinde bitki besin maddesi ile ilgili erozyon denemesinde; deneme serisi toprak nemi yönünden 2 gruba ayrılmıştır. Bunlar-



Şekil 7 : Yağmurlama miktarına bağımlı olarak taşınan toplam fosfor miktarı ve konsantrasyonu (Tohum yatağında).

dan biri toprak nemi hacim yüzdesi olarak 31,4 ün üzerinde olanlar (pF

0,8-2,5) ve % 29 un altında olanlar (pF > 2,5) (Şekil 8).



Şekil 8 : Yağmurlama miktarına bağımlı olarak taşınan toplam azot miktarı konsantrasyonu (yulafıla örtülü parselde).

Her iki grupta da yüzey sularındaki azotun konsantrasyonu azalmaktadır. Azalma gruplar arasında farklı olmakla beraber, 26,08 mg/l den 8,36 mg/l ye kadar düşmektedir. Azot konsantrasyonundaki azalma; artan yağmurlama miktarı ile yüzey akışlarındaki konsantrasyon düşmesi ve gelişme safhasındaki bitkilerin, bitki besin maddesi ihtiyacının artması ile izah edilebilir.

Deneme parselinin azot bilançosundan hareket ederek; yağmurlama sistemi ile verilen azotla, yüzey sularındaki azot miktarını mukayese edersek, taşınan azot miktarı düşük bir seviyede kalır. Bundan çıkarılacak sonuç; bitki örtüsü tam gelişmiş olmamasına rağmen bitki besin maddesi taşınmasını çıplak toprak yüzeyine nazaran büyük ölçüde azaltmaktadır.

Fosforda durum konsantrasyon yönünden yine aynı görünüm arz etmektedir. Yüzey sularının fosfat konsantrasyonu 8,43 mg/l den 4,73 mg/l ye düşmektedir. Parselin fosfor bilançosu, parsel lehine bir birikmeyi göstermektedir.

Potasyumun durumu fosfora benzemekte ve burada birikim daha büyük boyutlara ulaşmaktadır.

Birkaç cm yükselen bitki örtüsü, az yağış miktarı ve intensitesine fosfor ve potasyum erozyonunu engellemektedir.

Suların kirlenmesi yönünden, erozyon suları uygunsuz şartlarda büyük rol oynayabilir. Bunun için yüzey sularının doğrudan doğruya çevre sularına ulaşması gerekmektedir. Zira, tarım sahalarından gelen yüzey sularındaki bitki besin maddesi konsantrasyonu gübrelemeden dolayı yüksektir.

Bunun için akarsuların kenarındaki sahaların düz ve çayırlarla kaplı olması, yüzey sularının hızını ve dolayısıyla sürüklenme gücünü düşürüp, suların toprağa sızmasını sağlayarak; çevre sularının temiz tutulmasında önemli rol oynar.

40 cm. nin üzerinde gelişme gösteren ve meyile dik yönde ekilen hububat, 40,0 mm. ye varan yağmurlama miktarına rağmen, toprak erozyonunu ve dolayısıyla; bitki besin maddelerinin taşınmasını önlemektedir. Bu arada düşük toprak neminin ve yüksek hava ısısının da, yüzey akışlarına azaltıcı etkisi unutulmamalıdır.

Araştırma bölgesindeki denemelerin neticesinde potasyumun yüzey akışları ile kaybı, bitki ile örtülü ve örtüsüz parsellerde tesbit edilememiştir. Bölge topraklarının potasyum adsorbtion kapasitesinin yüksek olması dolayısıyla, potasyum toprakta fikse edilmektedir.

d. Çayır mera arazilerinde bitki besin maddelerinin taşınması :

Çalışmanın yapıldığı bölgedeki su havzasının genişliği 1325 ha olup, arazinin % 31 i çayır mera olarak kullanılmaktadır. Çayır mera arazileri ıslak veya kışın fazla yağışlardan sonra su baskımına uğrayan taban sahalarıdır. Tarım arazilerinden gelen, yüzey akışları ile taşınan katı maddeler, akarsu yakınlarındaki çayır mera üzerinde çökebilirler. Bundan dolayı çayır ve meranın akarsulara, yüzey akışları ile taşınan katı ve bitki besin maddelerinin tutulmasında önemli rol oynayarak; çevre sularının kirlenmesine engel olmuş olurlar.

Çayır mera parselindeki azot ve potasyumla ilgili veriler, hemen hemen aynı görünüm ortaya çıkarmaktadır. Yüzey akışlarındaki azot ve potasyum miktarı, yağmurlama tesisi ile verilen suyun konsantrasyonundan daha düşük değerler göstermektedirler. Yüzey akışlarının, yağmurlama suyuna oranla çok az ve konsantrasyonunda düşük olması dolayısıyla; yağmurlama ile parselde bitki besin maddesi birikmesi olmuştur.

