

## Ormanlık işlerine yönelik bir zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi

Mehmet Eker<sup>a,\*</sup> , Yasin Kurt<sup>b</sup> 

**Özet:** Ormanlık operasyonlarında kullanılmakta olan zaman ölçme araçları irdelendiğinde, saha çalışmaları için kolay erişilebilen ve rahat kullanılabilen bir etüt aracına ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır. Kişiselleştirilebilir ve kolay taşınabilir özellikleri dikkate alınarak dizüstü bilgisayar, tablet ve akıllı telefon gibi mobil cihazlara uygun bir uygulama aracının nasıl geliştirilebileceği problemi ile karşılaşılmıştır. Bu kapsamda, gerekli yazılım ve donanım desteğiyle, android tabanlı Zaman Ölçme ve Kaydetme Aracı (ZOKA) uygulaması geliştirilmiştir. Uygulamanın geçerliliğini ve kullanılabilirliğini test etmek için öncül saha çalışmaları yapılmış ve gerekli iyileştirmelerin ardından uygulamaya son hali verilmiştir. Bu uygulama yazılımının performansını ölçmek amacıyla halihazır odun üretim faaliyetlerindeki kesim sürecine ilişkin iş adımları üzerinde iş-zaman ölçümü yapılmış ve iş dilimlerinin çalışma zamanları video kaydedici ile kaydedilmiştir. Büro ortamında, video oynatıcı programlar yardımıyla dolaylı gözlem metodu kullanılarak video kayıtları üzerinden zaman etüdü gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar kontrol verisi olarak kullanılmıştır. Aynı metodoloji ile ZOKA uygulamasıyla da zaman ölçümleri yapılmış ve analiz sonuçları kontrol verisiyle kıyaslanmıştır. Farklı amaçlara yönelik zaman etütleri için kısa süreli iş dilimlerini ölçebilmesi, hassasiyeti, kolay kullanımı, maliyetlerinin düşük olması, veri depolama ve işleme yeteneği ve hacmi, her türlü zaman ölçme metoduna uyum sağlaması bakımından ZOKA uygulamasının teknik, ekonomik, ekolojik ve ergonomik ölçütler açısından uygun bir zaman ölçüm aracı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Zaman ölçme aracı, Zaman etüdü, Zaman analizi, İş etüdü, Android tabanlı uygulama

## Development of a time measurement and recording tool for forestry works

**Abstract:** It is become clear that an easily accessible and usable time measurement tool is needed for time study on field of forestry works. The problem is how to develop an application tool suitable for mobile devices such as laptops, tablets and smart phones. In this thesis, an “android-based time measurement and recording tool” (ZOKA) application was developed. In order to verify the validity and availability of the application, premise field studies were examined and the final version of the application was submitted after improvements. To measure the performance of this application, a work-time measurement was performed on the three cutting process and the working time was recorded to make a comparison with the other tools. In the office, the time study was performed and the results were used as a reference data thorough indirect observation method with video player programs. Using the same methodology, time measurements were made using the ZOKA application, all results of which was compared with the control data. It has been revealed that the application of ZOKA is a suitable tool for measuring time in terms of technical, economic, environmental and ergonomic criteria. ZOKA can measure short-term work elements, and it has superior on accuracy, ease of operation, low cost, the ability to store and process data, and adaptation to all kinds of time measurement methods.

**Keywords:** Time measurement tool, Time study, Time analysis, Work study, Android based application

### 1. Giriş

Üretim faaliyetleri için; fizibilite çalışmaları, iş planlarının ve bütçelemenin yapılması, standart çalışma zamanlarının tespiti ve çalışanların ücretlendirilmesi, iş veriminin değerlendirilmesi (Alkan, 2001) vb. birçok amaç kapsamında iş etüdü ve bu çerçevede de metot ve zaman etütleri gerçekleştirilmektedir (Berkel, 1976; ILO, 1981; REFA, 1988). Zaman etüdü, belirli koşullar altında yapılan belli bir işin öğelerini, zamanını ve derecelerini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir çalışma hızında yapılabilmesi için gereken zamanı belirlemede kullanılan bir iş ölçme tekniğidir (MPM, 1991; Björheden, 1991; Kanawaty, 2004).

Zaman etüdünde, özellikleri belirlenmiş bir işin, kalifiye ve normal tempoda çalışan bir işçi tarafından yapılabilmesi için gerekli olan zamanın tespiti esas alınır (Bezen,

2007). Bu yüzden, zaman etüdünün özünü, insan ya da makine gücüyle yapılan işe ait çalışma süresinin ölçülmesi oluşturur (Alkan, 2000). Zaman ölçümü, zaman etüdü kapsamında bir zaman ölçer (kronometre gibi) yardımıyla, işçinin işi yapması sırasında, işin uygun yöntemle ve uygun sayıda ölçülmesi ve kaydedilmesidir (Üçüncü, 2005, Eker vd., 2011). Böylelikle işin tamamına ya da öğelerine ait temel ve yan faaliyet ile ek, destek, dinlenme ve bekleme süreleri ile iş yerinde geçen toplam süreler (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ilişkin bir veri elde edilmektedir. Bu veri, gerekli işlem ve analizlerden sonra işe ait standart zaman bilgisine ulaşmayı sağlamaktadır.

Hâlihazırda zaman etüdünün yapılabilmesi için kullanılan temel araçlar; kronometre, etüt tablası ve zaman etüdü formlarıdır. Yardımcı araçlar ise, hesap makinesi, kalem, saat ve diğer iş ve zaman ölçümüne yardımcı olan araçlardır. Zaman ölçümleri, bir kronometre yardımıyla işin

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta  
<sup>b</sup> Orman Yüksek Mühendisi, Denizli

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehmetker@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.09.2019



**Citation** (Atıf): Eker, M., Kurt, Y., 2019. Ormanlık işlerine yönelik bir zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 157-167. DOI: [10.18182/tjf.604796](https://doi.org/10.18182/tjf.604796)

doğrudan gözlemlenmesi, işin yapılış zamanının ölçülmesi ve elde edilen verinin daha önceden hazırlanmış zaman etüdü formlarına çoğunlukla elle kaydedilmesi şeklindeki geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (Yıldırım, 1989). Öte yandan, teknolojinin gelişmesiyle birlikte, ormancılık işleri başta olmak üzere, çeşitli saha çalışmalarında hem zaman ölçümü hem de iş ölçümlerinde kullanılmak üzere, kronometreler yanında; veri kaydediciler (data logger), saha bilgisayarları (field computer), entegre bilgisayarlar (rugged PC), mikro bilgisayarlar (Husky Hunter microcomputer), GPS vb. doğrudan veri girişine olanak sunan veya sensörlü algılayıcılarla veri kaydeden otomatik veri kaydedici (automated data recorder) cihazlar geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (Leech vd., 1989; Peltola, 2003; Kariniemi, 2006; Nuutinen vd., 2008; Laforest ve Pulkki, 2011).

1970 ve 1980'li yıllarda, zaman analizlerindeki zaman ölçümleri genel olarak kronometrelerle (analog ve/veya dijital) yürütülmüştür (ILO, 1981). 1980' li yılların ikinci yarısından sonra kronometrenin ve etüt kayıt formlarının yerini saha bilgisayarları (field computer) almıştır. Bu araçların, bir iş çevriminin iş elemanlarını (dilimlerini) daha detaylı ve daha doğru ölçebilme kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir (Harstela, 1988). 1990'lı yıllarda üretim makinelerine ilişkin zaman etütleri için elde taşınan saha bilgisayarlarıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (Palander vd., 2013) ve bu araçlar, 2000'li yıllara kadar kullanılmıştır (Spinelli ve Visser, 2008). 1990' lı yıllardan sonra iş makinelerinin performansını ve iş tekniğini kaydetmek için dijital video kameralar kullanılmaya başlanmıştır (Nakagawa vd., 2007). 2000'li yıllarda, hasat makinesi gibi iş makinelerine bağlanmış bilgisayarlarla, denetleyici alan ağı donanımı gibi erişim kanalları yardımıyla otomatik veri toplama ve aktarmaya dayalı zaman etütleri yapmak mümkün hale gelmiştir (Ovaskainen, 2009). Özellikle iş makineleri üzerine entegre edilen otomatik kayıt yapan çok sayıda veri kaydedici araç (CAN bus, MultiDat, PlusCan datalogger, TimberLink) geliştirilmiştir (Peltola 2003; Kellog vd., 2004; Davis ve Kellog, 2005) (Çizelge 1).

