



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

TR21 Trakya Bölgesinde İklim Değişimine Uyum için Nötr Arazi Bozunumu Projesi (CCAGP 088) Projesi İyi uygulama Örnekleri

Tarımda Değişken Oranlı Gübreleme, İlaçlama, Sulama

Değişken oranlı gübreleme, ilaçlama, sulama: Parseldeki konumsal değişkenlik dikkate alınarak gübre, ilaç, su vb. parsel içinde uygulanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Değişken oranlı gübreleme (<https://agtechtr.wordpress.com/2018/01/10/hassas-tarimda-degisken-oran-uygulamalari/>)

<https://www.teknokurgu.com.tr/index.php/tr/augmenta/augmenta-nedir>

Ülkemizde ve Trakya bölgesinde hem yoğun gübre uygulaması yapılmakta hem de tüm alanlara aynı gübre miktarı uygulanmaktadır. Bunun yerine traktörlere monte edilecek dijital sistemlerle üretim alanlarını inceleyen ve alanların durumuna göre gübre ihtiyacını belirleyip ve uygulama olanağı sağlayan uygulamaların yaygınlaştırılması gerekir. Trakya bölgesinde bazı alanlarda az da olsa bu tip uygulamalar denenmekte ancak yeteriz kalmaktadır. Bölgemize yönelik dijital sistemle nohut tarımının desteklenmesi üzerine SAYEM projesi çalışmaları tarafımızdan hazırlanmakta, eğer desteklenebilirse bölgeye iyi bir örnek oluşturacaktır.

Tarımda Dron ve Robot Kullanımı

Dron ile ilaçlama, gübreleme, serpmeye tohum ekimi: Dronlar öncelikle çeltik üretim alanlarında ve bazen de tarla ve bahçede yapılan üretimde özellikle tarımsal ilaç uygulanması için kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda katı ve sıvı gübre uygulamaları içinde kullanılmaktadır (Şekil 2).





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.



Şekil 2. Drone uygulamaları (<https://ohioline.osu.edu/factsheet/fabe-540>; <https://www.agribusinessglobal.com/special-sections/pesticides-for-drones-market-opportunity-in-southeast-asia/>)

Tarımda robot kullanımı: Robot kullanımı çok yaygın değildir. Ancak araştırma amaçlı veri toplanması için çalışmalar devam etmektedir (Şekil 2).



Şekil 3. Tarımsal Robot uygulamaları (<https://www.tarimsalteknoloji.com/kategori/robot>)



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Tarımda Otomatik ve Manuel Dümenleme

Otomatik dümenleme: Traktörler tarlada planlanan rota ile işlemleri yapmaktadır. Yönlendirme işlemi, bir aracın bir noktadan başka bir noktaya olan hareketinin kontrol edilmesi ve izlenmesi sürecidir. GPS tabanlı otomatik yönlendirme sistemleri, hassas tarım alanında hızla gelişen ve tarımsal üretimde en yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Bu teknoloji sayesinde sıra arası ürünlerin hatları otomatik olarak ve düzgün bir şekilde oluşturulabilir. Traktör ve ekipmanların dümenlemesinde 3 sistem mevcuttur (Şekil 4) (Türker, 2015).



Şekil 4. Otomatik dümenleme ile ekilmiş tarlalar

Manüel Dümenleme: Kontrollü trafikte manüel dümenleme elektronik markörler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu sistemin temel görevi, traktör veya kendi yürür makinalarda sürücüyü paralel iz sürme (paralel - tracking) işleminde yardımcı olmaktır. Sistem, temel olarak GPS, mikroişlemci/bilgisayar ve grafik ekrandan oluşmaktadır. Elektronik markör, bir dizi LED den oluşmaktadır. Merkezde yer alan LEDin yanıyor olması aracın hedef yol üzerinde olduğunu göstermektedir. Aracın hedef yoldan ayrılması merkezdeki LEDin sağında ya da solunda olan LED lerin yanması ile görselleştirilmektedir. Sürücü yan LED leri me merkezde tutarak hedef yol üzerinde kalmayı sağlamaktadır (Şekil 5) (Türker, 2015).