Fosforda durum; konsantrasyon çok dar sınırlar arasında oynamasına rağmen, burada biraz değişiklik göstermektedir. Yüzey akışlarında 2,21 - 0,48 mg/l olan değerler, yağmurlama suyunda 1.11-0.34 mg/l olmaktadır. Konsantrasyon aynı zamanda artan yüzey akışları ile de ters orantılı olarak azalmaktadır. Konsantrasyonun dar sınırlar içinde oynaması, yüzey akış-

larının düşük olması dolayısıyla; parselde fosfor birikimi de olmaktadır.

Denemelerden çıkarılacak neticeler; çayır mera arazileri yüksek seviyedeki tarım sahalarından taşınan bitki besin maddeleri için filtre görevini görmektedir. Denemelere göre, suların civarındaki çayır şeritleri, özellikle tarlaların çıplak olduğu zamanlarda çevre sularının temiz tutulması bakımından ne derece önemli olduğu görülmektedir.

Yaz başlangıcında yapılan denemede çayır mera yüzey akışına dolayısıyla bitki besin maddesi erozyonuna imkan vermemiştir. Denemenin yapıldığı Hügellandschaft bölgesinde, meyillerin genellikle kısa olması dolayısıyla; eğilimli sahalar çayır ve mera olarak kullanılırsa, toprak ve bitki besin maddelerinin taşınarak çevre sularını kirlenmesi önlenmiş olur.

TARTIŞMALAR:

Yapılan araştırmalar neticesinde, yüzey akışları ile deneme bölgesi meylli arazilerinde, yaklaşık olarak ve bitki besin maddeleri kaybı tesbit edilmiş olur. Tarımın çevre sularına etkisi ve bunun tesbitinin tam olabilmesi için, yıkanan bitki besin maddelerinin taban ve drenaj sularında; aynı zamanda çevre sularının da tarım sahalarından gelebilecek maddeler yönünden araştırılması gerekmektedir.

Bitki besin maddesi kaybı, tarımsal üretim için masraf ve verim yönünden, diğer taraftan çevre sularının kirlenmesi bakımından önemlidir.

Meyile dik sürülmüş sahalar, her zaman su erozyonuna karşı toprağı

yeterli olarak koruyamazlar. Özellikle intensitesi fazla ve uzun süreli yağışlarda; tarla yüzeyinde pulluk çizilerinin parçalanarak, çeşitli erozyon görüntülerinin meydana çıkmasına sebep olur.

İlkbaharda, özellikle tarım yatağının hazırlanmasından sonra; yağışlarla birlikte erozyon yönünden tehlikeli bir zaman başlamaktadır. Denemeden de tesbit edildiği gibi, bu zamanda parselden gelen yüzey akışları toprak ve bitki besin maddeleri yönünden oldukça zengindirler. Yüzey sularının konsantrasyonları değişiklik göstermesine rağmen, yağmurlama miktarına bağlı olarak taşınan madde miktarı da artmıştır. Bölge topraklarının özelli-

ğinden, dolayı, potasyum taşınması tesbit edilememiştir.

Bitki örtüsünün yükselmesi ile yüzey akışlarındaki azalma pek fazla olmamakla beraber; taşınan madde miktarındaki azalma hiç te küçümsecek gibi değildir. Bu koruma görevi bitki örtüsünün büyümesi ile orantılı olarak artmaktadır. Bundan dolayı toprak ve bitki besin maddesinin taşınmaması ve çevre sularının temiz tutulması için;

toprak yüzeyinin mümkün olduğu kadar bitki ile kaplı tutulması gerekmektedir.

Sonbaharın sonu ve kışın meydana gelen yüzey akışları çevre sularının bitki besin maddesi konsantrasyonunu arttırabilirler.

Bu arada çayır ve meranın, meyilli tarım arazisini korumak ve çevre sularını temiz tutmak yönünden önemini hiç unutmamak gerekir.

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Wassererosion hinsichtlich der Fest- und Pflanzennährstoff-Abschwemmung und der Gewässereutrophierung wurde unter den Nutzungsarten Acker und Grünland und der Bodenbedeckung auf 100 qm grossen Versuchspartellen mit Hilfe einer Beregungsanlage im Einzugsgebiet der Honigau untersucht.