Zaman etütleri sırasında zaman ölçümü yapan gözlemciden, kullanılan ölçme aracından ve zaman ölçme yönteminden kaynaklanan çeşitli hatalar oluşabilmektedir (Harstela, 1991). Ölçülen süreler için hatalı sonuçlar, zamanın kıymetlendirilmesinde işveren ve/veya çalışan lehine adaletsizliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle zaman ölçümünde teknik ve kaba hataların bertaraf edilmesi veya azaltılması için etütçüden kaynaklı aktarma hatalarına izin vermeyecek ve verileri doğru, hızlı ve kolay şekilde ölçüp kaydedebilecek hassas araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Nuutinen vd., (2008), zaman ölçümlerindeki hatalar üzerinde etütçüden kaynaklı etkileri belirlemek için yaptığı çalışmada, hem deneyimli hem deneyimsiz etütçülerin verilerini, aynı işin etüdü için kullanılan otomatik veri kaydedicinin sonuçları ile kıyas ederek; tecrübesiz etütçülerin hata oranının yüksek olduğunu ve özellikle çok kısa süreli (4 saniyeden kısa) iş dilimlerinin ölçülmesinde başarısız olduklarını ortaya koymuştur. Bu gibi çalışma sonuçları, hassas veri toplamaya yarayacak ve kolayca kullanılabilir bir veri kaydedicinin varlığına ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 1. Zaman ölçme (makine zamanını ölçmeye yarayan) araçların gelişim evreleri (Palander vd., 2013)

Zaman ölçme araçları	Yıllar				
	1970'ler	1980'ler	1990'lar	2000'ler	2010'lar
Dijital kronometre					
Saha bilgisayarı					
Video kayıt tekniği					
Otomatik veri toplayıcı					

Ulusal ölçekte zaman etüdü, zaman analizi ve iş ölçümü çalışmalarına rastlanmakla birlikte; etütçüden kaynaklı zaman ölçme hataları, kaydedilmemiş çalışma süreleri ve kaydedilebilir en kısa süreler hakkında elde edilmiş bulgulara rastlanmamıştır. Uluslararası ölçekte ise az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Örneğin, Pukkila' nın 1959 yılında yaptığı bir çalışmada manuel kronometre ile ölçülebilen en kısa iş dilimi süresinin 2 saniye olduğu bildirilmiştir (Nuutinen vd., 2008). Bununla birlikte, ölçülen iş dilimi süresi ile hiç ölçülmemiş iş dilimi (kısa süreli olmasından dolayı) arasında bir bağıntının olduğu ve ayrıca etütçünün iki saatten uzun süre manuel zaman ölçümü yapmasının hatalara neden olduğu bilinmektedir (Pehkonen, 1978). Bu nedenle, etütçüyü yormayacak ve kısa iş dilimi (zaman ögesi) sürelerini ölçebilecek pratik bir zaman ölçme-kaydetme aracının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın konusu, ormancılık operasyonlarında özellikle odun hammaddesi üretim işlerinde; işçilerin ücretlendirilmesi, iş planlamasının yapılması, işveren ve çalışan lehine gelir adaletinin sağlanması için kullanılan standart zamanının saptanmasında gerekli olan fiili çalışma sürelerini uygun şekilde ölçüp kaydedecek araçları belirlemektir. Bu çalışmada; mevcut zaman ölçüm araçlarının incelenerek bilgisayar özellikli (akıllı) cep telefonları (tablet, avuç içi ve dizüstü bilgisayar vb. mobil cihazlar) üzerinde çalışan ve kolayca kullanılabilir bir android tabanlı uygulama aracının-yazılımın geliştirilmesi ve kullanılabilirliğinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmanın objesini, özellikle ormancılık faaliyetlerine yönelik zaman etütlerinde kullanılan zaman ölçme ve kayıt araçları (yazılım ve donanım itibarıyla) oluşturmuştur. ZOKA uygulamasının yazılım mimarisini oluşturmak ve uygulamanın işlevselliğini arttırmak için hâlihazırda zaman etütlerinde kullanılmakta olan araçlar araştırma materyalinin bir parçasını teşkil etmiştir. Çalışma felsefesinin anlaşılması amacıyla literatürde erişilebilen zaman ölçme araçlarının (kronometreler, otomatik zaman kaydediciler vb.), teknik ve yapısal özelliklerinden yararlanılmıştır.

Uygulamanın geliştirilmesi için program alt yapısı olarak Eclipse programı kullanılmıştır. Eclipse, açık kaynak kodlu ve özgür bir tümleşik yazılım geliştirme platformudur/ortamıdır. Ücretsiz ve kolay kodlanabilir olması nedeniyle, ZOKA' nın geliştirilmesi, bu altyapı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlgili destek sitelerinden temin edilen Eclipse programı (Eclipse, 2019) bir masaüstü bilgisayar üzerinden kullanılmıştır. Eclipse uygulamasının çalıştırılabilmesi için de, internet sitelerinden temin edilen açık kaynak kodlu programlardan destek alınmıştır. Geliştirilen uygulamanın sınanması (denetlenmesi ve

hataların saptanması) için android emülatörüne (sanal makine) gerek duyulmuştur. Android emülatörü, yazılan kodlamanın anında hatalarını görebilmeyi ve test edebilmeyi sağlayan sanal bir makinedir. Android emülatörü olarak IOS, Windows ve Linux işletim sistemlerine uyumlu ve stabil olarak çalışabilen program gerektiğinden, bu çalışmada Genymotion uygulamasından yararlanılmıştır (Genymotion, 2019). Genymotion hız ve performans değerleri bakımından diğer emülatörlerden iyi ve uygulamaların test edilebileceği stabil bir program olarak bilinmektedir.

ZOKA uygulamasının koşturulması, denenmesi ve genel kullanılabilirliğinin ortaya konulması için mevcutta bulunan Samsung marka Note-3 model akıllı telefon kullanılmıştır. Kullanılan telefonun teknik özellikleri Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Odun üretim faaliyetleri üzerinde, geliştirilen ZOKA uygulamasının kullanılabilirliğini ve performansının analiz edilebilmesi için arazideki fiili işlerin doğrudan ve dolaylı yoldan gözlemlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu bakımdan, Denizli Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Denizli Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Sarayköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan ve 2018 yılı planlarında silvikültür programları gereği bakım yapılan 179 (saf Kızılcım), 432 ve 433 no.lu (saf Karaçam) meşcerelerinin bulunduğu bölmeler çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın objesini oluşturan ve ZOKA olarak adlandırılan uygulamanın geliştirilme gerekçesi, özellikle odun hammaddesi üretim işleri başta olmak üzere diğer ormancılık operasyonlarında kullanılabilirliğini sağlamaktır. Bu nedenle, geliştirilen uygulama için etüt edilecek ve uygulama mimarisinin oluşturulmasında gerekli olacak iş akışı, odun hammaddesi üretimi sürecine aittir. Odun hammaddesi üretimi, Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ'e göre yürütülmekte olan işlerdir (OGM, 1996). Üretim sürecinin teknik (operasyonel) aşamaları; kesim (1), bölmeden çıkarma (2) ve taşıma (3) alt süreçlerinden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında, kesim süreci üzerinde durulmuş, zaman ölçme ve kayıt araçlarının test edilmesi için zaman etütleri gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümü sırasında kesim süreci; arazi gözlemlerine ve literatür bilgisine dayandırılarak 6 alt iş adımına/dilimine ayrılmıştır. Bu iş dilimleri; yürüme, kesime hazırlık, kesme-devirme, dip-dal-tepe alma, boylama ve kabuk soyma olarak adlandırılmıştır (Eker, 2015). Odun hammaddesi üretiminin fiili yapısından; ZOKA uygulamasının oluşturulmasından önce iş akışının analiz edilmesinde ve uygulama geliştirildikten sonra da ZOKA'nın test edilmesi ve karşılaştırma verisi temin etmek amacıyla yararlanılmıştır. Üretim işleri üzerinde yapılan zaman etütlerinde; tek ağaç ve bu materyal üzerinde çalışan tek işçi gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. Samsung Note-3 model telefonun teknik özellikleri

Özellik	Değer
Dahili hafıza	32 GB
Ekran boyut aralığı	5,5 – 5,9 İnç
Ekran boyutu	5,7 İnç
Ekran tipi	Süper AMOLED
İşlemci kapasitesi	1,9 GHz Quad Core + 1,3 GHz Quad Core
İşletim sistemi	Android 4.3 (Jelly Bean)
Kamera çözünürlüğü	13 MP
Pil gücü	3200 mAh
Ram kapasitesi	3 GB RAM

## 2.2. Yöntem

Android tabanlı uygulamanın geliştirilmesinde, aşağıdaki iş adımlarını izlemiştir:

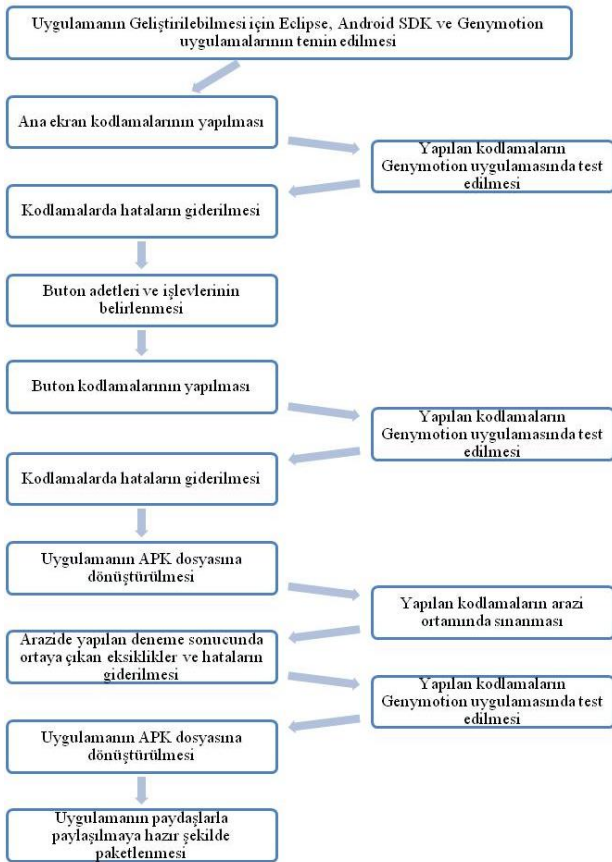
1. Zaman etütlerine ilişkin hâlihazırda kullanılmakta olan zaman ölçme ve kaydedici yöntem ve araçların çalışma felsefeleri, kullanım özellikleri, avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.
2. Android tabanlı ZOKA uygulamasına yönelik bir uygulama mimarisi oluşturmak için android tabanlı program yazmaya yarayan eclipse ve genymotion programlarından yararlanılmıştır.
3. ZOKA uygulamasının mobil telefonlarda kullanılabilmesi için odun hammaddesi üretim operasyonlarındaki iş adımları dikkate alınmıştır. Bunun için öncelikle literatür yardımıyla odun hammaddesi üretim süreci temel zaman analizi (Magagnotti ve Spinelli, 2012) yöntemine göre iş dilimlerine ayrılmıştır. Bunu yapabilmek için de üretim faaliyetleri arazide metot etüdü (MPM, 1997) yöntemine göre incelenmiş ve literatür desteği ile kıyaslanarak odun üretim süreci, Eker (2004 ve 2015) tarafından işaret edilen yöntemlere göre sıralanmıştır.
4. İş çevrimleri, iş adımları ve iş dilimleri dikkate alınarak android tabanlı uygulama için haptik (ekrana dokunmak suretiyle çalışan) butonlar üretilmiştir.
5. ZOKA sistemiyle veri toplanıp toplanmayacağı büroda test edildikten sonra araziye çıkılarak fiilen zaman ölçümü ve kaydı gerçekleştirmiş, uygulamanın akıllı telefonda ve arazide çalışabilirliği ortaya konulmuştur.
6. ZOKA'nın kullanımının sürdürülebilirliğini test etmek için de, dolaylı gözlemler (video zamanlayıcısı ile) elde edilen kontrol verisi ile çeşitli özellikler bakımından karşılaştırılması sağlanmıştır.

### 2.2.1. Android tabanlı uygulamanın geliştirilmesi

Programın geliştirilebilmesi için Windows işletim sistemine sahip bilgisayara Eclipse, Genymotion ve Android destek dosyalarının kurulumu gerçekleştirilmiştir. Kurulum gerçekleştirdikten sonra uygulamanın geliştirilebilmesi için proje dosyası oluşturularak yazılım başlatılmıştır. Piyasada yaygın olarak kullanılmakta olan mobil telefonlarda çalışabilsin diye uygulamanın geliştirilmesinde, Android 2.2 froyo sürümü seçilmiş ve uygulama konfigürasyonu için ardışık iş adımları (Şekil 1) izlenmiştir. ZOKA uygulamasının ana ekranının ve bu ekranda konuşlandırılacak butonların geliştirilmesi için yani kodlama mimarisinin oluşturulması için açık kaynak kodlarından, kronometre yazılım mimarilerinden ve hata denetimine yönelik yazılımlardan faydalanılmıştır.

### 2.2.2. Uygulamanın test edilmesi

ZOKA uygulamasını ve bu uygulamanın kullanılabilirliğini test edebilmek için daha önceden iş adımları belirlenmiş odun hammaddesi üretim işlerine ilişkin, arazide, ZOKA uygulaması ile zaman ölçümü gerçekleştirilmiştir. Hem donanım hem de yazılım itibarıyla avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Daha sonra, ZOKA uygulamasının performansını sınavabilmek için video kayıt yöntemiyle üretim işleri arazide kaydedilmiş; büro ortamında hem video oynatıcı programların ve bilgisayarın sayacı ile hem de ayrıca ZOKA uygulaması ile dolaylı gözlem yöntemi üzerinden zaman etütleri gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, ZOKA uygulamasıyla elde edilecek çalışma sürelerine ilişkin sapmalar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. ZOKA uygulamasının kullanılmasında hem kümülatif hem de tekrarlı zamana ölçme tekniği kullanılmıştır. Zaman ölçümü yapılacak faaliyetlerin hangi sürelerinin ölçüleceği; hem gözlem zamanı ve aralığı hem de analiz ve değerlendirme açısından önem arz ettiğinden, bu çalışmada yalnızca temel zamanın (ana ve yan faaliyet zamanları) ölçümüne yönelik bir gözlem gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla iş dilimlerine ait temel faaliyet zamanları (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ölçeğinde bir analiz gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümüne başlamadan önce veri toplama formları (Eker, 2015) kullanılarak ZOKA uygulaması için buton adlandırmaları yapılmıştır. Ayrıca, iş dilimlerinin başlangıç bitişlerini belirleyen ölçme noktaları da bu forma göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Uygulamanın geliştirilme safhasındaki iş adımları

### 2.2.3. Verilerin analizi ve değerlendirilmesi

Arazide, 35 ağaç için kesme-devirme, dip düzeltme, dal alma, boylama iş adımları dikkate alınarak görüntü ve ses kaydı yapılmıştır. Büroda, bu kayıtlar bilgisayar ortamında koşutularak üzerinden video analizi de dâhil olmak üzere 2 farklı araçla zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Toplanan verinin kıyaslanması göğüs yüzeyi çapı ve tomruk orta çapı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, aynı ağaca ait iş dilimleri başına 2 farklı zaman verisi olduğundan bu verilerin kıyaslanması için SPSS 22.0 programı yardımıyla ikili örneklem t-testi kullanılmış ve aralarında anlamlı farklılık olup olmadığı istatistik olarak denetlenmiştir. Öte yandan, ZOKA uygulamasının olumlu (avantaj; güçlü yönleri) ve olumsuz (dezavantaj; zayıf yönleri) tarafları sıralanarak nitel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. ZOKA uygulamasının yapısı

Geliştirilen ZOKA uygulaması; orta büyüklükteki bir akıllı telefon üzerinde yapılandırılmıştır. Buna göre ana ekranda 2 adet sayaç, 6 adet sabit buton ve 13 adet özelleştirilebilir işlem butonundan oluşmaktadır. Sabit olan 6 adet butonun ekrana yerleştirilmesinden sonra ilk etapta ihtiyaçlara uygun 20 adetlik buton eklenmiştir. Ancak bu durumda, butonların ebatlarının (ekrana sığabilmesi için) görece olarak küçüldüğü belirlenmiştir. İlâveten, telefon ekranındaki bu butonların göze karmaşık geldiği anlaşılmıştır. Bundan dolayı, buton sayısının 19' a indirilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır (Şekil 2).