Sistemin temel elemanlarını:

- ❖ GPS alıcısı
- ❖ Elektronik markör
- ❖ Kablolar oluşturur.



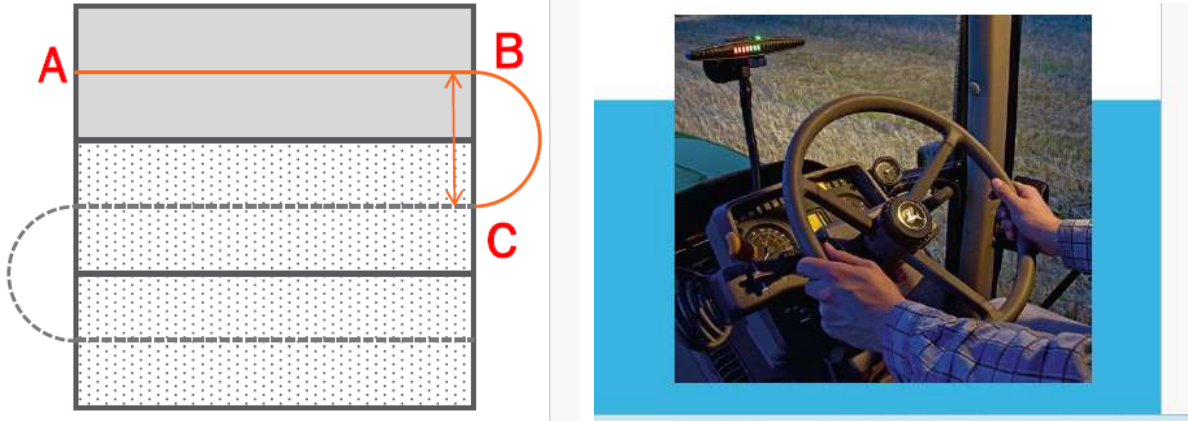
Şekil 5. Manüel dümenleme

Bu sistemler ile çalışmada, operatör tarlaya giriş yaptığı noktada bir butona basarak "A" noktasını belirlemekte, daha sonra tarlada ilerleyerek, ilk geçiş sırasında, ilerleme çizgisini (A-B doğru/spiral/pivot vb) belirleyerek kılavuz yolu oluşturmakta ve yolun sonunda tekrar butona basarak "B" noktasını belirlemektedir. Operatör tekrar dönüp tarlaya girdiğinde "C" noktasını yani iş genişliği belirlemektedir.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Elektronik markörün bağlı olduğu bilgisayar, ilerleme çizgisi boyunca GPS koordinatlarını kayıt etmektedir. Bilgisayar bu verileri kullanarak sonraki adımlarda izlenecek yolları hesaplamakta ve her bir yol sanal olarak belirlenmektedir. Bilgisayar GPS'den gelen veriyi kullanarak sanal yol üzerindeki en yakın nokta ile kıyaslama yaparak hatayı hesaplamaktadır. Hata, elektronik markörde (lightbar) görselleştirilerek sürücüye dümenleme yolunu bildirmektedir. Ancak sürücü tarla başlarında dönüşleri elle dümenleyerek gerçekleştirmek zorundadır (Şekil 6).



Şekil 6. Manüel dümenlemede tarlada çalışma

Yarı Otomatik Dümenleme: Bu sistem ile çalışmada, elektronik markör kullanımında anlatılan adımları izleyerek ilerleme çizgisini (A-B doğru/spiral/pivot vb.) belirleyerek, kılavuz yolu oluşturur. Bilgisayar sonraki adımlarda izlenecek yolları belirlenmektedir. Çalışma sırasında araç bu yollardan herhangi birine yaklaştığında elektronik markörün her iki ucundaki LED'ler yanıp sönerek sistemin hazır olduğunu sürücüye bildirir. Elektronik motoru sayesinde çalışma sırasında dümenlemeyi GPS'den gelen bilgiler doğrultusunda sistem kendi yapar. Ama sürücü tarla başlarında dönüşleri elle dümenleyerek gerçekleştirmek zorundadır.