Bei der vegetationsfreien Feldoberfläche, beim Saatbeet, wurden sowohl die höchste Abfluss- und Abtragsmenge als auch die Abschwemmung der Pflanzennährstoffe von N und P festgestellt, da die Bodenoberfläche direkt der Wirkung der Niederschläge wegen einer fehlenden Pflanzendecke ausgesetzt war.

Bei einem noch nicht geschlossenem Pflanzenbestand ist die Schutz-

wirkung der Pflanzen auf die Abschwemmung der Bodenteilchen und der Nährstoffe eingetreten.

Der herangewachsene Getreidebestand gab keine Möglichkeit Oberflächenabfluss und dadurch Bodenatrag und die Abschwemmung der Pflanzennährstoffe auftreten zu lassen.

Bei den durchgeführten Erosionsversuchen ist keine K-Abschwemmung festgestellt worden.

Die Ergebnisse der auf der Grünland-Parzelle durchgeführten Versuche ergaben, dass das Grünland in der Lage war, sowohl die Abtragung der Bodenteilchen und der Nährstoffe von N, P und K zu verhindern als auch die abgeschwemmten Nährsalze festgehalten.

LITERATUR

Amberger A. Belastung und Entlastung der Oberflächengewässer durch die Landwirtschaft
Landw. Forschung 27/1 Sonderheft
Bd. 22 1972 S. 13-24.

Bernhardt, H., Such W., Wilhelms A: Untersuchungen über Nährstofffrachten aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten mit ländlicher Besiedlung

- Münchener Beiträge zur Fischerei und Flussbiologie 16-1969, s. 60-118.
- Czeratzki, W.: Die Stickstoffauswaschung in d. Landw. Pflanzenproduktion.
- Landbauforschung Völkenrode 23-1973 s. 1-18.
- Gad, O., Nauman K.: Schaedliche Nitratgehalte im Trinkwasser GFW:Wasser-Abwasser 97-1956, s. 684-685.
- Klett M.: Die Boden und Gesteinsburtige Stoffracht von Oberflaechengewassern
- Arbeiten d. Landw Hochschule Hohenheim Bd. 35-1965.
- Kuron, H.: Die Aufgabe der Bodenhaltung
- Die Verbesserung der Agrastruktur Wiesbaden 1957, s. 20-25.
- : Berücksichtigung des Bodenschutzes bei Beratung und Umlegung
- Mitt. a. d. Inst. f. Raumforschung H. 20-1956, s. 1-15.
- : Die Bodenerosion und ihre Bekaempfung in Deutschland Kulturtechniker Bd. 44-1941, s. 79-102.
- Kuron, H., Jung, L., Schreiber H.: Messungen von oberflaechlichem Abfluss und Bodenabtrag auf veschideneen Böden Deutschlands, Schrift, d. Kurotoriums f. Kulturbauwesen H. 5-1956.
- Numann W.: Das Verhalten von organischen Fracht-, Phosphor und Stickstoffverbindungen in einem Flusslauf nach Eintrat durch haesusliche und industrielle Abwaesser sowie durch landwirtschaftliche Düngung (Bodensee-zufluss Schussen).
- Archiv, f. Hydrobiologie 64-1968, s. 377-399.
- Ohle W.: Der Vorgang rasanter Seenalterung in Holstein.
- Die Naturwissenschaften 40-1953, s. 153-162.
- : Phosphor als Initialfaktor der Gewaessereutrophierung Vom Wasser 20-1353, s. 11-23.
- : Naehrstoffanreicherung der Gewaesser durch Düngemittel und Meliorationen.
- Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischrei-, und Flussbiologie 12-1965, s. 54-83.
- Richter, G.: Bodenerosion Schaeden und gefaehrdete Gebiete in der BRD.
- Forschung: Z dt. Landeskunde Bd. 152-1965.
- Schmid G.: Einfluss der Düngung und natürlicher Naehrstoff vorraete der Böden auf die Qualitaet der grund- und Trinkwasservorraete
- Mitt. d. dt. Bod. Gesellschaft H. 18-1974, s. 166-174.
- Thomas E.A.: Der Einfluss der Meliorierung der Linthebene auf die Überdüngung des Zürichsees. Mon. Büll. Schweiz. Ver. v. Gas- u. Wassermaennern 35-1955 s. 224-231/271-277.

Thomas, E.A.: Die Phosphattrophie-
rung des Zürichsees u. anderer
Schweizer Seen.

Mitt. Intern. Verein. Limnol. 14-
1968, s. 231-242.

Wistinghausen, E. von: Die Verla-
gerung von Nitrat und anderen
Ionen in Böden und die Wirkung
der Bewirtschaftung auf diesen
Vorgang.

Diss. Hohenheim 1971.