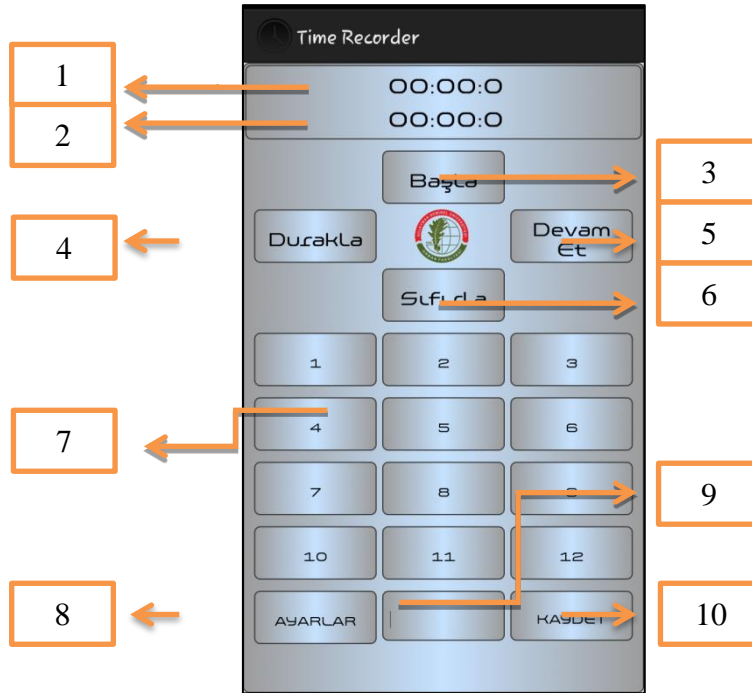
Bu uygulamanın gün ışığı altında, mobil telefonlarda rahatça kullanılabilmesi için ekranda görünen uygulama arka planı gri renkli olarak göz ergonomisine uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Çünkü telefon arka planının yeşil ya da benzeri koyu renklerde olması android cihazların IPS (In-Plane Switching; ekrana açılı bakıldığında yansıma ve renk değişimi kayıplarını azaltıp, ekrana karşıdan bakma gerekliliğini kaldıran teknoloji) tabanlı ekran kullanımlarından dolayı güneş ışınları altında parlamalara neden olmaktadır. ZOKA uygulamasının mimari yapısı (ekranda görünen yüzü) aşağıdaki bileşenlerden oluşmuştur:

1. Toplam zamanı ölçen kronometre: İşyeri ortamında, işin veya iş akışının başladığı andan iş bitimine kadar geçen sürede sıfırlanmayarak bütün süreyi ölçen zaman sayacıdır. Bu sayaç, kümülatif zaman ölçme tekniği (Berkel,1976; Yıldırım, 1989; MPM, 1997) kullanılmak istendiğinde, ölçme ve kayıtlama açısından önemli bir kolaylık sunabilecek kapasitededir. Ormancılık uygulamalarında, zaman etüdüne konu olacak iş dilimlerinin uzunlukları bakımından zaman skalasının saniye ölçeğinde tutulmasının yeterli olacağı düşünülmüştür. Çünkü literatürde ormancılık alanındaki zaman etütlerinde rastlanan en küçük iş dilimi süresinin 3 saniye (sn.) civarında (Acar vd., 1997) olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle toplam zaman sayacı; dakika (çift basamaklı), saniye (çift basamaklı) ve salise (tek basamaklı) olarak ayarlanmıştır. Bu 1 no.lu sayaç, başla butonuna (Şekil 2'deki 3 numaralı butonla gösterilen) entegre edilmiştir ve başla butonuna basıldığı anda, zaman sayacı koşturmayı başlatmaktadır.

2. Birim zamanı ölçen kronometre: Toplam zamanı ölçen kronometreden farklı olarak iş akışının değişmesiyle 0' dan başlayan kronometredir. Bu sayaç, tekrarlı zaman ölçme yönteminde (Yıldırım, 1989) olduğu gibi iş dilimlerine ilişkin zaman ölçümünde, her bir çevrimde sıfırlamaya olanak tanımaktadır. 2 no.lu sayacın çalışmaya başlaması için ZOKA uygulama ekranındaki 1-12 no.lu butonlarından herhangi biriyle komut verilmesi gerekmektedir.
3. Başla butonu: Tüm zaman sayaçlarının koşturmayı başlatması için etütçünün zaman ölçme işine hazır olduğu anda ve de gözlemleyeceği işçinin/makinenin çalışmaya başladığı anda komut verilen butondur.
4. Durakla butonu: Çalışmaya akış gereği ya da olağan dışı ara verilmesi durumunda zamanı durdurmayı sağlayan butondur.
5. Devam et butonu: İş akış dilimi dışında durdurulan zamanın kaldığı yerden devam etmesini sağlayan butondur.
6. Sıfırla butonu: Bir zaman ölçümünün sona ermesi ve yeni bir gözleme geçilmesi durumunda zamanın sıfırlanmasını sağlayan butondur.
7. Özelleştirilebilir iş adımları butonu: Açıklama veya iş adımının kolaylıkla anlaşılabilmesi için kullanılan, 12 adet butondan oluşur (Şekil 3). Butonların üzerine yazı yazılması için 14 karakter sınırlaması konulmuştur.

Butonları, diğer zaman ölçüm uygulaması veya cihazlarından (örneğin data logger gibi cihazlardan) ayıran en belirgin özelliği butonların son kullanıcı tarafından özelleştirilebilir olmasıdır. Bunun sayesinde, geliştirilen ZOKA uygulamasının sadece bir iş kolunda değil birden fazla iş kolunda kullanılabileceği belirlenmiştir.

8. Ayarlar butonu: Bu butona basıldığında eklentili ikinci ekrana geçiş yapılmaktadır. Burada, özelleştirilebilir butonlara istenirse ad ve/veya numara eklenmektedir. İlk kayıttan bir sonraki değiştirmeye kadar uygulamadaki bu butonların aynı adla kayıtlı kalması sağlanmaktadır.
9. Kayıt kodlama sekmesi: Ölçülen zaman verisi, daha sonra kullanılmak istendiğinde kayıt adı girilen sekmedir. Bu sekmenin üzerine tıklandığında diğer butonlar gibi aktif bir koşma sağlanmamakta sadece klavye ekrana gelecek bir ad veya numara yazılmasına fırsat sunmaktadır.
10. Kaydet butonu: Zaman ölçümü sonlandırıldıktan sonra verilerin MS Excel ortamına aktarılabilmesi için 9. maddedeki kayıt kodlama işlemi bittikten sonra, kaydın gerçekleşmesini sağlayan (aktif hale getiren) komut butonudur. Kayıt sınırı bulunmamakta ve uygulamanın kullanıldığı cihazın depolama özelliklerine göre bu değişmektedir.



Şekil 2. Uygulamanın ana ekran buton dağılımı ve tanıtımı

### 3.2. Zaman analizleri

ZOKA uygulamasının zaman etütlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymak için sahada fiili odun üretim işlerine yönelik yapılan testlerin, isabetli sonuçlar verdiği bulunmuştur. Ancak ZOKA uygulamasının kullanılabilirliği yanında özellikle hassasiyet ve performansını ortaya koyabilmek, olumlu ve olumsuz yönleri hakkında tecrübe edinmek ve de sürdürülebilir ve tercih edilebilir bir niteliğe sahip olup olmadığını anlamak için düzenli bir zaman analizinin yapılmasının daha pekiştirici olacağına kanaat getirilmiştir. Ayrıca iş dilimi başına, ZOKA uygulaması ile ölçülen zaman değerlerinin, iş diliminin gerçek zaman değerinden farkını bulmak da gerekli olduğundan; arazide 35'er adet ağaç üzerinden yapılan iş ve zaman kayıtları, dolaylı gözlem yöntemiyle video görüntüsü üzerinden analiz edilmiştir. Video analiz sonuçları istenilen sayıda ileri geri oynat-duraklat modunda çalıştırılabildiğinden, iş dilimlerine ait gerçek fiili süreler veya yakın değerlerin elde edildiğine kanaat getirilmiş ve bu sonuçların, standart veri altlığı (kontrol veri seti) olarak kullanılmasının uygun olacağına kanaat getirilmiştir.

Video kaydedici (recorder) ile arazide gerçekleşen 35 adet ağaca ait yürüme, hazırlık, kesme-devirme, dal alma ve boylama iş dilimleri için kaydedilmiş süreler, video oynatıcı programların zaman sayacı aracılığıyla ölçülmüş ve kontrol veri seti olarak kullanılan (iş dilimlerine ait) gerçek sürelerle ilişkin bulgular Çizelge 3'te verilmiştir. Video görüntülerinin çok defa izlenmesine dayalı olarak elde edilen bulgularda, en küçük iş dilimi süresi, zaman ölçme araçlarının kıyaslanmasında önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

ZOKA uygulaması kullanılarak video görüntüleri üzerinden yapılan zaman analizi ile de Çizelge 4'teki bulgular elde edilmiştir.

Bu bulgulara göre, ağaç kesme-boylama iş adımları ölçeğinde, ZOKA uygulaması ile gözlemlenip ölçülüp kaydedilebilen en küçük iş dilimi süresinin yaklaşık 3 sn. civarında olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, ZOKA uygulaması ile kısa iş dilimlerinde ölçüm noktalarının yakalanıp kayıt edilebileceğini ve bu uygulamanın başarılı şekilde kullanılabileceğini işaret etmektedir.