Yarı Otomatik Dümenleme: Bu sistem, elektronik markörün bir üst seviyesi olarak tasarlanıp üretilmiştir. Sistem, direksiyon koluna monte edilen bir elektrik motoru yardımıyla direksiyonu kontrol etmektedir. Elektronik markör tarafından belirlenen, sanal yol üzerinde aracın tutulabilmesi için elektrik motoru direksiyonu çevirmektedir. Çok yüksek çözünürlüklü konum bilgisine gereksinim duyulmayan gübre ve kimyasal ilaç uygulamalarında, geniş alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Trimble tarafından ilk olarak kullanıma sunulmuştur. Son yıllarda Topcon ve birçok firma benzer ürünleri çiftçilerin kullanımına sunmaktadır. Günümüzde, bu sistemler traktörlere, kendi yürür ilaçlama makinalarına, biçerdöverlere ve çekilir tip alet ve makinalara uygulanabilmektedir (Şekil 7).





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Sistemin temel elemanlarını:

- ❖ GPS alıcısı
- ❖ Elektronik markör
- ❖ Kablolar
- ❖ Elektrik motoru (actuator) oluşturur.



Şekil 7. Yarı otomatik dümenleme

Bu sistem ile çalışmada, elektronik markör kullanımında anlatılan adımları izleyerek ilerleme çizgisini (A-B doğru/spiral/pivot vb.) belirleyerek, kılavuz yolu oluşturur. Bilgisayar sonraki adımlarda izlenecek yolları belirlenmektedir. Çalışma sırasında araç bu yollardan herhangi birine yaklaştığında elektronik markörün her iki ucundaki LED'ler yanıp sönerak sistemin hazır olduğunu sürücüye bildirir. Elektronik motoru sayesinde çalışma sırasında dümenlemeyi GPS'den gelen bilgiler doğrultusunda sistem kendi yapar. Ama sürücü tarla başlarında dönüşleri elle dümenleyerek gerçekleştirmek zorundadır.

Otomatik Dümenleme: Bu sistemler, çok yüksek çözünürlüklü konum bilgisine gereksinim duyan ekim, dikim vb. tarımsal işlemlerde kullanılmaktadır. 1997 yılında ilk örneği görülen bu sistemler ilk olarak Avusturalya firması tarafından üretilerek hizmete sunulmuştur. Trimble firması da kısa bir süre sonra benzer ürünü satışa çıkarmıştır. Son yıllarda Topcon ve birçok firma benzer ürünleri çiftçilerin kullanımına sunmaktadır. Günümüzde, bu sistemler traktörlerle, kendi yürür ilaçlama makinalarıyla, biçerdöverlerle ve çekilir tip alet ve makinalarla kullanılmaktadır (Şekil 8) (Türker, 2015).

Otomatik Dümenleme

Sistemin temel elemanlarını:

- ❖ GPS alıcısı
- ❖ Elektronik markör
- ❖ Elektrik motoru (actuator)
- ❖ Elektronik kontrol ünitesi
- ❖ Elektrohidrolik valf ve manifold
- ❖ Açışensörleri
- ❖ Kablolar oluşturur.



Şekil 8. Otomatik dümenleme

Otomatik dümenleme sistemleri, manuel dümenlemeye benzemektedir. Farklılık sadece bütün dümenleme işini, sürücü değil de kontrol algoritmasının çalıştığı kontrol ünitesi tarafından yapılmaktadır. Sürücü, aracı en yakın sanal yola yönlendirip, ilgili butona basarak sistemi etkin duruma getirip sistemin kontrolü üzerine almasına izin vermektedir. Sistem etkin hale geldiğinde kontrol ünitesi aracı dümenleyerek ilerleme ekseninden sapmaları en alt seviyeye düşürmektedir. Yüksek hassasiyetli uygulamalarda topoloji-



kompanzasyonu ünitesi GPS konum bilgisini düzeltmekte, dümenleme sensörü dümenleme tekerleklerinin açısını ölçmektedir. Bu bilgiler kontrol algoritması tarafından geri besleme döngüsünde (closed-loop control) ek veri olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler daha karmaşık ve edinim maliyetleri yüksek olmasına rağmen günümüzde giderek yaygınlaşmaya başlamaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Traktör otomatik dümenleme sistemi (Anonim, 2025-b)