Kesim sürecindeki her bir iş diliminin temel faaliyet süresine ilişkin kontrol verisi ile ZOKA uygulamasıyla elde edilen veriler ayrı ayrı kıyaslanmıştır ve kontrol verisinden olan sapmalar (farklar) hem gerçek değer hem de yüzde değer olarak aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Çizelge 5).



Şekil 3. Zaman kaydı yapılacak iş dilimlerinin girilmesini sağlayan işlem ekranı

Çizelge 3. Videodan ölçülen kesim süreci süreleri ve tanımlayıcı istatistikleri

İş dilimleri	Birim	N	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Çap ( $d_{1,30}$ )	cm	35	34.00	60.00	44.86	8.35
Yürüme	sn	35	2.68	114.2	27.29	25.98
Hazırlık	sn	35	9.33	224.28	75.33	50.32
Kesme-devirme	sn	35	21.52	178.18	87.60	42.41
Dip düzeltme	sn	35	6.35	53.88	24.99	12.04
Dal-uç alma	sn	35	180.13	901.18	420.59	187.93
Boylama	sn	35	89.47	378.85	193.43	95.92
Toplam Süre	sn	35	530.85	1379.97	829.24	273.96

Çizelge 4. ZOKA uygulaması ile ölçülen kesim sürecine ait tanımlayıcı istatistikler

İş Dilimleri	Birim	N	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Çap ( $d_{1,30}$ )	cm	35	34.00	60.00	44.86	8.35
Yürüme	sn.	35	2.98	117.38	29.02	26.69
Hazırlık	sn.	35	10.33	227.38	78.37	51.96
Kesme-devirme	sn.	35	24.55	181.35	91.12	42.63
Dip düzeltme	sn.	35	7.17	56.95	27.36	12.77
Dal-uç alma	sn.	35	187.32	923.45	430.29	190.88
Boylama	sn.	35	93.55	385.87	200.02	97.19
Toplam Süre	sn.	35	545.43	1413.80	856.18	277.94

Çizelge 5. İş dilimi süreleri ölçeğinde, kontrol verileri ile ZOKA uygulama verileri arasındaki farklılıklar

Çalışma süreleri	En küçük değer			En büyük değer			Ortalama değer		
	Kontrol verisi	ZOKA-farkı		Kontrol verisi	ZOKA-farkı		Kontrol verisi	ZOKA-farkı	
İş Dilimleri		sn	%		sn	%		sn	%
Yürüme	2.68	0.15	5.6	114.20	3.53	3.1	27.30	1.73	6.3
Hazırlık	9.33	1.00	10.7	224.28	7.50	3.3	75.33	3.03	4.0
Kesme - devirme	21.52	1.47	6.8	178.18	9.30	5.2	87.60	3.52	4.0
Dip düzeltme	6.35	0.13	2.1	53.88	4.52	8.4	24.99	2.37	9.5
Dal tepe alma	180.13	2.23	1.2	901.18	22.72	2.5	420.59	9.69	2.3
Boylama	89.47	1.43	1.6	378.85	15.48	4.1	193.43	6.60	3.4
Toplam	530.85	10.05	1.9	1379.97	48.05	3.5	829.24	26.93	3.2

Genel olarak ZOKA uygulamasıyla yapılan zaman ölçüm sonuçlarının, tüm iş dilimleri ölçeğinde, kontrol verisinden yüksek çıktığı (pozitif farkların oluştuğu) bulunmuştur. Bu, olması beklenen bir durumdur. Zira, arazideki fiili çalışma sürelerine ilişkin kayıtların tam zamanlı ve kesintisiz şekilde kaydedilmesi sağlandığından ve video oynatıcıda orijinal zamana endeksli izleme (hızlandırma, yavaşlatma, vb. manipülasyonlar yapılmadığından) gerçekleştirildiğinden; iş dilimlerine ait sürelerin doğru olduğu kabul edilmiştir.

Kesim sürecinin iş dilimleri dikkate alındığında, en kısa iş dilimi sürelerinin yürüme, dip düzeltme ve hazırlık iş dilimlerinde olduğu ve burada ölçülen en küçük süre dikkate alındığında da; ZOKA' nın kontrol değerinden olan sapmalarının sırasıyla % 5.6, % 2.1 ve % 10.7 olduğu görülmüştür. Örneğin, yürüme iş dilimine ait gözlenen-ölçülen-kaydedilen en küçük sürenin 2.68 saniye olduğu görülmektedir (Çizelge 5). ZOKA' nın bu iş dilimi için ölçtüğü değer farkı 1 saniyenin altındadır. Öte yandan, en uzun gözlem süresine sahip olan toplam kesim sürecine ilişkin en büyük değerden (yaklaşık 1380 saniye; Çizelge 5) olan sapma; ZOKA uygulamasının sonucuna göre yaklaşık 48 saniye olup gerçek değerden %3.5'lik bir farklılık göstermiştir.

Kontrol verisi ile her bir ölçme aracıyla elde edilen veri arasındaki bu farklılıkların, iş dilimleri ölçeğinde, anlamlı olup olmadığını belirlemek için eşleştirilmiş ikili örneklem t-testi uygulanmıştır (Çizelge 6).

ZOKA ile elde edilen iş dilimi süreleriyle, kontrol verisi olarak nitelendirilen ve video oynatıcı program sayacılarıyla elde edilen iş dilimi süreleri arasında, yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere,  $p < 0.01$  bulgusuna erişildiğinden anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir (Aradaki fark % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır). Bu farklılık; araçların birbirlerinden olan performans farklılıklarını işaret etmektedir. Aynı iş ve işçi üzerinde aynı etütçü tarafından yapılan zaman etütlerinde kişisel hatalar yapılmamaya gayret edilmiştir. Bununla birlikte bir aracın performansının yüksekliğini ispatlamak için araştırmacıdan (etütçüden) kaynaklanan kasıtlı tutumlar da asgariye indirilmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla taraflı olmadan yapılan zaman etütlerinde, ZOKA uygulaması sonuçlarının kontrol verisinden farklı olduğu bulgusu ortaya çıkmıştır.

### 3.3. ZOKA uygulamasının nitelikleri

ZOKA uygulaması, akıllı telefonda çalışılabilir hale getirildikten sonra kullanılabilir olup olmadığını denetlemek için arazideki ve bürodaki çalışmalar dikkate alınarak; sunduğu kolaylıklar (güçlü yönleri) ve karşılaşılan zorluklar (zayıf yönleri) tespit edilmiştir. Buna göre ZOKA uygulamasının olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda özetlenmiştir.

Çizelge 6. Kontrol verisi ile ZOKA arasındaki iş dilimi sürelerinin ikili örneklem t-testi ile karşılaştırılması

İş dilimleri	Ortalama	Standart sapma	t	df	p
Yürüme	-1.724	1.13043	-9.025	34	.000
Hazırlık	-3.032	1.55959	-11.501	34	.000
Kesme	-3.519	1.39403	-14.937	34	.000
Dip düzeltme	-2.367	1.08549	-12.904	34	.000
Dal uç alma	-9.694	5.61873	-10.208	34	.000
Boylama	-6.596	4.08173	-9.562	34	.000
Toplam	-26.934	9.12225	-17.468	34	.000

### Olumlu yönleri:

- + Android işletim sistemine sahip tüm akıllı cep telefonu/tablet gibi mobil cihazlarda çalışma kapasitesine sahiptir.
- + Zaman etüdü sırasında ek araç ve gereçlere ihtiyaç duyulmadan istenilen anda zaman etüdü yapmaya uygun bir zaman ölçme aracıdır.
- + Verilerin kayıt edilmesi işlemi, sadece bir butona komut vererek MS Excel programı formatında hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir.
- + Verilerin aktarılması (kablolu veya kablosuz yollarla) kolayca yapılabilmektedir.
- + Zaman ölçümlerinin yapılması ve işlenmesi süreci için tüketilen toplam zaman dikkate alındığında; etütçüye bu işlemleri çok kısa sürede gerçekleştirme imkanı sunabilmektedir.
- + Uygulamada bulunan 12 adet zaman ölçüm butonunun isimlendirilebilir olmasından dolayı birçok farklı iş halinde kullanılabilir niteliktedir.
- + Verilerin elde edilmesi ve kayıt edilmesinde hata payının oldukça düşük olduğu bir zaman ölçüm aracıdır.
- + Ekonomik açıdan, mobil cihazın çeşidi ve özelliğine bağlı olmakla birlikte toplam maliyetler ve işletim giderleri açısından oldukça uygun olduğu söylenebilir.
- + Kullanım kolaylığı bakımından; günlük hayatta iletişim, sosyal medya erişimi, internet erişimi, oyun, müzik, vb. amacıyla kullanılmakta olan ve şahısların her zaman kendi yanlarında buldukları mobil cihazlar üzerinden çalıştırılan, çok kolay kullanılabilen bir zaman ölçme aracıdır.
- + Zaman ölçme tekniği bakımından kümülatif zaman ölçme tekniği ile kullanılmaya daha yakındır. Bu bakımdan bu tekniğin olumlu özelliklerini barındırılabilir. Ancak, tekrarlı zaman ölçme tekniğine göre de kullanılması mümkündür. Bu yönüyle de zaman ölçme teknikleri bakımından esnek bir yapıya sahiptir.
- + Çok sayıda iş diliminin ve çevrimin etüt edilmesine olanak sağlayan bir zaman ölçüm aracıdır. ZOKA uygulamasının oluşturulduğu mobil cihazın bataryası ve depolama alanı geniş tutulduğu ölçekte gün boyu zaman ölçümü ve veri kaydı gerçekleştirilebilir.
- + Her türlü sürenin ölçülmesine uygundur. İş yeri süresi (Magagnotti ve Spinelli, 2012), çevrim süresi, sefer süresi ve temel süreler ile dağılım süreleri de dahil olmak üzere işe ilişkin tüm sürelerin ölçülüp kaydedilmesini kolaylıkla yapabilmektedir.
- + En büyük avantajlarından biri; ZOKA' nın çok kısa süreli (birkaç saniye ölçeğinde) iş dilimlerinin gözlenmesi ve ölçülmesinde başarılı olabilmesidir.
- + Zaman ölçümü sırasında göz-el (Doğan, 2015) koordinasyonuna dayalı bir ölçme taktiği uygulanır. Bu nedenle etütçünün koordinasyon (eş güdüm) için daha az enerji ve dikkat sarf etmesini sağlayarak, etüt konforu sağlar.
- + Tasarım bakımından göz ergonomisine oldukça uygundur. Mobil cihazın ekran büyüklüğü, çözünürlüğü ve kalitesi ZOKA uygulamasının görünürlüğü ve kullanılabilirliğini etkilese de tasarım mimarisinin açısından uygulamanın kullanıcıya dostu olduğu söylenebilir.
- + Tercih edilen akıllı telefona veya cihaza göre; bu etüt aracının arazide veya büroda taşınması, kontrol edilmesi,

komut verilmesi ve kullanılması oldukça basit ve ergonomiktir.

Olumsuz yönleri:

- ZOKA uygulamasının indirilip koşturulduğu mobil cihazların özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkacak hatalar, bu uygulamanın kullanımında da hataya sebebiyet verebilir. Bu nedenle, geliştirilen bu uygulamanın hassasiyeti, mobil cihazın niteliğine doğrudan bağlıdır.
- ZOKA uygulamasının yüklü olduğu cihazda bulunan MS Office programları ile ZOKA uygulaması arasında yazılım uyumsuzluk hataları ortaya çıkabilmektedir.
- Uygulamanın bir mobil telefon cihazında kullanılması sırasında, telefona gelen aramalardan dolayı çalışmakta olan uygulama kapanabilmekte ya da ölçüme ara verebilmekte bundan dolayı da hatalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle cihazın geçici olarak aramalara kapatılması gerekebilmektedir.
- Tercih edilen mobil cihazın niteliklerine (batarya durumu, cihaz hafızası doluluk oranı, ısınmadan kaynaklı takılmaların meydana gelmesi vb.) bağlı olarak çeşitli çalışma hataları ortaya çıkabilmektedir.
- Uygulama geliştiricinin kaynak kodları ile yaptığı yazılımdan kaynaklı hemen fark edilemeyen veya ekstra durumlarda kaba hatalar ortaya çıkabilir.
- Öte yandan, bu uygulamanın çalıştırılması ve kullanılması teknolojiye bağımlılığı esas alır. Bu teknolojinin üretilmesi sırasında kullanılan her türlü hammadde ve mamul maddenin üretim sürecinde çeşitli çevresel zararlara neden olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Eker, 2016).

#### 4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, insan ya da makine çalışma zamanlarını ölçme, kaydetme, işleme, analiz ve sunma gibi işlevleri olan veri tabanı kayıt sistemine sahip; android işletim sistemli mobil (bilgi işlemcili akıllı telefon gibi) cihazlarda çalışabilen bir zaman ölçme ve kaydetme (ZOKA) uygulaması geliştirilebilmiştir. Günümüzde android, Windows ve İOS işletim sistemli çalışan mobil cihazlar olmasına rağmen; açık kaynak kodlarıyla yazılabilen ve kolay kullanılabilen özelliklerinden dolayı android bazlı bir uygulamanın geliştirilmesi tercih edilmiştir. Nitekim uygulama yazılımının geliştirilmesinde; piyasada bulunan platformlar arasında kullanımı sade, kolay ve olası hataları önceden bildiren altyapı programları kullanılmıştır. Böylelikle, çeşitli işletim sistemlerinde ve yazılım platformlarında karşılaşılan dijital kronometreden farklı olarak; esnek ve komuta edilebilir bir android uygulaması geliştirilebilmiştir. Android tabanlı olan bu uygulama, piyasada kolaylıkla erişilebilen her türlü ebat, kapasite ve nitelikteki cihazlarda (masaüstü bilgisayar, dizüstü bilgisayar, avuç içi bilgisayar, tablet, cep telefonu) kullanılabilir diye, donanım ve yazılım tercihleri bu amaca uygun yönde yapılmıştır. ZOKA uygulamasının yazılım mimarisi ve kullanıcıya yansıyan görsel yapısı; hâlihazırda günlük hayatta akıllı telefonlarda kullanılmakta olan diğer uygulamalar gibi kabul edilebilir ve kolay alışılabilir bir kullanım düzenine sahiptir. Android işletim sistemiyle çalışan akıllı telefon ve tablet gibi cihazlarda, kısa süreli bir kurulum sayesinde, istenilen anda ZOKA uygulaması,

kullanımına hazır hale getirilebilmektedir. Bu uygulama, sıralı ya da karmaşık bir düzende gerçekleştirilen iş dilimi zamanlarının ölçülmesi ve kaydedilmesine uyarlanacak kapasitede, işlevsel ve esnek bir yapıda tasarlanmıştır.

ZOKA uygulamasının, basit ve sade olmasından dolayı zaman etütlerinde, iş dilimi süreleri rahatça ölçülüp kaydedilebilmektedir. Buton karmaşası olmamasından dolayı ölçüm yapan gözlemci/etütçü bir süre sonra mevcut olan butonların yerlerini cihaza bakmadan komuta ve kontrol edebilmektedir. Bu da gözlemcinin iş-zaman ölçümüne odaklanmasını sağlamaktadır. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu telefon/tablet gibi cihazların tek elle kullanıma uygun, hafif ve ergonomik olmasından dolayı ölçüm yapan gözlemci rahat bir şekilde hareket edebilmektedir. Cihazı kullanırken mouse, mouse pad, etüt formu, etüt tablası gibi ek araçlara gerek duyulmamasından dolayı da etütçü, gözlemin gerçekleştirildiği alanda rahatlıkla hareket edilebilmekte, etüt edilen iş ve çalışan rahatça gözlenebilmekte ve uzun gözlem süreleri sırasında etütçünün yorulması kaba hata yapma olasılığı azalmaktadır. Odun hammaddesi üretim faaliyetleri sırasında yapılan etütler itibarıyla da, ZOKA uygulamasının, arazide zaman etütlerinde doğrudan gözlem yöntemine uygun bir zaman ölçüm aracı olduğu tespit edilmiştir.