Dümenleme, sürücüler üzerine yüklenen en ağır işlerin arasında yer almaktadır. Geliştirilen elektronik kılavuz ve dümenleme sistemleri sürücüler üzerindeki bu yükü azaltırken birçok avantajı da beraberinde getirmektedir. Bu avantajlar;

- Daha güvenilir ve hassastır. Klasik markörlerde hata payı %10 iken bu sistemlerde %1.5-5 arasında değişmektedir.
- Yüksek çalışma hızlarında da hata hassasiyeti yüksektir. İlerleme hızının artışı ilerleme ekseninden sapmayı etkilememektedir.
- Kullanımı kolaydır. Özellikle genç sürücüler, bilgisayara olan alışkanlıklarından dolayı, yeni teknolojileri kolaylıkla benimsemektedirler.
- Ayarlama süresine daha az gereksinim duyar.

Tarımda Verim Haritalama

Verim haritalama:

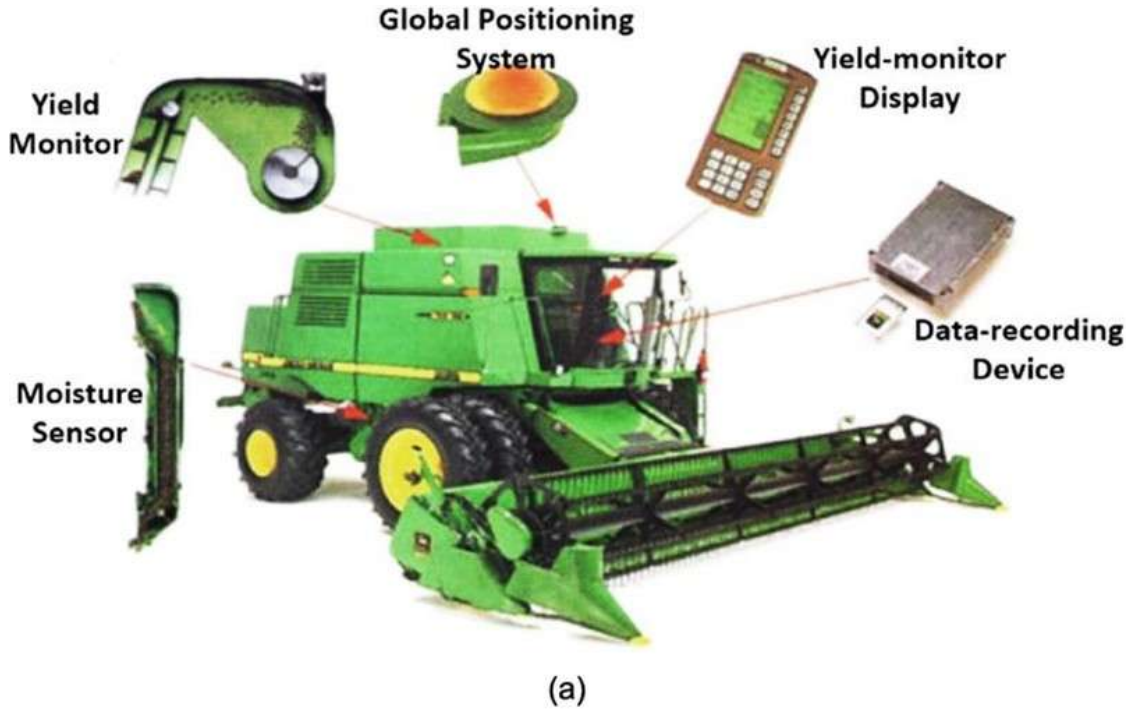
Verim görüntüleme sistemi kullanımına dayanan yöntem, hasat makinaları üzerine yerleştirilen ve değişik algılayıcılardan (Şekil 11) oluşan verim görüntüleme sistemlerinin kullanımını gerektirir. Sistemde bulunan bilgisayar, algılayıcılardan gelen sinyalleri kullanarak anlık verimi hesaplayıp, hesaplanan verim verisini, sistemde bulunan konum belirleme sisteminden gelen konum verisi (enlem ve boylam) ile birlikte PCMCIA kartına (diskete benzer bir kayıt ortamı) belirli aralıklarla (genellikle 1-2 saniye) ASCII dosyası biçiminde kayıt eder (Keskin ve ark., 2000). Biçerdöver ile hareket halinde iken anlık olarak verim ölçülmekte ve o noktanın koordinatı da GPS ile belirlenmektedir. Böylece parselde grid olarak adlandırdığımız küçük lalanlar için verim değeri (kg/da, kg/ha) saptanmakta ve bu daha sonra haritalanarak değerlendirilmektedir. Bir sonraki yılın üretiminin planlamasında kullanılmaktadır (Şekil 10 ve Şekil 11) (Akdemir ve Blackmore, 2004, Türker, 2015).