Zaman ölçümlerinde önemli olan husus; ölçülen iş süresinin kesin, tam ve doğru yani hassas şekilde ölçülmesi ve uygun biçimde kaydedilmesidir (REFA, 1988; Alkan, 2002). Hem işçinin hem de makinenin fiili çalışma sürelerini, duraksamaları, ek faaliyet sürelerini, programlı veya programsız ara verme sürelerinin hassas şekilde ölçülmesi özellikle ücretlendirmeler ve iş planına bağlı kaynak tahsisleri için verimli çalışma sürelerinin saptanması açısından çok önemlidir (MPM, 1997). ZOKA uygulaması kullanılarak yapılan zaman ölçümlerinden elde edilen sonuçlar, gerçek çalışma süresine çok yakındır. ZOKA uygulaması kullanılarak yapılan etüt sonuçlarının, kontrol verisinden farkı (kesme-boylama iş akış aralığındaki toplam süre üzerinden) ağaç başına ortalama % 3.2 civarındadır. Bu fark, diğer bir nitelemeyle sapma oranı, uzun süreli iş dilimlerine ait ölçümlerde % 1'in altına inecektir. Literatürde, manuel zaman etütü araçları ile otomatik veri kaydediciler karşılaştırıldığında ortalama % 8-38 arasında zaman ölçüm hatasının olabileceği bildirilmiştir (Nuutinen vd., 2008). Bu nedenle bu çalışmadaki hata oranı dikkate alındığında, ZOKA uygulamasının, hassas sonuçlar verebilen kullanılabilir bir zaman ölçme aracı olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, kronometretaj yönteminde olduğu gibi, sahada gözle görerek veya kulakla duyarak ölçme noktasını algılama, gözle kronometre ekranından değeri okuma (tekrarlı zaman ölçme tekniği kullanılıyorsa kronometreyi sıfırlama) ve elle kayıt formuna okunan değeri yazma işlemleri (Doğan, 1998) sırasında çok kısa süreli iş dilimlerine ait verinin kaydedilmesinde zorluk yaşanabilmektedir. Kronometretaj yöntemiyle, özellikle ormancılık operasyonları alanında yapılan etütlerde rastlanılan ölçülmüş en kısa süreli iş dilimi süresinin 3 saniye olduğu görülmüştür (Acar, 1990; Öztürk, 1996; Varol, 1997; Sert, 2014). Çok kısa sürelerin gözlemlenip algılanıp kronometrenin durdurulup sürenin okunup etüt formuna yazılmasında, başarısız olmaktadır (Nuutinen vd., 2008). ZOKA uygulaması, bu gibi olumsuzlukların yaşanabileceği kısa süreli iş dilimleri için yapılan zaman



etütlerinde oldukça faydalı bir araç olarak kullanılabilir kapasitededir.

Ormancılık faaliyetleri gibi, arazi ortamında ve açık hava şartlarında gerçekleştirilen zaman etütlerinde; arazi yapısı, etüt edilen işe ait iş dilimleri arasında ani atlamalar (iş adımında çalışana veya çalışma koşuluna bağlı değişimler) nedeniyle ölçme noktalarının takip edilememesi, etütçünün iş güvenliği, vb. nedenler etütçünün doğrudan gözlem yaparak iş ve zaman ölçümü yapmasını güçleştirmektedir (MPM, 1997; Doğan, 2015). Bu sebeple hali hazır zaman ölçüm aracı olan el kronometresi ve zaman etüt formu arazi şartlarındaki ölçümlerde hatalara sebebiyet vermektedir (Yıldırım, 1989). Zaman ölçümü sırasında sıkça duraklamalar olmakta veya ölçülen zamanların forma işlenmesinde ya da etütçü tarafından bilgisayar ortamına aktarılmasında hem hatalar meydana gelmekte hem de zaman kaybı oluşmaktadır. Bu sebeple, arazi koşullarında zaman ölçümü yapabilmeyi kolaylaştıran, veriyi depolayan ve istendiğinde analize hazır hale getirebilen bir zaman ölçüm aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü çalışan performansı, makine teknolojileri ve iş kalitesine yönelik beklentiler; herhangi bir işe ilişkin verimli çalışma sürelerinin aktüel veriye dayalı olmasını gerektirmektedir (Strangard ve Mitchell, 2015). Bu noktada da zaman etüt ve analizlerinin güncel olarak pratik ve hassas şekilde yapılması ve bunun için de yeni teknik ve teknolojiden faydalanılmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen ZOKA uygulaması da bu kapsamda değerlendirilebilecek bir araç niteliği taşımaktadır.

Geleneksel olarak kronometre ve etüt-kayıt formlarından yararlanılarak yapılmakta olan zaman ölçümlerinin etkililiğini arttırmak için sayısal veri kaydediciler ve bilgisayar tabanlı araçlar geliştirilmiştir. Örneğin, ormancılık faaliyetlerine yönelik zaman etütü teknikleri ve araçları son zamanlarda önemli ölçüde değişmeye yüz tutmuştur (Kariniemi, 2006; Eker ve Çoban, 2017) ve sonuç olarak zaman ölçüm kavramlarını ve iş öğelerini, önerilen bu yeni tekniklere uyarlama ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Özellikle hassas ormancılık anlayışı (Eker ve Özer, 2015) kapsamında her türlü veri toplama, kaydetme, ölçme, analiz ve değerlendirme araçlarında otomasyona öncelik verilmektedir. Mekanizasyona dayalı ormancılık operasyonlarında, iş makinelerine montaj edilerek çalıştırılan sağlamlaştırılmış bilgisayarlar (rugged PC), anlık veri toplayıcılar (data logger), hassas GPS alıcıları ve navigasyon sistemleri gibi donanım ve yazılım sayesinde hem yapılan iş, hem konumsal değişiklikler/hareketler hem de harcanan zamanın kaydedilebilmektedir. Kayıtlanan veri, çeşitli veri aktarım/transfer (kablolu ve kablosuz) sistemleriyle işleme-analiz-değerlendirme-kontrol merkezlerine aktarılabilir (Castonguay, 2013).

Son yıllarda geliştirilen otomatik veri kaydediciler, çoğunlukla makinelerin verimli çalışma sürelerinin ölçümünde kullanılmaktadır. Ancak otomatik veri kaydedicilere iş dilimi değişimleri (ölçme noktaları), en iyi şekilde tarif edilse de (öğretile de – programlansa da), iş değişim anı veya işin akışı gereği oluşan değişiklikler karşısında otomatik kaydedicinin hataları ortaya çıkabilmektedir (Väätäinen vd., 2003). Bu nedenle, araştırma alanında bir araştırmacının varlığı genellikle önemli hale gelmektedir. Pehkonen (1978), zaman etütlerinde ölçüm doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerin zaman etütü teknikleri ve araçları, ölçme noktalarını gözleme olanağı, ölçülecek iş dilimi

zamanının uzunluğu, gözlemcinin yeteneği ve ölçüm anındaki insan faktörleri olduğunu belirtmiştir. Peltola (2003), doğru tanımlanmasına rağmen bireylere bağlı olarak iş öğelerinin yapılarının belirlenmesinde ve yorumlanmasında önemli farklılıklar olabileceğini vurgulamıştır. Buna göre de; doğrudan işgücüne bağlı (manuel) işlerde çalışma zamanının ölçümünde, etütçünün ve kullandığı etüt araçlarının ne derece önemli olduğu olgusu ortaya çıkmaktadır. Çünkü etütçü, zaman ölçümü sırasında iş dilimleri arasındaki geçişi (ölçme noktalarını) ve aksaklıkları algılayıp yorumlayarak ona göre ölçme ve kayıt yapabilir. Özellikle manuel ve motor-manuel yapılan işlerdeki zaman etütlerinde, etütçü; ZOKA uygulaması gibi pratik bir iş-zaman ölçme ve kaydetme aracına ihtiyaç duyabilir.

Türkiye ormancılığı gibi, gelişmekte olan ülkelerde ormancılık operasyonları çoğunlukla elle ya da yarı mekanize şekilde yürütülmektedir. Bu işlerin ölçülmesi, kontrol edilmesi ve (özellikle verim ve ücret takdirinde kullanılmak üzere) değerlendirilmesi için doğrudan ya da dolaylı gözlem yoluyla iş ve zaman etütlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu bakımdan geliştirilen ZOKA uygulaması, zaman ölçme işlerinin kolaylaştırılması ve hassaslaştırılmasına fırsat sunabilir niteliktedir. Çünkü pahalı ölçme ve veri toplama araçlarına (örneğin; data logger için 4500 \$) kıyasla, ZOKA uygulaması (yalnızca donanıma ait yaklaşık satış fiyatı 250 \$), göreceli olarak maliyeti düşük bir yazılım olup başka amaçla kullanılan ve bilgisayar nitelikli tüm mobil cihazlarda çalışabilme yetkinliğine sahiptir.

Öte yandan, bir defada etüt edilen iş miktarı, tüm çalışma zamanının ölçülüp kaydedilmesi, elde edilen verilerin aktarımı, paylaşımı, depolanması ve gerektiğinde verilerin işleme hızı açısından da ZOKA uygulaması makul sonuçlar ortaya koymuştur. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu cihazın pil (batarya) ve bellek (hafıza) özellik durumuna göre veri kaydedilmesi ve depolanması işlemleri farklılıklar gösterebilmektedir. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu tablet/telefon gibi cihazlarda sim kart destekleme özelliği bulunması sayesinde, etütçü verileri doğrudan ofis ortamındaki teknik elemanla paylaşabilmekte ve/veya aktarabilmektedir. Böylece, analist ya da yöneticinin verileri işlemesi ve analiz etmesi kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir.