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.



Şekil 10. Verim haritalama



Şekil 11. Biçerdöverde verim ölçme sistemi elemanları



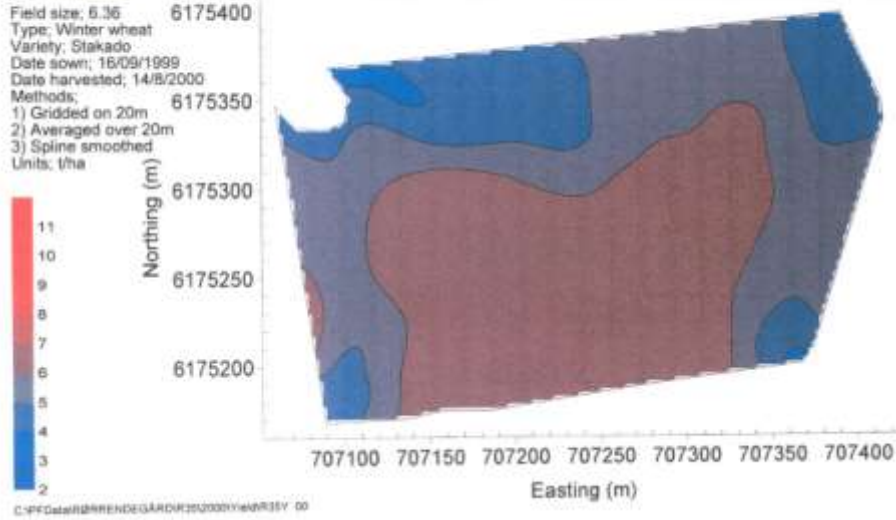
Şekil 12. Anlık verim değerleri (Akdemir ve Blackmore, 2004)



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.



Winter wheat yield map R35 field, RØRREDEGÅRD FARM 2000



Şekil 13. Verim haritası (Akdemir ve Blackmore, 2004)

Kaynaklar

- Akdemir, B., Blackmore, S., 2004. Verim Haritası Hazırlama üzerine bir araştırma, Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences, 10(1):38-44
- Anonim, 2025. Otomatik Dümenleme Sistemleri, www: <https://leicatotalstation.com/hexagon-tarim/otomatik-dumenleme-sistemleri/> (Erişim tarihi:16/01/2025)
- Keskin M., Say S. M., Han, Y. J.,2000. Hassas Uygulamalı Tarımda Kullanılan Verim Haritalama Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi 1 – 2 Haziran 2000, Erzurum
- Türker, U. 2015. Tarımda ve Tarım Makinalarında Hassas Tarım, www: <https://www.collegesidekick.com/study-docs/22061898> (Erişim tarihi: 16/01/2025)

Bu yayın, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali desteğiyle hazırlanmıştır. İçeriğinden yalnızca Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi sorumludur. Türkiye Cumhuriyeti ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmıyor olarak yorumlanamaz