Tarihsel (arşiv) zaman verisi olarak nitelenen geçmişte yapılmış zaman etütlerine dayalı (örneğin; 288 sayılı tebliğ ekindeki tablo verileri gibi (OGM, 1996) çalışma süreleri üzerinden yapılan iş planları, ücretlendirmeler ve performans değerlendirmeleri; iş becerilerindeki ve teknolojiadaki değişimlerden dolayı işverenleri, yöneticileri ve çalışanları yanlış sonuçlara sevk edebilmektedir. Bu gibi durumlarda, yeniden zaman etütleri yapılmak istendiğinde ZOKA uygulamasının teknik, ekonomik ve ergonomik açıdan istenilen zamanda ve hassasiyette, herkes tarafında rahatlıkla kullanılabilir bir zaman ölçüm aracına olan gereksinimi giderebileceği söylenebilir.

#### Açıklama

Bu çalışma, Prof. Dr. Mehmet EKER danışmanlığında, SDÜ Fen Bilimleri (ISUBÜ Lisansüstü Eğitim) Enstitüsü'nde Yasin KURT tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinin özetidir. İlgililere teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Acar, H.H., 1990. Artvin yöresinde bölmeden çıkarma açısından uzun mesafeli vinçli hava hatları ile orman yolları alternatiflerinin kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Acar, H., Aykut, T., Şentürk, N., 1997. Artvin yöresinde bölmeden çıkarmada kullanılan Koller K 300, Urus M III ve Gantner Tipi hava hatlarının karşılaştırılması üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47(2): 29-58.
- Alkan, H., 2000. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda fidan maliyeti analizleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1(1):1-20.
- Alkan, H., 2001. İşletme başarısında maliyet yönetiminin rolü ve maliyet yönetimindeki yeni yaklaşımlar (Ormancılık açısından bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2(1):177-192.
- Alkan, H., 2002. Kalitesizliğin önemli bir boyutu: maliyet artışı (Orman ağacı fidanı üretimine ilişkin bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 3(2):97-118.
- Berkel, A., 1976. Ormancılıkta İş Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 220, İstanbul.
- Bezen, A., 2007. İş etüdü teknikleri ile kalite ve müşteri memnuniyeti ilişkisi, ambalaj sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Björheden, R., 1991. Basic time concepts for international comparisons of time study reports. Journal of Forest Engineering, 2(2): 33-39.
- Castonguay, M., 2013. Precision forestry; Monitoring tools for the forest operations. [https://fpinnovations.ca/Extranet/Events/Documents/2013/11/FPI\\_Precision\\_Forestry](https://fpinnovations.ca/Extranet/Events/Documents/2013/11/FPI_Precision_Forestry), Erişim: 01.04.2018
- Davis, C.T., Kellogg, L.D., 2005. Measuring Machine Productivity with the MultiDAT Datalogger: a Demonstration on Three Forest Machines. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-194.2005.
- Doğan, A., 1998. Yönetebilmenin En Önemli Aracı: İş Etüdü, Anahtar Dergisi, 10(117): 8-21.
- Doğan, A., 2015. İş Etüdü Yöntem Bilgisi. Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eclipse, 2019. Download Eclipse Technology, Eclipse IDE installing, Eclipse Foundation. <https://www.eclipse.org/downloads> Erişim tarihi: 02.03.2019.
- Eker, M., 2004. Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminde operasyonel planlama modelinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eker, M., Çoban, H.O., Acar, H.H., 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(10):2146-2156.
- Eker, M., 2015. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizlerinin Yapılması ve Standart Zamanların Hesaplanması. Orman Genel Müdürlüğü Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizleri Projesi, Ankara.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı. Turkish Journal of Forestry, 16(2):183-194.
- Eker, M., 2016. Life cycle inventory in wood harvesting for sensitive forest operations. 1<sup>st</sup> International Symposium of Forest Engineering and Technologies-FETEC 2016, 2-4 June 2016, Bursa (Turkey), Book of Abstracts, p. 31.
- Eker, M., Çoban H.O., 2017. Değişen paradigmlar ve gelişen teknoloji bağlamında ormancılık operasyonları. Türkiye Ormancılar Derneği, IV Ulusal Ormancılık Kongresi, 15-16 Kasım 2017, Bildiriler Kitabı, Antalya.
- Genymotion, 2019. Make beter apps, Genymotion Desktop. <https://www.genymotion.com/desktop/>, Erişim tarihi:02.03.2019
- Harstela, P., 1988. Principle of comparative time studies in mechanized forest work. Scand. J. For. Res., 3:253-257.
- Harstela, P., 1991. Work studies in forestry. Silva Carelica No:18, 41 p.
- ILO, 1981. Introduction to Work Study. International Labour Office, Geneva, Switzerland.
- Kanawaty, G., 2004. İş Etüdü, MPM Yayınları, No:29, Ankara.
- Kariniemi, A., 2006. Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli – työn suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 38. 126 p. (In Finnish).
- Kellogg, L., Davis, C., Bolding, C., 2004. Measuring machine productivity with a multi\_dat data logger; A demonstration on three forest machines. Oregon State University, Department of Forest Engineering, USA. <http://www.cof.orst.edu/cof/ferm/research/kg/WR-COFE-%2005.pdf>, Erişim:18.06.2019
- Laforest, S.M., Pulkki, R., 2011. Case study of integrating on-board computers in Northern Ontario's forest supply chains. 34<sup>th</sup> Council on Forest Engineering, June 12-15, Quebec, Canada.
- Leech, J.W., Sutton, M.W., Archer, G.R., 1989. Recording field measurements on husky hunter microcomputers. Australian Forestry, 52(2):68-73, DOI: 10.1080/00049158.1989.10674538
- Magagnotti, N., Spinelli, R., 2012. Good Practice Guidelines for Biomass Production Studies, European Cooperation in Science and Technology, COST Action FP-0902, ISBN 978-88-901660-4-4, 50 p., Italy.
- MPM, 1991. İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve Değerlendirme Modelleri. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın no: 435, Ankara.
- MPM, 1997. İş Etüdü. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın no: 29, Ankara.
- Nakagawa, M., Hamatsu, J., Saitou, T., Ishida, H., 2007. Effect of tree size on productivity and time required for work phases in selective thinning by a harvester. Int. J. For. Eng., 18(2):24-28.
- Nuutinen, Y., Väätäinen, K., Heinonen, J., Asikainen, A., Röser, D., 2008. The accuracy of manually recorded time study data for harvester operation shown via simulator screen. Silva Fennica 42(1): 63-72.
- OGM, 1996. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ovaskainen, H., 2009. Timber harvester operators' working technique in first thinning and the importance of cognitive abilities on work productivity. Ph.D. thesis, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland.
- Öztürk, T., 1996. Artvin Bölgesinde Vinçli Hava Harlarından Yararlanma İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palander, T., Nuutinen, Y., Kariniemi, A., Vaatinen, K., 2013. Automatic time study method for recording work phase times of timber harvesting. Forest Science, 59(4):472-483.
- Pehkonen, A., 1978. Accuracy of timing in some time study methods. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland, 50: 1-66.
- Peltola, A., 2003. IT-time for mechanised forest work study. 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference, 12-15 May 2003, Växjö, Sweden. Skogforsk Arbetsrapport, 536:107-112.
- REFA, 1988. İş Etüdü Yöntem Bilgisi: İş Etüdünün Temelleri. MPM Yayınları, No: 544, Ankara.
- Sert, M., 2014. Dağlık arazilerde bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılan mobil vinç sisteminin verim ve ekolojik açılardan değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Spinelli, R., Visser, R., 2008. Analyzing and estimating delays in harvester operations. Int. J. For. Eng., 19(1):36-41.
- Strandgard, M., Mitchell, R., 2015. Automated time study of forwarders using gps and a vibration sensor. Croat. j. for. eng., 36(2): 175-184.
- Üçüncü, K., 2005. Ergonomi ve İş Etüdü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları, No:77, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.

- Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Asikainen, A., Sikanen, L., 2003. Chasing the tacit knowledge – automated data collection to find the characteristics of a skillful harvester operator. 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference, 12–15 May 2003, Växjö, Sweden. Skogsforsk Arbetsrapport 539: 3–10.
- Varol, T., 1997. Batı Karadeniz bölgesi orman nakliyatında yükleme, boşaltma ve istifleme işlerinin zaman, verim ve masraf yönünden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Yıldırım, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.